УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

ЗБОРНИК РАДОВА
ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници
Година: XXX
Број: 5/2015

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“
Година: XXX *Свеска*: 5

Издавач: Факултет техничких наука Нови Сад
Главни и одговорни уредник: проф. др Раде Дорословачки, декан Факултета техничких Наука у Новом Саду

Уређивачки одбор:

Проф. др Раде Дорословачки
Проф. др Владимир Катић
Проф. др Драгиша Вилотић
Проф. др Филип Кулић
Проф. др Срђан Колаковић
Проф. др Владимир Црнојевић
Проф. др Дарко Реба
Проф. др Драган Јовановић
Проф. др Мила Стојаковић
Проф. др Драган Спасић
Проф. др Драгољуб Новаковић
Проф. др Миодраг Хаџистевић
Проф. др Растислав Шостаков
Проф. др Војин Грковић
Проф. др Стеван Станковски
Проф. др Иван Луковић
Проф. др Ђорђе Лађиновић
Доц. др Милан Мартинов

Редакција:

Проф. др Владимир Катић, уредник
Проф. др Жељен Трповски, технички уредник
Проф. др Зора Коњовић
Проф. др Драгољуб Новаковић
Мр Мирослав Зарић
Бисерка Милетић

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

Техничка обрада: Графички центар ГРИД

Штампање одобрио: Савет за издавачко-уређивачку делатност ФТН у Н. Саду

Председник Савета: проф. др Радош Радивојевић

CIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)
62

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

Двомесечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

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

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

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

Због тога је Наставно-научно веће ФТН-а одлучило да, од новембра 2008. год. у облику пилот пројекта, а од фебруара 2009. год. као сталну активност, уведе презентацију најважнијих резултата свих дипломских-мастер радова студената ФТН-а у облику кратког рада у „Зборнику радова Факултета техничких наука“. Поред студената дипломских-мастер студија, часопис је отворен и за студенте докторских студија, као и за прилоге аутора са ФТН или ван ФТН-а.

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

У овом броју штампани су радови студената мастер студија, сада већ мастера, који су радове бранили у периоду од 10.04.2015. до 12.06.2015. год., а који се промовишу 12.07.2015. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер радова. Део радова већ раније је објављен на некој од домаћих научних конференција или у неком од часописа.
У Зборнику су ови радови дати као репринт уз мање визуелне корекције.

Велик број дипломираних инжењера–мастера у овом периоду био је разлог што су радови поводом ове промоције подељени у две свеске.
У овој свесци са редним бројем 6., објављени су радови из области:

- архитектуре,
- инжењерског менаџмента,
- инжењерства заштите животне средине,
- мехатронике,
- геодезије и геоматике и
- регионалне политике и развоја.

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

- машинства,
- електротехнике и рачунарства,
- грађевинарства,
- саобраћаја,
- графичког инжењерства и дизајна,

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: Mašinstvo

1. Milica Toma,
   PROJEKTOVANJE TEHNOLOGIJE POSTUPKA TERMOHEMIJSKE OBADE ČELIKA 795
2. Dejan Lazić,
   SIMULACIJE PROCESA LIVENJA POD PRITISKOM 799
3. Синиша Лазендић,
   ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПОСТУПКА ТЕХНОЛОГИЈЕ ТЕРМИЧКЕ ОБРАДЕ СКЛОПНИХ ДЕЛОВА ЗА ТРАНСПОРТ У РУДАРСКОЈ ИНДУСТРИЈИ 803
4. Milan Marinković,
   RAZVOJ CIKLONA PRIMENOM RAČUNARSKE DINAMIKE FLUIDA 807
5. Marko Žarković,
   AERODINAMIKA VETROTURBINE – ANALIZA STRIP METODOM 811

Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo

1. Branislav Srdanov,
   KVANTNOMEHANIČKI ASPEKT TRANSPORTA NAELEKTRISANJA U NANOTEHNOLOGIJI 815
2. Pero Klisarić,
   REALIZACIJA SOLARNOG SISTEMA ZA ZAGREVANJE VODE – PRIMER OŠ „ALEKSA ŠANTIĆ“ ZVORNIK 819
3. Dragiša Mišković, Milana Bojanić, Nikša Jakovljević, Vlado Delić,
   ESTIMACIJA POUZDANOSTI U PREPOZNAVANJU GOVORA, TELFOR, Beograd, 2011. 823
4. Marko Lončarević, Branko Bogičević, Jaroslav Hlavač,
   JEDNO REŠENJE SISTEMA ZA DELJENJE MULTIMEDIJALNOG SADRŽAJA PUTEM DLNA PROTOKOLA NA ANDROID OS, TELFOR, Beograd 2012. 827
5. Vladan Bjelić, Nemanja Lukić, Stojan Kovačević, Milan Vucelja,
   UNAPREĐENJE TELETEKST PODRŠKE NA PRIJEMNIKU DIGITALNOG TELEVIZIJSKOG SIGNALA ZASNOVANOG NA ANDROID OPERATIVNOM SISTEMU, TELFOR, Beograd, 2013. 830
6. Дејан Благојевић,
   ПРОРАЧУН ТОКОВА СНАГА ПРЕНОСНИХ МРЕЖА ПРИМЕНОМ NEWTON-RAPHSON-ОВЕ МЕТОДЕ 834
7. David Šljukić,
   INTERNI DSL ZA OPIS POSLOVNIH PROCESA NA PROGRAMSKOM JEZIKU RUBY 838

8. Dejan Milivojević,
PRORAČUN TOKOVA SNAGA PRIMENOM POSTUPKA NEWTON/RAPSHON 842
9. Branislav Sredojev, Dragan Samardžija, Dragan Posarac,
WebRTC TECHNOLOGY OVERVIEW AND SIGNALING SOLUTION DESIGN AND IMPLEMENTATION, konferencija MIPRO, Opatija, maj 2015 846
10. Dostana Radić,
PRORAČUN TOKOVA SNAGA DISTRIBUTIVNIH MREŽA PRIMENOM KOMPENZACIONE METODE 850
11. Miloš Grčić,
REALIZACIJA BEŽIČNOG UREĐAJA ZA UPRAVLJANJE MOTORIZOVANIM ZAMRAČIVAČIMA U PAMETNIM KUĆAMA 854
12. Dragan Pošarac, Dragan Samardžija, Slavko Radonić, Saša Kartalija,
EKSPERIMENTALNA PROCENA GREŠKE U RADU JEDNOG REŠENJA GEOLOKACIONOG SERVISA ZA PRAĆENJE STANJA U SAOBRAĆAJU, konferencija ETRAN, Zlatibor, juni 2013 858
13. Nikola Bunić,
KONTEKSTNA PRETRAGA UPOTREBOM GOOGLE API-JA 863
14. Daniel Nadjbabi,
ZNAČAJ INTERNET OGLAŠAVANJA 867
15. Bojan Lackanović,
WEB APLIKACIJA ZA UPRAVLJANJE TESTNIM PLANOVIMA I PODRŠKU AUTOMATIZOVANOM TESTIRANJU 871

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Igor Gilanji,
UPOREDNA NUMERIČKA ANALIZA PROBIJANJA TEMELJNE PLOČE ZIDOVIMA I STUBOVIMA NA MODELU ZGRADE PR+9 PROGRAMSKIM PAKETOM SAP2000 875
2. Stevan Budić,
PROJEKAT KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE STAMBENO - POSLOVNE ZGRADE U NOVOM SADU 879
3. Ognjen Petrićević,
OJAČANJE AB KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE STAMBENE ZGRADE U BEOGRADU NAKON DOGRADNJE 883
4. Žarko Vitor,
PROCENA STANJA SA PROJEKTOM RUŠENJA PROIZVODNE HALE I PROJEKAT KONSTRUKCIJE ZGRADE STUDENTSKOG DOMA U NOVOM SADU 887
5. Miloš Ranković,
ANALIZA GRANIČNIH STANJA UPOTREBLJIVOSTI PREMA PRAVILNIKU BAB 87 I EVROKODU 2 891

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Милан Јоцић,
ВРЕДНОВАЊЕ ПРЕДЛОГА РЕШЕЊА ЗА РАСКРСНИЦЕ НОВОСАДСКОГ САЈМА – БРАНИМИРА ЋОСИЋА И БОРЕ ПРОДАНОВИЋА У НОВОМ САДУ 895
2. Suzana Ćosić,
PREDLOG UNAPREĐENJA SPECIJALIZOVANE DOSTAVE 899
3. Саша Илић,
ХИЈЕРАРХИЈСКИ МОДЕЛ ПРОЦЕСА ПРЕТИЦАЊА ВОЗИЛА У САОБРАЋАЈУ 903
4. Милан Стојковић,
ПЕРЦЕПЦИЈА И ПРИХВАТЉИВОСТ СИСТЕМА У ВОЗИЛУ ЗА ПРИЛАГОЂАВАЊЕ БРЗИНЕ У САОБРАЋАЈУ 907

5. Savan Tanasić,
PRIMJENA ITS TEHNOLOGIJA NA VANGRADSKIM DEONICAMA PUTA SA OSVRTOM NA AUTOPUT GRADIŠKA - BANJA LUKA 911

Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1. Biljana Klajić,
ODREĐIVANJE SAVOJNE ČVRSTOĆE UZORAKA IZRAĐENIH 3D ŠTAMPOM - EKSPERIMENTALNI I NUMERIČKI PRILAZ 915
2. Nemanja Tasić,
UTICAJ SERIJSKOG PROCESA PRANJA NA KVALITET OTISAKA NA TEKSTILNIM MATERIJALIMA ŠTAMPANIM INK JET TEHNIKOM 919
3. Sandra Kološnjaji,
KORIŠĆENJE MEDICINSKIH CT SNIMAKA KAO ULAZNIH PODATAKA U PROCES 3D ŠTAMPE - STUDIJA SLUČAJA 923
4. Marija Zarić,
PRIMENA WSDM METODOLOGIJE NA RAZVOJU WEB SAJTOVA 927
5. Kristina Krivošija,
IZRADA JEDNOSTRANIČNIH VEB APLIKACIJA POMOĆU FOUNDATION 5 OKRUŽENJA 930
6. Biljana Bajac,
IZRADA PRILAGODLJIVOG SAJTA POMOĆU YAML4 CSS BIBLIOTEKE 933
7. Mina Ždrnja,
UTICAJ SERIJSKOG PROCESA PRANJA TEKSTILNIH MATERIJALA NA OPSEG BOJE U DIGITALNOJ ŠTAMPI 937
8. Sonja Nastasić,
PRIMENA STOP ANIMACIJE U IZRADI REKLAMNOG SPOTA 941
9. Andrej Gorečan,
RAZVOJ VEB APLIKACIJA POMOĆU HANDLEBARS.JS 945
10. Dragan Bedov, Živko Pavlović,
RAČUNARSKA SIMULACIJA PROCESA IZRADE ŠTAMPARSKE FORME NA SISTEMU COMBI FI UREĐAJU 949

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 621.78

PROJEKTOVANJE TEHNOLOGIJE POSTUPKA TERMOHEMIJSKE OBADE ČELIKA

THE DESIGN TECHNOLOGY PROCEDURE THERMOCHEMICAL TREATMENT OF STEEL

Milica Toma, Branko Škorić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – *Tema ovog rada jeste projektovanje tehnološkog postupaka izrade zupčanika postupkom cementacije, izabran je tip i konstruisan uređaj za termičku obradu. Cilj rada je da se analizira savremeni uređaj za termičku obradu, da se odabere tehnološki proces kao i oprema za pogon termičke obrade.*

Abstract – *Subject of this paper is desigh of modern termal treatment for cementation gear production, choose the type and design modern furnace for termal treatment. Basic point this paper is to analyse modern furnace for termal treatment, , to choose the technological process and the equipment for the operation of thermal processing .*

Ključne reči: *cementacija, tehniloški proces, pogon termičke obrade.*

1. UVOD

Projektovanje savremenog uređaja počinje detaljnom analizom proizvodnog pogona. Određuju se svi relevantni parametri procesa: vremena zagrevanja, zadržavanja i hlađenja kao i određivanje radnih temperatura. Pri izboru peći za termičku obradu, između mogućih rešenja odabrana je komorna peć sa zastitnom atmosferom – proizvođač AICHELIN. Za ovakav tip peći uradila se detaljna analiza problematike izrade peći kao savremenog uređaja, počevši od samih delova peći koji moraju da odgovore zahtevima za automatizacijom pa sve do materijala od kojih je izradjena ispuna peći i grejači.

2. CEMENTACIJA

Cementacija je postupak površinskog povećavanja tvrdoće. Sastoji se u naugljeničenju površinskog sloja mekog i žilavag čelika, s malim sadržajem ugljienika (najčešće ispod 0,3%).

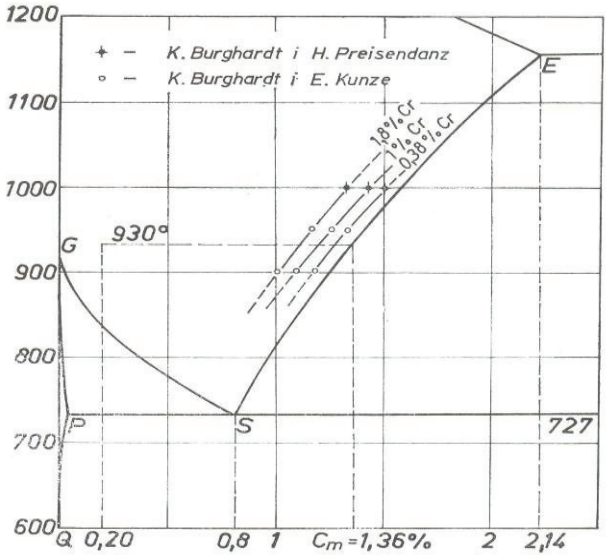
Posle kaljenja povećaće se tvrdoća samo u naugljeničenom površinskom sloju, dok će jezgro komada, zbog malog sadržaja ugljenika, ostati žilavo.

Vrste cementacije: cementacija čvrstim, tečnim i gasovitim sredstvom.

2.1. Struktura i osobine cementiranog sloja

Cementacija je postupak površinskog povećanja tvrdoće materijala.

Postupak se sastoji u naugljeničenju površinskog sloja mekog i žilavog čelika sa malim sadržajem ugljenika. Nakon postupka kaljenja povećava se tvrdoća materijala ali samo u naugljeničenom površinskom sloju dok ostali deo komada, jezgro materijala, ostaje kao i pre postupka kaljenja zbog malog sadržaja ugljenika žilavo.

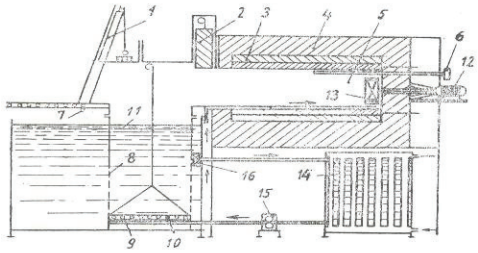


Slika 1 - *Zavisnost maksimalnog sadržaja ugljenika u cementiranom sloju od temperature cementacije*

2.2. Cementacija gasovitim sredstvom

Kraće vreme pripreme komada i cementacije nisu jedini razlozi za češću primenu ovog postupka. Glavna prednost gasne cementacije je u tome što pušta mogućnost regulisanja ugljeničnog potencijala atmosfere za vreme procesa.

Razne vrste atmosfere koje se koriste za naugljeničenje mogu se podeliti na: zemni gas, endogeni generatorski gas (endogas), egzogeni generatorski gas (egzogas), gas (nosač), aktiviran nekim tečnim sredstvom.



Slika 2.- *Šematski prikaz peći za cementaciju*

NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Branko Škorić, red.prof.

2.3. IZBOR TEHNOLOŠKOG PROCESA TERMIČKE OBRADE

Zupčanik

Broj crteža 1.01. Material zupčanika Č.4320. Potrebno je izvršiti cementaciju na dubinu 0,4 do 0,6 mm, kaliti na 60±2 HRc.

Masa odlivka:

- Masa odlivka: m= γ · V= 1,18 kg

Određivanje vremena za žarenje

Vreme držanja na temperaturi žarenja od 550°C uzima se držanja od 2 sata, posle se vrši hlađenje na vazduhu u trajanju od 30min.

Određivanje vremena za cementaciju

Zagrevanje na 900°C.

a) Predgrevanje na 550°C

- Koeficijent toplotne provodljivosti: λ=31,4 W/m°C
- Specifična toplota: c=560 J/kg°C
- Gustina: γ= 7850 kg/m^3
- Koeficijent temperaturne provodljivosti:

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \gamma} = \frac{31.4}{560 \cdot 7850} = 7.14 \cdot 10^{-6} \frac{m^2}{J}$$

- Koeficijent prenosa toplote: α = 60 W/m^2°C (podatak iz dijagrama П.1.4)
- Karakteristična dimenzija:

$$x = \frac{(45-20)10^{-3}}{2} = 12.5 \cdot 10^{-3} m$$

Biotov kriterijum:

$$Bi = \frac{\alpha}{\lambda} \cdot x = \frac{60}{31.4} \cdot 12.5 \cdot 10^{-3} = 0.024$$

(tanki komad)

Temperaturni kriterijumi:

za jezgro $\phi_j = \frac{550 - 550}{20 - 550} = 0$

Iz dijagrama C.28 i C.29 (177. str. Ilija Pantelić (1)) nalazi se Furijeov kriterijum:

$$F_o^j = \frac{a \cdot T}{x^2} = 240 \Rightarrow T_j = \frac{240 \cdot (12.5 \cdot 10^{-3})^2}{7.14 \cdot 10^{-6}} = 5252 \text{ sec}$$

$$T_j = 88 \text{ min}$$

b) Zagrevanje od 500 do 900°C

- Koeficijent toplotne provodljivosti: λ=20,48 W/m°C
- Specifična toplota: c=670 J/kg°C
- Gustina: γ= 7850 kg/m^3
- Koeficijent temperaturne provodljivosti:

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \gamma} = \frac{20.48}{670 \cdot 7850} = 3.89 \cdot 10^{-6} \frac{m^2}{s}$$

- Koeficijent prenosa toplote: α = 180 W/m^2°C (podatak iz dijagrama П.1.4)
- Karakteristična dimenzija:

$$x = 12.5 \cdot 10^{-3} m$$

Biotov kriterijum:

$$Bi = \frac{\alpha}{\lambda} \cdot x = \frac{180}{20.48} \cdot 12.5 \cdot 10^{-3} = 0.110$$

Temperaturni kriterijumi:

za jezgro $\phi_j = \frac{900 - 900}{550 - 900} = 0$

Iz dijagrama C.29 (177. str. Ilija Pantelić (1)) nalazi se Furijeov kriterijum:

$$F_o^j = \frac{a \cdot T}{x^2} = 45 \Rightarrow Tj = \frac{45 \cdot (12.5 \cdot 10^{-3})^2}{3.89 \cdot 10^{-6}} = 1807.5 \text{ sec}$$

$$Tj = 31 \text{ min}$$

Vreme držanja na temperature cementacije

Prema preporukama koje se zasnivaju na iskustvima iz prakse,za temperaturu 900°C i dubinu cementacije od 0.4÷0.6 mm usvaja se vreme cementacije od 180min.

c) Kaljenje na 860°C

Prvo se vrši rashlađenje u peći sa 900°C na temperature kaljenja 860°C. vreme rashlađenja iznosi 6 min.

Vreme trajanja ove faze iznosi 15 min.

Hlađenje

Hlađenje se vrši u ulju, a vreme hlađenja iznosi 10 min.

d) Određivanje vremena otpuštanja

Zagrevanje (20-180°C)

- Koeficijent toplotne provodljivosti: λ= 38,12 W/m°C
- Specifična toplota: c=493,2 J/kg°C
- Gustina: γ= 7850 kg/m^3
- Koeficijent temperaturne provodljivosti:

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \gamma} = \frac{38.12}{493.2 \cdot 7850} = 9.84 \cdot 10^{-6} \frac{m^2}{s}$$

- Koeficijent prenosa toplote: α = 28 W/m^2°C (podatak iz dijagrama П.1.4.)
- Karakteristična dimenzija:

$$x = 12.5 \cdot 10^{-3} m$$

Biotov kriterijum:

$$Bi = \frac{\alpha}{\lambda} \cdot x = \frac{28}{38.12} \cdot 12.5 \cdot 10^{-3} = 0.0092$$

Temperaturni kriterijumi:

za jezgro $\phi_j = \frac{180 - 180}{20 - 180} = 0$

Iz dijagrama C.29 (177. str. Ilija Pantelić (1)) nalazi se Furijeov kriterijum:

$$F_o^j = \frac{a \cdot T}{x^2} = 800 \Rightarrow Tj = \frac{800 \cdot (12.5 \cdot 10^{-3})^2}{9.84 \cdot 10^{-6}} = 12703 \text{ sec}$$

$$Tj = 212 \text{ min}$$

Držanje na temperaturi otpuštanja

Na osnovu tražene tvrdoće 60±2 HRc i radi uklanjanja unutrašnjih napona usvaja se vreme od 2h, tj. 120 min.

Hlađenje

Hlađenje je na mirnom vazduhu, vreme hlađenja je 10 min.

e) Proračun empirijskim obrascima

Prema tabelama C.10 i C.11 (198. i 199. str. Ilija Pantelić (1)), proračunava se karakteristična dimenzija i nalaze se koeficijenti potrebni za proračun vremena zagrevanja.

Zagrevanje na temperaturu karbonitriranja 900°C

$$Tz = m \cdot k_1 \cdot \frac{v}{F} \cdot k_f = 1.18 \cdot 0.42 \cdot 1.2 \cdot 40 = 23.78 \text{ min}$$

Masa m = 1,18 kg

- Karakteristična dimenzija

$$\frac{v}{F} = \frac{(D-d) \cdot H}{4 \cdot H + 2 \cdot (D-d)} = \frac{(4.5-2.0) \cdot 2.5}{4 \cdot 2.5 + 2 \cdot (4.5-2.0)} = \frac{6.25}{15} = 0.42$$

D= 4,5 cm

d= 2,0 cm

H= 2,5 cm

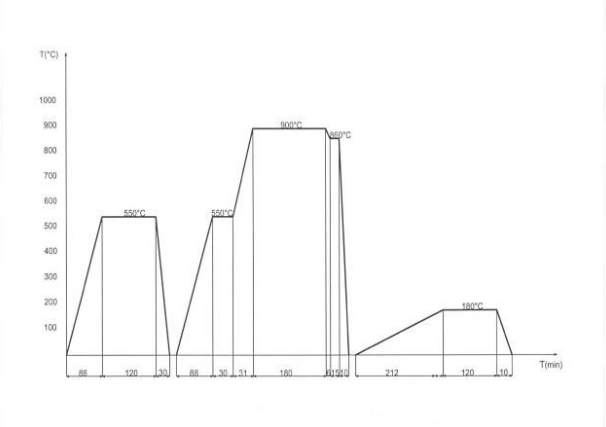
- Koeficijent oblika tela

$$K_f = 1 + 0.2 \cdot \frac{D-d}{H} = 1 + 0.2 \cdot \frac{4.5-2.0}{2.5} = 1.2$$

- Koeficijent specifičnog vremena zagrevanja

$$K_1 = m \cdot (12.5 - 0.025 \cdot (t - 800)) = 4 \cdot (12.5 - 0.025 \cdot (900 - 800)) = 40 \frac{\min}{cm}$$

m= 4 za vazduh
t= 900°C



Slika 3. – *Dijagram tehnološkog postupka*

2.4. Izbor opreme za pogon termičke obrade

Na osnovu veličine i konstrukcije radnog predmeta i na osnovu zadatog postupka termičke obrade cementacije moj izbor termičkog uređaja je *višenamenska komorna peć* proizvođača AICHELIN.

Ova peć ima niz prednosti kao što je, u prvom redu, vrhunski kvalitet proizvoda, lakše i ekonomičnije održavanje usled vertikalnih grejača koji se lako menjaju, mogućnost ulaganja većih šarži za jesno zagrevanje što je veoma bitno za slučaj specializovane velikoserijske termičke obrade.

2.4.1. Komorna peć D-1-8-ER proizvođač:IPSEN

- širina komore: b= 700 mm
- dužina komore: 1300 mm
- visina komore: 650 mm
- bruto težina šarže maksimalno 600 kg
- približna otpremna težina 3300 kg.

2.4.2. Višenamenska komorna peć

Dimenzije korisnog prostora komore:

- širina komore: b= 700 mm
- dužina komore: 1300 mm
- visina komore: 650 mm

Namena

- Za male do srednjih kapaciteta
- Za različite procese termičke obrade
- Za različite tipove delova i veliku raznovrsnost delova
- Za težine šarži od približno 150 kg do 1800 kg
- Kada se traži fleksibilnost
- Za različite zahteve proizvodnje
- Kada se traže i kvalitet i profitabilnost

Slika 4. – *Višenamenska komorna peć*

2.4.3. Uređaj za pranje i odmašćivanje

Ovaj urđaj je namenjen za pranje i odmašćivanej delova pre i posle termičke obrade ako su delvi prljavi ili zamašćeni.

2.4.4. Endogenerator

Nepoželjne pojave koje se javljeju na visokim temperaturama, kao što su razugljeničenje i oksidacija, treba da spreči zaštitna atmosfera. Endogas se dobija potpunim sagorevanjem propane (C_3H_8) u endogeneratoru.

2.4.5. Trensportni uređaji

- ručni hidraulični viljuškari.
- kran nosivosti 600 kg.

2.5.. Proračun potrebnog broja peći i uređaja

Proračun potrebnog broja jedinica opreme se računa po formuli: $Mg = \frac{Tg}{Kg}$

2.5.1. Pregled potrebne opreme

Tabela 1.- *Pregled potrebne opreme*

Redni broj	Naziv uređaja	Proizvođač	Broj komada
1	Komorna peć D-1-8-ER	„IRSEN“	2
2	Višenamenska komorna peć	„AICHELIN“	1
3	Uređaj za pranje i odmašćivanje VPD-8-G	„IPSEN“	1
4	Endogenerator G-750-E	„IPSEN“	2
5	Kran nosivosti 600kg	GOŠA Smederevska Palanka	1
6	Ručni hidraulični viljuškar	POBEDA Novi Sad	2

2.5.2. Analiza izabranog rešenja dispozicije

Tabela 2.-*Ukupan prostor za pogon termičke obrade*

Redni broj	Prostor	Površina (m^2)
1	Za smeštanje opreme	62,98
2	Za laboratorije	39
3	Za skladišta	80
4	Za poslovni prostor	50
		∑=231,98

Ukupan prostor za pogon termičke obrade je potrebno uvećati za veličinu prostora potrebnog za transport i manevrisanje materijalom u pogonu.Usvojena je hala dimenzija: 26x19 m.

3. ZAKLJUČAK

Prilikom konstruisanja savremenog uređaja za termičku obradu postupkom cementacije, treba voditi računa o veličini komada koji se obrađuje, veličini serije i materijalu od kojeg je napravljen komad.

Kod izbora tehnološkog postupka termičke obrade veoma je važno adekvatno izabrati vreme zagrevanja, kao i vreme zadržavanja i brzinu hlađenja komada, tako da ne bi došlo do neželjenih pojava na radnom predmetu.

Kod projektovanja pogona termičke obrade treba imati u vidu da oprema izabrana za taj pogon ima visok stepen iskorišćenja. Treba da postoji pristupačnost svoj opremi, da bude dovoljno rastojanje između peći i ostalih uređaja. Treba imati u vidu da se transport odvija neometano uz najkraću liniju putanje.

4. LITERATURA

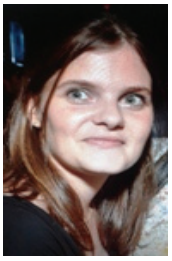
[1] Ilija Pantelić, “Tehnologija termičke obrade čelika I i II”, Novi Sad, 1974.

[2] www.aichelin.com

[3] www.nitromet.com

[4] www.appliedfluidsllc.com

Kratka biografija:



Milica Toma rođena je u Novom Sadu 1984. *god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog mašinstva – Tehnologije oblikovanjem i inžinjerstvo površina odbranila je 2015.god.*

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 621.74

SIMULACIJE PROCESA LIVENJA POD PRITISKOM

SIMULATIONS OF DIE CASTING PROCES

Dejan Lazić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – *U ovom radu je primenom simulacije procesa za izabrani predmet (odlivak) koji se proizvodi livenjem pod pritiskom izvršena optimizacija tehnologije. Optimizacijom je obuhvaćen ulivni sistem i sistem prelivnih kanala alata za livenje pod pritiskom. Pored toga izvršena je tehno-ekonomska analiza u pogledu na različit broj gnezda u alatu. Cilj ovog rada je da se kroz primer razvoja alata za livenje određenog proizvoda prikažu prednosti korišćenja softvera za simulacije procesa livenja pod pritiskom.*

Abstract – *In this work, a high pressure die casting technology of specific part is optimized by process simulation. The Gating system and the overfow channels of a die casting tool were covered by this optimization process. Additionally a techno-economic analysis is carried out concerning a different number of castings produced in one cycle. The aim of this work was to develop the HPDC tool for particular example product and to display the advantages of using software for casting process simulation under pressure.*

Ključne reči: *Simulacije livenja, Livenje pod pritiskom, Prelivnici.*

1. UVOD

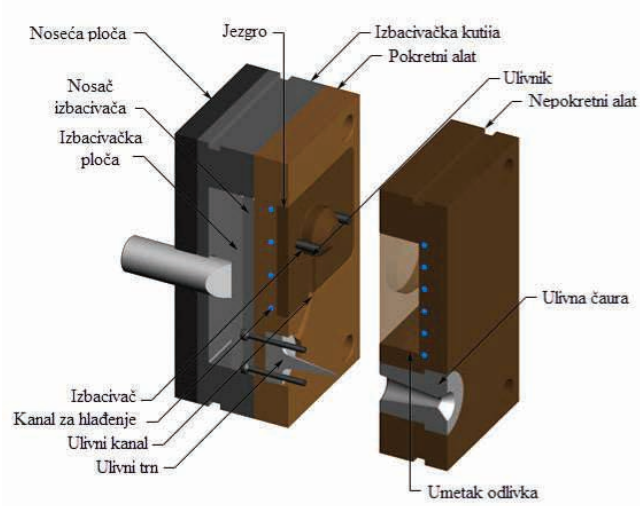
Livenje pod pritiskom

U osnovi livenje pod pritiskom se sastoji od ubrizgavanja rastopljenog metala pod velikim pritiskom u čelični kalup koji se naziva alat za livenje.

Mašine za livenje pod pritiskom se obično klasiraju prema sili zatvaranja kalupa, što predstavlja pritisak koji mašina može da vrši na kalupe. Osnovna razlika mašina za livenje pod pritiskom je u načinu ubrizgavanja liva u kalup. Postoje mašine sa toplom komorom presovanja i mašine sa hladnom komorom presovanja. Jedan ciklus livenja pod pritiskom može da varira od jedne sekunde za male delove do nekoliko minuta za livenje delova većih dimenzija.

Alati za livenje pod pritiskom su složene konstrukcije, sastavljeni iz većeg broja elemenata, međusobno povezanih u dve celine, od kojih jedna celina čini nepokretni deo alata, a druga pokretni deo alata. Nepokretni deo alata se čvrsto vezuje za nepokretni deo mašine i spaja, preko ulivne čaure, sa komorom za presovanje. Pokretni deo alata vezuje se za pokretnu ploču mašine, koja se kreće po vođicama i tako vrši zatvaranje i otvaranje alata i izbacivanje odlivaka [1].

NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz -master rada čiji mentor je bio dr Damir Kakaš, red.prof.



Slika 1. *Alat za toplo komorno livenje – otvoren*

Proces livenja

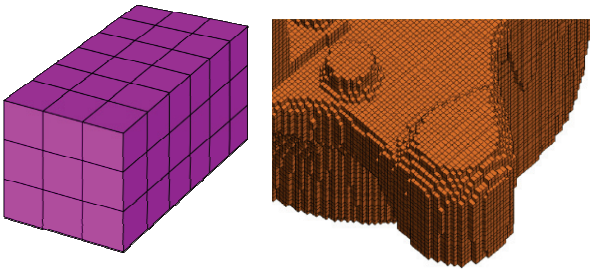
Uz pomoć modelovanja možemo dizajnirati proizvod, upravljati kompleksnim procesima i na kraju analizirati rezultate dobijene na virtuelnom proizvodu.

Jedna od glavnih prednosti modelovanja je to što u početku možemo krenuti od približne pretpostavke procesa a kasnije tokom vremena, kako uviđamo nedostatke, možemo postepeno razvijati model sve dok ne dođemo do željenih rezultata. Kako dodajemo podešavanja model sve vernije imitira procese iz realnih situacija. Simulacija na neki način kompenzuje naše eventualne nedostatke u znanju u vezi datog procesa. Ovaj metod "korak po korak" nam omogućava postizanje iznenađujuće dobrih rezultata za veoma kratko vreme.

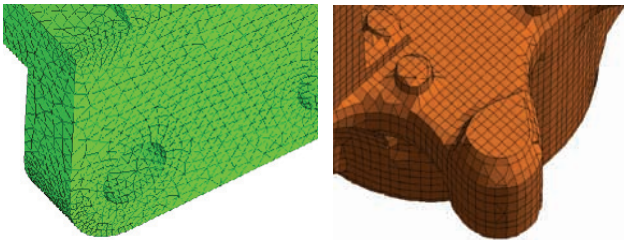
Najočiglednija razlika između softverskih rešenja sigurno je struktura mreže korišćene za diskretizaciju. U principu svi softveri za simulaciju su zasnovani na:

1. Strukturiranoj mreži koja koristi metod konačnih razlika (finite difference) i/ili metod konačnih zapremina (finite volume) ili, *Slika 2*
2. nestrukturiranoj mreži koja koristi metod konačnih elemenata (finite element). *Slika 3*

Treba napomenuti da postoje i softverska rešenja koja nude brzu i (približnu) analizu.



Slika 2. *Pravilna strukturirana mreža*



Slika 3. *Nestrukturirana (FEM) mreža:*
a) tetraedarna; b) pretežno heksaedarna

Osnovne procedure pri modelovanju procesa livenja

Računarsko modelovanje livenja se obično sastoji iz tri faze:

1. predprocesiranje
2. pokretanje simulacije
3. postprocesiranje

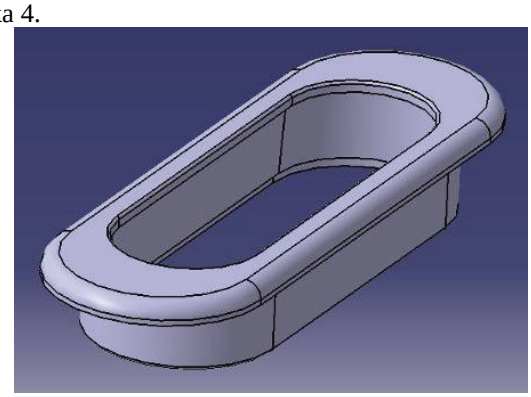
Predprocesiranje je najvažnija faza procesa simulacije livenja jer u njoj korisnik kreira računarski model koji treba da reprezentuje realni proces livenja zadatog predmeta. Sastoji se iz nekoliko koraka: kreiranje geometrije, generisanje mreže, dodeljivanje osobina materijala, definisanje početnih i graničnih uslova, podešavanje parametara simulacije itd.

Postprocesiranje obuhvata vizuelizaciju i analizu rezultata [2].

2.EKSPERIMENTALNI RAD

Izbor reprezentativnog modela

Kao jedan tipičan primer odlivka koji se proizvodi u livnicama u Srbiji izabrana je ručica. S'obzirom da je odlivak relativno jednostavne konstrukcije veoma je pogodan za analizu u okviru nivoa master rada. Jednostavan oblik ručke nam je omogućio veliki broj simulacija u kojima smo varirali znatno više parametara nego što bi to bilo moguće kod komplikovanih elemenata, Slika 4.

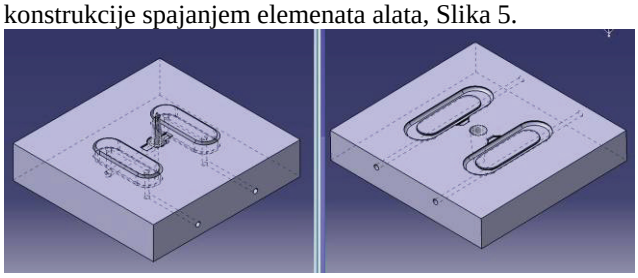


Slika 4. *3D model ručice*

Model alata za livenje pod pritiskom

Za materijal alata je izabran čelik za rad na toplo H13. Ovo je materijal koji se najčešće koristi za radne delove alata za livenje pod pritiskom.

Alat je složene konstrukcije i sastoji se od dva osnovna sklopa, pokretnog i nepokretnog. Zbog složenosti konstrukcije alata, a sa druge strane težnje da se odradi što veći broj različitih simulacija, težilo se uprošćavanju konstrukcije spajanjem elemenata alata, Slika 5.



Slika 5. *pokretni i nepokrteni alat sa sistemom za hlađenje*

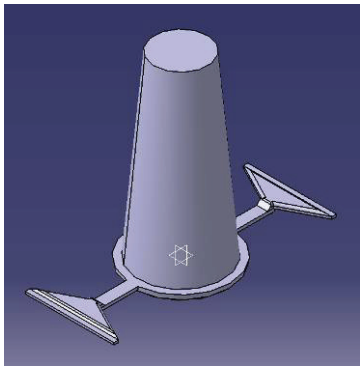
Verzija V1

Dimenzije ulivnog sistema u ovoj verziji su dobijene na osnovu proračuna. Slika 6 (1)

Usvaja se visina ulivnika h_u=0.48mm, nakon čega se dobija širina ulivnika b_u=19.41mm (usvaja se b_u=20mm).

Dimenzije ulivnih kanala se dobijaju pomoću sledećih jednačina:

$b_r = 0.77\sqrt{A_u} = 2.35mm$, usvaja se $b_r = 2.5mm$

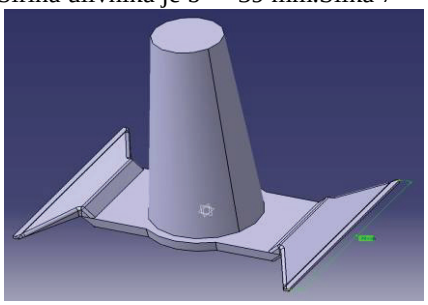


Slika 6. *Dimenzije. ulivnika i ulivnih kanala prema proračunu*

Verzija V4

Nakon razmatranja rezultata prethodnih simulacija došlo se do zaključka da je potrebno povećati poprečni presek ulivnih kanala kao i ulivnika. Dimenzije ulivnog sistema u ovoj verziji takođe su dobijene na osnovu proračuna. (3)

Vrednost visine ulivnika je h ≥ 0.11 mm, usvaja se h = 0.5 mm. Širina ulivnika je b = 39 mm.Slika 7

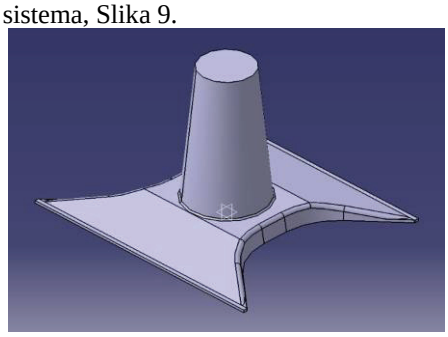


Slika 7 Proširen ulivnik i ul. kanali

Verzija V5
Nakon analize prethodne verzije (V4) u ovoj verziji su povećane dimenzije ulivnika, h = 0.7mm a b = 60mm, Slika 8.

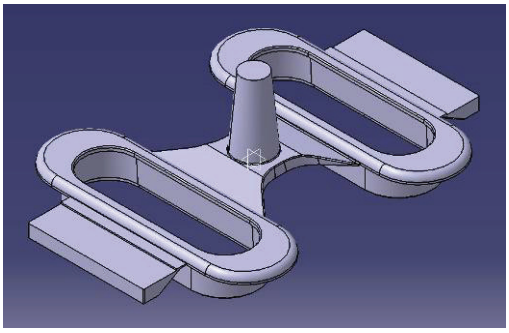
Slika 8. *Širina ulivnika 60mm*

Verzija V7
U cilju ravnomernog kretanja materijala kroz ulivne kanale u ovoj verziji je u odnosu na V5 promenjen oblik ulivnog sistema, Slika 9.



Slika 9. *Promenjen oblik ulivnog sistema*

Verzija P5
U odnosu na V7 o ovoj verziji su dodati prelivnici zapremine 45% u odnosu na zapreminu odlivka.Slika 10

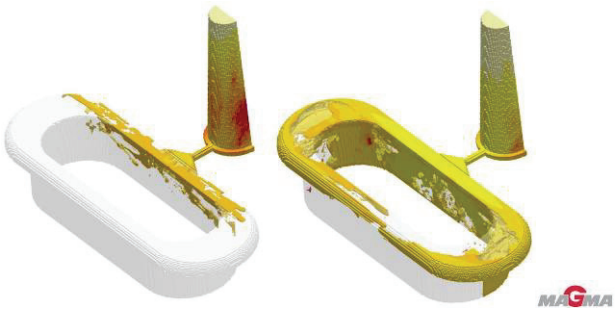


Slika 10. *Odlivak sa prelivnicima 45%*

Simulacije su rađene u softverskom paketu MAGMA5. Materijal odlivka je ZAMAK5 Korišćena su standardna podešavanja za proces livenja zamka.

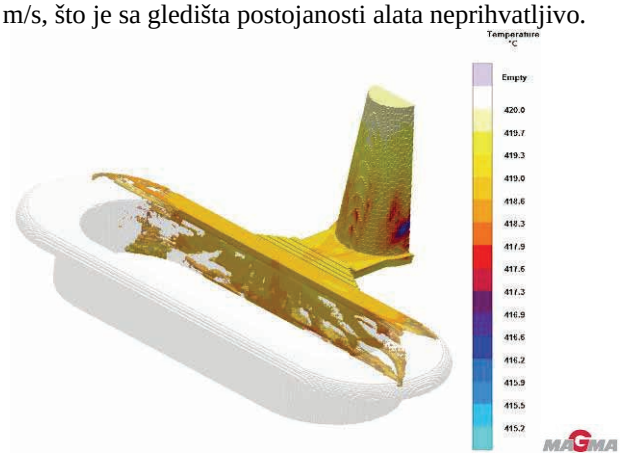
3. REZULTATI I DISKUSIJE

Verzija V1
Sa slike se vidi da se frontovi liva u gornjem delu odlivka dodiruju a da nije uliveno ni 50% materijala. Razlog za ovakvo prskanje liva se nalazi u prevelikoj brzini liva na ulivnim kanalima i u ulivniku. Brzina liva na ovim mestima je u određenim momentima prelazila 190m/s, što je izazvano premalim poprečnim presekom ulivnih kanala.



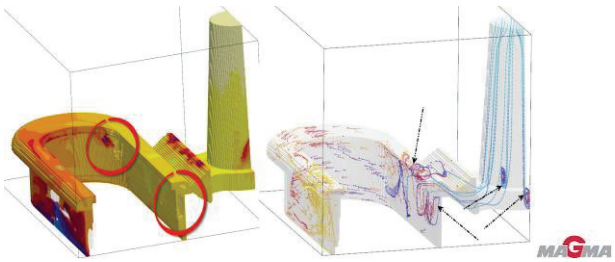
Slika 11. *Raspored materijala tokom popunjavanja kalupa V1*

Verzija V4
Dobijene dimenzije ulivnika su delovale realnije u odnosu na prethodni proračun, međutim dobijeni rezultati i dalje nisu zadovoljavajući. Kretanje fronta liva je neravnomerno Slika 12, brzina liva na ulivniku je 70-75 m/s, što je sa gledišta postojanosti alata neprihvatljivo.



Slika 12. *Kretanje liva tokom popunjavanja kalupa V4*

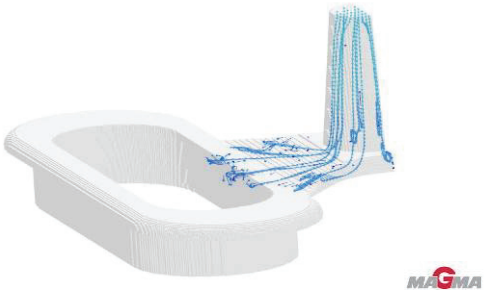
Verzija V5
Slika 13levo prikazuje lokacije na odlivku gde može doći do pojave vazdušnih džepova i zahvaćenog vazduha unutar zapremine liva, što kasnije uzrokuje nastanak gasne poroznosti. Naravno, nakon dopresovavanja dolazi do ulivanja dodatnog materijala u kalup što bi u značajnoj meri smanjilo veličinu mehurova zarobljenog gasa. Slika 13desno prikazuje strujnice (putanje) čestica liva. Crne strelice pokazuju lokacije gde se liv kreće vrtložno. Te lokacije su interesantne za razmatranje jer materijal tokom vrtložnog kretanja zahvata vazduh i na tim mestima je povećana mogućnost pojave gasne poroznosti i vidljivih strujnica. Oksidacijom slobodne površine liva formira se oksidna opna koja se može pojaviti na površini materijala (strujnice).
Ukoliko obratimo pažnju na mesto gde se spajaju dva fronta liva možemo primetiti da je temperatura rastopljenog materijala znatno niža od temperature na ulivnom trnu (404,3 °C - temperatura liva, 380-386 likvidus i solidus temperatura materijala). Tako pothlađen materijal teže popunjava kalupnu šupljinu, što često rezultuje pojavom nedolivenosti. Situacija u kojoj dva fronta pothlađenog liva ne uspevaju da se međusobno izmešaju u dovoljnoj meri, da bi formirali kontinualnu celinu, najčešće rezultuje pojavom hladnog vara.



Slika 13. *Raspored materijala i gasna poroznost V5*

Verzija V7

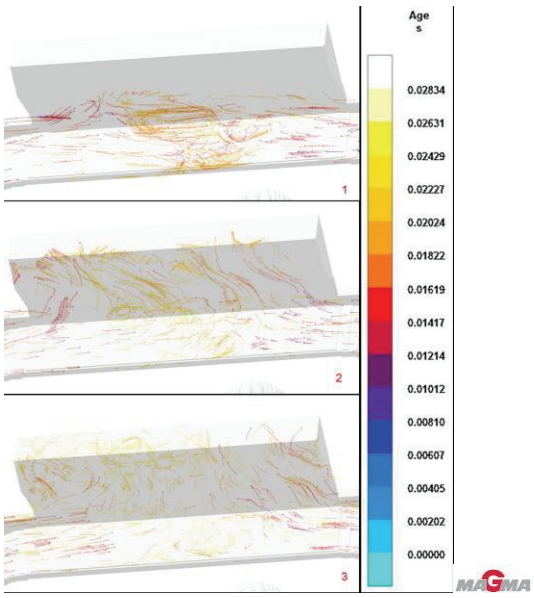
Slika 14 prikazuje raspored strujnica na početku popunjavanja kalupne šupljine. Ukoliko uporedimo sa rasporedom strujnica u V6 **Error! Reference source not found.** i **Error! Reference source not found.**, možemo zaključiti da liv prolazi ravnomerno kroz ulivnik (nema odbijanja liva od ulivnika i kretanja u suprotnom smeru). Pored toga u momentu kada je uliveno 96.01% liva najniža temperatura rastopljenog materijala iznosi (u V7) 406,6°C za razliku od 404,5°C u V5. Veća temperatura liva na kraju ulivanja smanjuje mogućnost pojave hladnog vara i nedolivenosti.



Slika 14. *Raspored strujnica V7*

Verzija P5

Slika 15 prikazuje kretanje strujnica materijala od momenta spajanja dva fronta liva (slika1), kada je uliveno 78% liva pa do trenutka kada je uliveno 96% liva (slika3). Žuta boja predstavlja čestice materijala koje su prve ušle u gravuru alata. Na slikama se jasno vidi kako su strujnice usmerene ka prelivniku i kako tokom popunjavanja alata većina završava u istom, a sa njima i oksidi i ostale nečistoće nepoželjne za kvalitet odlivka.



Slika 15. *Raspored strujnica*

Tehno-ekonomska analiza

Odnos korisnog i povratnog materijala je:

1. Alat sa dva gnezda 58% korisnog materijala
2. Alat sa četiri gnezda 52% korisnog materijala
3. Alat sa šest gnezda 40% korisnog materijala
4. Alat sa osam gnezda 34% korisnog materijala.

Proračunata cena jednog odlivka je:

1. Alat sa dva gnezda 33.2 rsd
2. Alat sa četiri gnezda 32.2 rsd
3. Alat sa šest gnezda 32,2 rsd
4. Alat sa osam gnezda 32.3 rsd.

4. ZAKLJUČAK

Verzija V7 je dala veoma dobre rezultate. Optimizacijom ulivnog sistema se postiglo ravnomerno kretanje liva tokom prolaska kroz ulivni sistem, materijal se kroz ulivne kanale kretao usmereno, front liva se kretao ravnomernije nego u prethodnim verzijama, brzina liva na ulivniku je bila oko 35m/s, temperatura na mestu spajanja dva fronta liva je iznosila prihvatljivih 406,6°C (što isključuje mogućnost pojave hladnog vara i nedolivenosti). Što se tiče pojave gasne poroznosti zaključeno je da početna temperatura liva od 420°C daje najbolje rezultate.

U ovom radu su primenjeni prelivnici na nekoliko verzija ulivnog sistema. Verzija P5 u odnosu na ostale verzije daje najbolje rezultate. Za istu zapreminu prelivnika najveća količina oksidisanog materijala (materijala koji je bio u kontaktu sa vazduhom) je završila u verziji P5.

Tehno-ekonomska analiza

Iako je stepen korisnog materijala najveći na primeru alata sa dva gnezda, ipak se dobija niža cena odlivka na primerima alata sa više gnezda. Ukoliko bi se uspešno smanjila zapremina ulivnog sistema, razlika u ceni bi bila još veća. Čak i ako bi ostao gore pomenuti odnos korisnog i povratnog materijala, alat sa osam gnezda bi trebalo da bude najpovoljniji za eksploataciju, u odnosu na alat sa dva gnezda za isto vreme se dobije 400% više proizvoda.

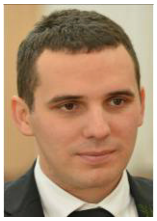
5. LITERATURA

[1] **Kovač, Dr. Risto.** *Tehnologija izrade odlivaka.* Novi Sad : Fakultet tehničkih nauka, 2002.

[2] **Kovačević, Lazar.** *Modelovanje procesa livenja.* Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad : 2007.

[3] **Ward, Mike.** *Gating Manual.* NADCA, USA : 2006.

Kratka biografija:



Dejan Lazić rođen je u Užicu 1983 godine. Upisao Fakultet tehničkih nauka 2002. godine. Smer Tehnologije u proizvodnom mašinstvu. Diplomski master rad na temu Simulacije procesa livenja pod pritiskom odbranio na FTN 2015. godine.

Prof. dr Damir Kakaš rođen je u Novom Sadu 1946. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1982. godine u Novom Sadu, a od 1994. godine je u zvanju redovni professor Univerziteta u Novom Sadu. Profesionalne, nastavne i naučne oblasti su mu: termička obrada, inženjerstvo površina i nanotehnologije, tehnologije livenja.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK (Upisuje biblioteka, ostaviti jedan red)

ПРОЈЕКТОВАЊЕ ПОСТУПКА ТЕХНОЛОГИЈЕ ТЕРМИЧКЕ ОБРАДЕ СКЛОПНИХ ДЕЛОВА ЗА ТРАНСПОРТ У РУДАРСКОЈ ИНДУСТРИЈИ

DESIGN PROCESS OF HEAT TREATMENT TECHNOLOGY OF SWITCHING PARTS FOR TRANSPORT IN THE MINING INDUSTRY

Синиша Лазендић, Бранко Шкорић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – МАШИНСТВО

Кратак садржај – *У овом раду извршена је анализа врсте челика за израду транспортних система у рударској индустрији, на основу чега су одређени и поступци термичке обраде за изабране радне комаде. Обављен је прорачун и конструисан је уређај за поступак термичке обраде побољшавања. Пројектован је комплетан погон за термичку обраду.*

Abstract – *In this paper are analysed the types of steel for making transport systems in the mining industry, on the basis of wich are selected processes of heat treatment for chosen work pieces. It was performed calculation and constructed device for hardening. Complete facility for heat treatment was designed.*

Кључне речи: *цементација, побољшавање, пројектовање уређаја за побољшавање, пројектовање погона.*

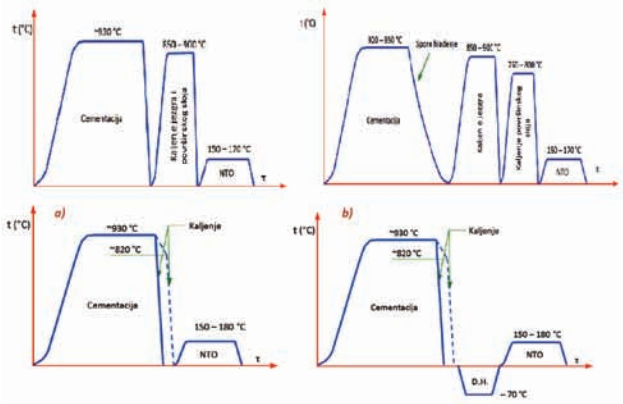
1. UVOD

Према унапред дефинисаној количини производње било је неопходно пројектовати погон за термичку обраду, који ће испунити све захтеве у погледу функционалности, производности и економичности.

Након анализе и избора врсте челика за дате радне комаде као и поступка термичке обраде, прорачуната су времена загревања и задржавања чиме је дефинисан ток поступака термичке обраде. За потребе поступка побољшавања пројектован је и конструисан уређај (пећ). Детаљном анализом производног погона усвојена је и неопходна опрема за остваривање постављених технолошких услова. Урађено је и идејно решење погона.

2. ЦЕМЕНТАЦИЈА

Цементација је најстарији и најраспрострањенији поступак површинског повећавања тврдоће код челика. Поступак цементације се огледа у наугљеничењу површинског слоја меког и жилавог челика са малим садржајем угљеника, најчешће испод 0,3 %. Након цементације изводи се каљење како би се повећала тврдоћа само у наугљениченом површинском слоју, док језгро комада остаје жилаво због малог садржаја угљеника (Слика 1.). Делови који су предвиђени за цементацију претходно су машински обрађени, јер се тврди слој после цементације и каљења не може обрађивати (резањем). Једина накнадна обрада која се врши јесте брушење, у случају деформације комада и промене димензија које се јављају после каљења. Битно је нагласити да се цементирани делови могу механички обрађивати, и то резањем али после поступка цементације а пре каљења.



Слика 1. *Примери цементације са каљењем и ниско температурним отпуштањем.*

Делови за цементацију стављају се у средину која садржи активно средство са угљеником. Та средина мора бити загрејана изнад температуре A_3, како би се омогућило лакше растварање угљеника. Процес цементације се одвија на високим температурама реда величине 900-950 °C. Без обзира на врсту средства за цементацију, наугљеничавање се одвија преко гасовите фазе. На распоред садржаја угљеника, дубину цементације као и брзину самог процеса одлучујући утицај има активност средства за наугљеничење. Средства у којима се изводи поступак цементације могу бити:

- чврста,
- течна,
- гасовита средства.

2.1. Челици за цементацију

Челици за цементацију су конструкциони челици са малим садржајем угљеника (0,1-0,25 %), који се користе за делове код којих се површински слој цементира, како би се постигле одређене механичке и друге употребне особине. Садржај угљеника има пресудан значај на образовање структуре језгра комада. Повећањем садржаја угљеника у челику за цементацију повећавају се механичке особине језгра, па се тако може прописати мања дубина цементације јер је површинска чврстоћа већа због веће чврстоће језгра. За постизање одређене тврдоће при већем садржају

НАПОМЕНА:
Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Бранко Шкорић, ред. проф.

угљеника потребно је мање наугљеничење, а тиме је и време цементације краће. Према хемијском саставу челици за цементацију могу да буду угљенични и легирани.

2.2. Угљенични челици за цементацију

Ови челици су нискоугљенични челици са садржајем угљеника до 0,2 % (Č1120, Č1121, Č1220, Č1221), имају малу прокаљивост. Употребљавају се за израду делова малих димензија и једноставних облика, изложених хабању и малим оптерећењима, где се не захтева висока чврстоћа језгра. Најповољнија жилавост језгра постиже се ако је садржај угљеника до 0,3 %. После цементације и каљења код ових челика се може постићи тврдоћа у вредности од 60-65 HRC. Угљенични челици за цементацију примењују се углавном за мање оптерећене делове који треба да буду отпорни на хабање.

2.3. Легирани челици за цементацију

Легирајући елементи имају мали утицај и на особине цементираног слоја, ола-кшавајући повећање његове тврдоће, а пре свега значајним смањењем критичне брзине хлађења при каљењу. На повећање тврдоће легирајући елементи немају велики утицај, јер тврдоћа углавном зависи од садржаја угљеника. Једна од би-тнијих особина на коју утичу легирајући елементи јесте стабилизација тврдоће каљеног слоја од ефекта отпуштања, што је важна особина када су у питању радне температуре комада више од собне. Ови челици су нисколегирани са хромом, манганом, никлом, молибденом, са садржајем угљеника 0,18-0,24 % (Č4120, Č4320, Č5420, Č4720). Поред легирајућих елемената који потпомажу наугљеничењу (W, Mo, Co, Cr, Ti), имамо и елементе који коче тај процес (Si, Ni, Mn), а ако се налазе у већој количини могу га сасвим спречити. Према легирајућим елементима, легирани челици за цементацију се могу поделити на:

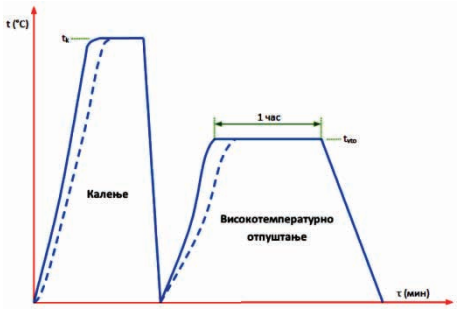
- хромне,
- никлове,
- хромно-манганске,
- хром-манган-молибденске,
- хром-никлове,
- хром-манган-титанове и
- хром-манган-борне челике.

3. ПОБОЉШАВАЊЕ

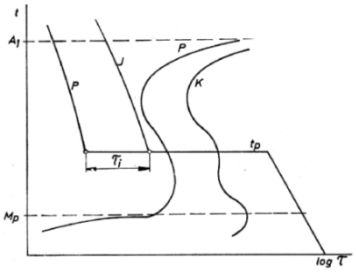
Поступак термичке обраде који се састоји из каљења и високог отпуштања назива се побољшавање. Побољшавање се врши са циљем како би се структура и особине комада на које штетно утичу поступци машинске обраде (ливење, пластично деформисање, обрада резањем итд.), знатно поправиле и ускладиле са условима примене комада. Подвргавањем тих комада поступку побољшавања постижу се високе вредности затезне чврстоће, динамичке чврстоће, жилавости. Овом обрадом се одстрањују и све грешке у погледу особина као што су промене структуре или стварање заосталих напона. Побољшавање има повољан утицај на динамичку чврстоћу, која расте са порастом статичке тврдоће. Динамичка чврстоћа у побољшаном стању зависи само од тврдоће побољшавања. Захтеване особине се са побољшавањем у одређеним границама могу контролисати.

У машинству овај поступак се користи за све одговорне оптерећене делове. Треба имати на уму да са порастом чврстоће опада жилавост, што се у пракси често занемарује димензионисањем делова преко границе развлачења или чврстоће. Поступак побољшавања се изводи на посебно развијеним челицима опште намене који се зову челици за побољшавање. Такође, побољшавање се исто тако може изводити и на челицима за опруге, цементацију, ватроотпорним, алатним и др. Структура побољшавања може се постићи на два начина:

- комбинованим поступком (Слика 2.),
- изотермном трансформацијом (Слика 3).



Слика 2. *Графикон побољшавања комбинованим поступком.*



Слика 3. *Графикон побољшавања изотермним поступком.*

3.1. Угљенични челици за побољшавање

Ови челици се употребљавају за израду делова пресека до 100 mm. Главни утицај на особине угљеничних челика за побољшавање има угљеник. Поред угљеника, мањи утицај имају манган, фосфор и сумпор. Садржај угљеника у овим челицима износи 0,3-0,5 %. Племенити угљенични челици имају боље особине, јер садрже мање нечистоћа. Највећи негативан утицај нечистоћа јесте на површинске особине. Према садржају сумпора и фосфора, угљенични челици се могу поделити на:

- квалитетне челике са највише 0,045 % P и S и
- племените челике са највише 0,035 % P и S.

Највише механичке особине се добијају ако је поступак побољшавања обављен каљењем целог пресека на потпуно мартензитну структуру, што је могуће само код делова мањих димензија због мале прокаљивости угљеничних челика. За израду конструкционих делова који су мање оптерећени употребљавају се челици Č1330, Č1430, а за оптерећеније делове Č1530, Č1531, Č1580, Č1630, Č1631, Č1680, Č1730, Č1731, Č1780.

3.1. Легирани челици за побољшавање

За израду делова већег попречног пресека до 250 *mm*, употребљавају се челици легирани са хромом, никлом, манганом, молибденом и ванадијумом. Додавање легирајућих елемената код челика за побољшавање пре свега се врши ради повећања прокаљивости тих челика, али и за побољшавање њихових механичких особина. За разлику од угљеничних, легирани челици имају већу прокаљивост. Легирани челици за побољшавање садрже 0,25-0,6 % угљеника (Č3134, Č4130, Č4731, Č4830). Према легирајућим елементима, легирани челици за побољшавање могу се поделити на:

- манганске,
- хромне,
- хромно-молибденске,
- хромно-ванадијумске,
- хромно-молибденско-ванадијумске и
- хромно-никлово-молибденске челике.

4. ПРЕДЛОГ ТЕХНОЛОГИЈЕ ТЕРМИЧКЕ ОБРАДЕ

За асортиман задатих радних комада које је потребно цементирати, изабран је поступак у гасовитом средству. Предности овог поступка су:

1. Механизација и аутоматизација је могућа због довољне изучености процеса;
2. краткотрајна припрема за цементацију;
3. дубину цементираног слоја и распоред садржаја угљеника могуће је лако контролисати;
4. принудном циркулацијом равномерно загрејане атмосфере остварују се мањи топлотни напони у комадима као и њихова деформација;
5. најповољнија је могућност директног каљења.

За асортиман задатих производа које је неопходно побољшати, изабран је комбиновани поступак. Предности овог поступка су:

1. Боље механичке особине комада него након поступка изотермног побољшавања;
2. при високим температурама отпуштања може се обавити побољшавање по целом пресеку комада;
3. могуће је побољшавање челика са вишим критичним брзинама хлађења.

5. ПРОРАЧУН ВРЕМЕНА ЗАГРЕВАЊА

Прорачун времена загревања комада се врши на основу Биовог и фуријеовог критеријума. У наставку ће бити приказан само део овог прорачуна због ограничености простора.

Прорачун времена загревања за осовину:

- Биов критеријум:

$$B_i = \frac{\alpha}{\lambda} \cdot X = \frac{100}{32{,}6} \cdot 0{,}018 = 0{,}055 \qquad (1)$$

Где је:

- Коефицијент топлотне проводљивости (табела Ц.5 на стр. 187) [1]:
$$\lambda = 32{,}6 \frac{W}{m°C} \qquad (2)$$
- Коефицијент преноса топлоте (табела П.1.4):
$$\alpha = 100 \frac{W}{m^2°C} \qquad (3)$$
- Карактеристична димензија:
$$X = \frac{36}{2} = 0{,}018\, m \qquad (4)$$
- Коефицијент температурне проводљивости:

$$a = \frac{\lambda}{C \cdot \rho} = \frac{32{,}6}{669{,}6 \cdot 7830} = 6{,}2 \cdot 10^{-6} \frac{m^2}{s} \qquad (5)$$

Где је:

- Специфична топлота (табела Ц.6 на стр.187) [1]:
$$C = 669{,}6 \frac{J}{kg°C} \qquad (6)$$
- Густина (табела Ц.5 на стр. 187) [1]:
$$\rho = 7830 \frac{kg}{m^3} \qquad (7)$$
- Температурни критеријум:

$$\Phi_m = \frac{t_j - t_s}{t_o - t_s} = \frac{650 - 650}{20 - 650} = 0 \qquad (8)$$

- Време загревања:

$$\tau_z = F_o^j \cdot \frac{X^2}{a} = 70 \cdot \frac{0{,}018^2}{6{,}2 \cdot 10^{-6}} = 60\, min \qquad (9)$$

Где је:

- Фуријеов критеријум (дијаграм Ц.30 на стр. 178) [1]:
$$F_o^j = \frac{a \cdot \tau_z}{X^2} = 70 \qquad (10)$$

Време задржавања на температури предгревања од 650 *°C*, по препоруци износи 25 *min*.

Прорачун времена за загревање на температуру каљења идентичан је приказаном прорачуну за предгревање, и износи:

$$\tau_z = F_o^j \cdot \frac{X^2}{a} = 45 \cdot \frac{0{,}018^2}{4{,}8 \cdot 10^{-6}} = 50\, min \qquad (11)$$

Време задржавања на температури каљења од 860 *°C*, по препоруци износи 30 *min*, док време хлађења износи 10 *min*. Хлађење се врши у уљу.

Прорачунато време загревања за отпуштање износи:

$$\tau_z = F_o^j \cdot \frac{X^2}{a} = 100 \cdot \frac{0{,}018^2}{7{,}1 \cdot 10^{-6}} = 76\, min \qquad (12)$$

6. ИЗБОР ОПРЕМЕ ЗА ПОГОН ТЕРМИЧКЕ ОБРАДЕ

Извршен је одабир опреме која треба да задовољи технолошке захтеве као и функционалност погона.

Табела 1. *Преглед потребне опреме.*

Број	*Назив уређаја*	*Произвођач*	*Количина*
1.	Коморна електрична пећ са принудном циркулацијом ваздуха	Конструисани уређај	2
2.	Коморна електрична пећ са принудном циркулацијом ваздуха за високотемпературно отпуштање N675/65 HA	Nabertherm	2
3.	Коморна електрична пећ са принудном циркулацијом ваздуха за поступак гасне цементације RTQF–5	Ipsen	2
4.	Коморна електрична пећ са принудном циркулацијом ваздуха за нискотемпературно отпуштање N500/45 HA	Nabertherm	1
5.	Када за хлађење у уљу KLO 1250/01	LAC	1
6.	Машина за прење и одмашћивање WPSD 7-E	Ipsen	1
7.	Уређај за мерење тврдоће RAS (N)	Nabertherm	1

7. ПРОРАЧУН УРЕЂАЈА ЗА ПОБОЉШАВАЊЕ

За потребе термичке обраде побољшавања комада (осовина и ламела), потребно је извршити прорачун и конструисати пећ за каљење. Пећ је коморног типа са димензијама радног простора 700 x 1100 x 550 *mm* (Слика 4.). Због ограничености простора биће приказан део прорачуна. Прорачун пећи се састоји из:

- прорачуна топлотних губитака кроз зидове пећи,
- прорачуна снаге пећи.

7.1. Прорачун губитака кроз зидове пећи

Укупни топлотни губици кроз зидове, врата и вентилатор пећи одређују се према следећем изразу:

$$q_{uk} = k \cdot (2 \cdot q_{bz} + q_p + q_{gz} + q_{zz} + q_v + q_{ven}) \qquad (13)$$

Где је:

- k – коефицијент сигурности,
- q_{uk} – укупни губици,
- $2 \cdot q_{bz}$ – губици кроз бочне зидове,
- q_p – губици кроз под пећи,
- q_{gz} – губици кроз горњи зид,
- q_{zz} – губици кроз задњи зид,
- q_v – губици кроз врата пећи,
- q_{ven} – губици кроз вратило вентилатора.

Губици кроз зид се добијају према следећем изразу:

$$q_{bz} = \frac{t_{un} - t_{sp}}{\frac{1}{\alpha_{un} \cdot F_1} + \frac{S_{LO}}{\lambda_{LO} \cdot F_I} + \frac{S_D}{\lambda_D \cdot F_{II}} + \frac{S_{OM}}{\lambda_{OM} \cdot F_{III}} + \frac{1}{\alpha_{sp} \cdot F_4}} \qquad (14)$$

Укупни губици пећи износе:

$$q_{uk} = k \cdot (2 \cdot q_{bz} + q_p + q_{gz} + q_{zz} + q_v + q_{ven}) = 5756{,}4\ W \qquad (15)$$

7.2. Прорачун снаге пећи

Снага пећи се рачуна следећим изразом:

$$P = k \cdot \frac{Q_{uk}}{\tau_z + \tau_d} \qquad (16)$$

Где је:

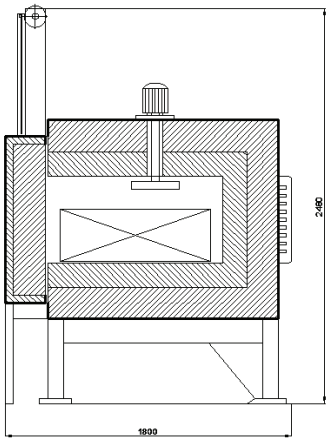
- k – коефицијент сигурности (1,2 ÷ 1,5),
- Q_{uk} – укупна енергија за једну шаржу,
- τ_z – време загревања,
- τ_d – време задржавања

$$Q_{uk} = Q_k + Q_p + Q_{ob} + Q_{ov} \qquad (17)$$

Где је:

- Q_k – корисна енергија коју акумулише шаржа,
- Q_p – енергија коју акумулишу помоћни еле.,
- Q_{ob} – топлотни губици за време загревања и задржавања на температури каљења,
- Q_{ov} – губици кроз отворена врата.

$$P = k \cdot \frac{Q_{uk}}{(\tau_z + \tau_d) \cdot 60} = 83{,}88\ kW \qquad (18)$$



Слика 4.:*Изглед пећи.*

8. ЗАКЉУЧАК

При пројектовању технологије термичке обраде од кључне важности је анализа избора материјала за дате радне комаде у зависности од њихове намене. Правилним избором материјала као и поступка термичке обраде, постиже се жељена структура као и особине материјала.

Поред задовољених технолошких захтева опреме али и економске исплативости, такође је потребно обезбедити функционалност пројектованог погона. То се постиже одговарајућим распоредом изабране опреме као и просторија унутар погона, обезбеђујући бољу организацију тока материјала са смањењем трошкова и времена при манипулацији, чиме се повећава производност погона.

9. ЛИТЕРАТУРА

[1] Илија Пантелић: Технологија термичке обраде челика 1 , Нови Сад 1974.
[2] Илија Пантелић: Технологија термичке обраде челика 2 , Нови Сад 1974.
[3] Проф. др. Бранко Шкорић: Предавања и вежбе.

Kratka biografija:

Синиша Лазендић рођен је у Зеници 1989. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Машинства – Пројектовање технологије термичке обраде одбранио је 2015.год.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 532

RAZVOJ CIKLONA PRIMENOM RAČUNARSKE DINAMIKE FLUIDA

DEVELOPMENT OF THE CYCLONE USING COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

Milan Marinković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – *Predmet istraživanja prikazan u ovom radu jeste centrifugalni separator, uređaj koji služi za odvajanje čvrstih čestica i tečnih kapljica iz vazdušne struje, takozvani ciklon. Cilj rada bio je da se primenom CFD (Computational Fluid Dynamics - računarske dinamike fluida) odredi zavisnost ulazne brzine strujanja i pada pritiska na ciklonu. Na ovaj način bi se ilustrovala mogućnost primene CFD-a u razvoju ciklona. Da bi se verifikovali rezultati numeričke simulacije korišćen je ciklon standardnih dimenzija tip UC-38 spoljašnjeg prečnika 250 mm. Verifikacija rezultata numeričke simulacije izvedena je poređenjem pada pritiska određenog iz poznatog poluempirijskog matematičkog modela ciklona i pada pritiska dobijenog numeričkom simulacijom. Postignuto je dobro slaganje rezultata matematičkog modela i rezultata numeričke simulacije. Razlika u padu pritisaka kreće se u granicama od +/-4%.*

Abstract – *The subject of the research presented in this paper is inertial device for separation of solid and liquid particles from the air stream, known as cyclone. The aim of this study was to determine the dependence of the inlet flow velocity and pressure drop of cyclone applying CFD (Computational Fluid Dynamics). In this way would be illustrate the possibility of applying CFD in the development of cyclones. In order to verify the results of numerical simulation a cyclone of standard proportions type UC-38 with outer diameter of 250 mm was used. Verification of the results of numerical simulation was performed by comparing the pressure drop calculated from a known semi-empirical mathematical model of the cyclone and pressure drop obtained by numerical simulation. Very good agreement between the results obtained from the known semi-empirical mathematical model and the results obtained by numerical simulation was achieved. The difference in pressure losses is in the range of +/- 4%.*

Ključne reči: *ciklon, CFD, k – ω model turbulencije*

Key words: *cyclone, CFD, k – ω turbulence model*

1. UVOD

U poslednje vreme sve više se primenjuje CFD za potrebe simulacije strujanja gasa kroz ciklone. Zbog svog kompleksnog strujanja cikloni su pravi izazov za istrazivače koji se bave CFD-om. Istrazivači smatraju da se primenom CFD-a može znatno bolje razumeti kompleksno strujanje unutar ciklona i samim tim znatno poboljšati karakteristike cikona (Bernardo and Mori, 2003), (Narasimha et al, 2010) i (Gligor et al, 2014).

Istraživanje i razvoj ciklona primenom CFD-a odvija se u dva pravca: istraživanje uticaja geometrije na parametre rada ciklona i uticaj strujnih uslova na parametre rada ciklona.

Grupa autora (Chuah et al, 2009) primenila je CFD za istraživanje uticaja geometrije na protok i centrifugalne sile koje se javljaju prilikom strujanja u ciklonima. Martignoni i dr (Martignoni et al, 2007) primenom CFD-a pokazali su kako geometrija utiče na sledeće karakteristike ciklona: stepen efikasnosti, pad pritiska, tangencijalnu brzinu i polje pritiska. Wasilewski i dr. (Wasilewski et al, 2013) prikazali su uticaj geometrije na sledeće karakteristike ciklona: stepen efikasnosti, trajektoriju čvrstih čestica i raspored statičkog pritiska i brzine strujanja u uzdužnoj ravni ciklona.

Gimbun i dr. (Gimbun et al, 2004a) primenili su CFD kako bi predvideli uticaj temperature, pritiska i ulazne brzine strujanja na stepen efikasnosti prečišćavanja gasnih ciklona. Ista grupa autora je u svom drugom istraživanju (Gimbun et al, 2004b) koristila CFD da bi ustanovila ponašanje ciklona pri visokim temperaturama. Wang i dr. (Wang et al, 2003) primenom CFD-a pokazali su uticaj veličine čestice i brzine strujanja na stepen efikasnosti ciklona.

Prilikom dimenzionisanja ciklona mora da se vodi računa kako o potrebnom stepenu korisnosti ciklona, tako i o padu pritiska fluidne struje kroz ciklon i brzini strujanja fluida na izlazu iz ciklona. U navedenom kratkom pregledu literature može da se uoči da je određivanje stepena korisnosti ciklona primenom CFD-a bio predmet interesovanja mnogih autora u prošlosti. Stepen korisnosti ciklona je u više istraživanja uspešno određen primenom CFD-a.

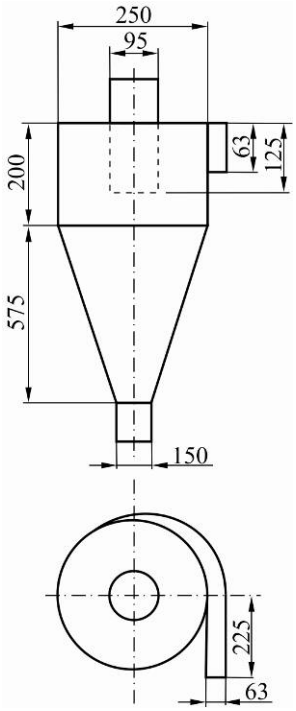
Cilj ovog rada je da se ispita uticaj ulazne brzine strujanja vazduha na pad pritiska kroz ciklon primenom CFD-a. Ova zavisnost je kod različitih tipova standardnih ciklona poznata, opisana poluempirijskim matematičkim modelima. Upravo će se poznati poluempirijski model koristiti za verifikaciju rezultata numeričke simulacije. Verifikacijom rezultata numeričke simulacije ilustrovaće se mogućnost primene CFD–a za potrebe razvoja ciklona.

2. MATERIJAL I METOD

U cilju određivanja zavisnosti ulazne brzine strujanja vazduha v_{in} i pada pritiska Δp_c primenom CFD–a koristiće se u literaturi dobro ispitan tip ciklona UC–38 (Šašić,

NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Siniša Bikić, docent.

1990). Radi se o ciklonu standardnih dimenzija, gde je za potrebe ispitivanja korišćen ciklon spoljašnjeg prečnika D_s = 250 mm, *slika 1*.



Slika 1. *Geometrija korišćenog ciklona tipa UC-38 spoljašnjeg prečnika Ds = 250 mm (*Šašić, 1990*)*

Pad pritiska vazduha kroz ciklon odredjuje se iz jednačine (Šašić, 1990):

$$\Delta p_c = \zeta_c \frac{1}{2} \rho v_{in}^2 , \qquad (1)$$

gde su:

ζ_c – koeficijent otpora ciklona [-],
ρ – gustina vazduha [kg/m^3] i
v_{in} = 12 - 18 – brzina vazduha na ulazu u ciklon [m/s].

Za navedene vrednosti brzina strujanja vazduha na ulazu u ciklon brzine strujanja vazduha u izlaznoj cevi ciklona obično iznose v_{out}= 4 – 8,5 m/s (Šašić, 1990).

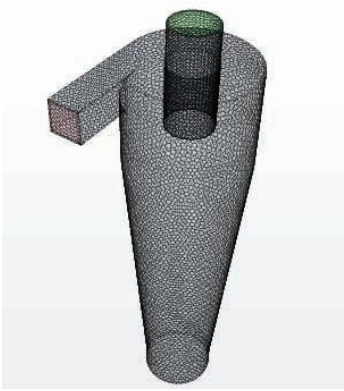
Za tip ciklona UC-38 koeficijent lokalnog otpora cikona glasi:

$$\zeta_c = 20 D_s , \qquad (2)$$

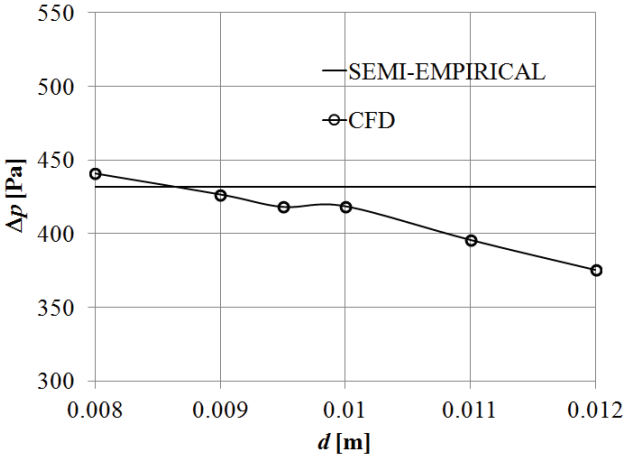
gde je *Ds* – spoljašnji prečnik ciklona [m].

Za potrebe numeričke simulacije korišćen je komercijalni programski paket STAR CCM+.

Na modelu su korišćeni sledeći tipovi granica: na ulazu "velocity inlet" sa konstantnim vrednostima brzina strujanja, na izlazu „split outlet", dok ostatak modela ima granice tipa „wall". Razlika između mrežnog i fizičkog modela je samo u tome što je kod mrežnog modela na dnu ciklona granica tipa "wall". Granica tipa "wall" podešena je da bude glatka i bez klizanja. Diskretizacija parcijalnih diferencijalnih jednačina urađena je metodom konačnih zapremina, dok je diskretizacija prostora urađena nestruktuiranom poliedarskom mrežom, *slika 2*. Ilustracije radi za vrednost brzine strujanja vazduha na ulazu u ciklon od v_{in} = 12 m/s, broj poliedarskih ćelija je bio 60495, prosečna veličina ćelije je bila 0,01 m, dok je veličina poliedarske ćelije u blizini zida bila 0,0025 m. Veličina poliedarske ćelije *d* dobijena je pomoću analize osetljivosti mreže, *slika 3*.



Slika 2. *Nestruktuirana poliedarska mreža*



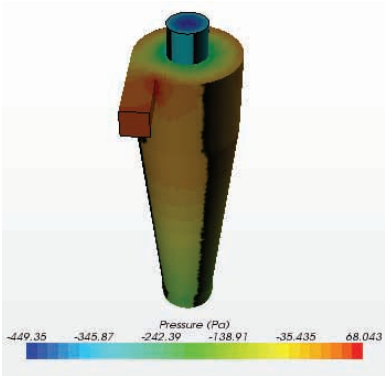
Slika 3. *Veličina poliedarske ćelije za brzinu strujanja vazduha na ulazu u ciklon od v_{in} = 12 m/s*

Model turbulencije bio je *k*-ω. Početni uslovi za veličine turbulencije bili su: intezitet turbulencije 0,01, turbulentna viskoznost 10 i turbulentna dužina 0,01 m.

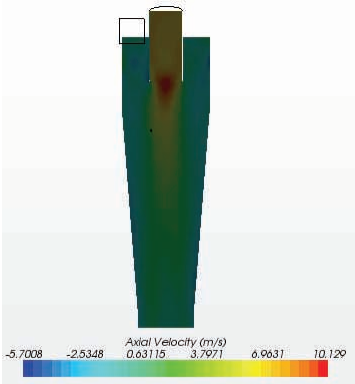
Korišćena su dva standardna kriterijuma konvergencije: vrednost relativnih ostataka <0,001 i vrednost fizičke veličine od interesa (između poslednje dve iteracije <1%).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Ilustracije radi prikazani su polje pritiska na granici mrežnog modela (*Slika 4*) i polje aksijalnih komponenti brzina strujanja na uzdužnoj ravni (*Slika 5*) za ulaznu brzinu strujanja v_{in} = 12 m/s.



Slika 4. *Polje pritiska na granici mrežnog modela za ulaznu brzinu strujanja v_{in}=12 m/s*



Slika 5. *Polje aksijalnih komponenti brzine strujanja na uzdužnoj ravni za ulaznu brzinu strujanja v_{in}=12 m/s*

U *tabeli 1* može da se uoči da je relativna razlika ε padova pritiska dobijenih rezultatima CFD-a i poluempirijskim modelom za tip ciklona UC–38 u granicama od +/- 4 %. Na ovaj način su verifikovani rezultati numeričke simulacije, a ujedno je i potvrđeno da primenom CFD-a može dobro da se predvidi pad pritiska kroz ciklon. Greška u predviđanju pada pritiska CFD-om je reda veličine greške merenja.

Tabela 1. *Vrednosti padova pritiska za ciklon tipa UC-38 spoljašnjeg prečnika Ds = 250 mm*

v_{in} [m/s]	Δp_c [Pa]	Δp_{CFD} [Pa]	ε [%]
12	432	418,6	-3,20
13	507	498,8	-1,64
14	588	576,9	-1,92
15	675	681,1	0,89
16	768	783,1	1,92
17	867	892,3	2,83
18	972	1009,1	3,67

4. ZAKLJUČAK

Za slučaj ciklona standardnih dimenzija tipa UC–38 spoljašnjeg prečnika 250 mm uspešno su verifikovani rezultati numeričke simulacije. Razlika u padovima pritisaka dobijenih na osnovu poznatog poluempirijskog matematičkog modela ciklona i rezultata numeričke simulacije je u granicama +/- 4%. Radi se o razlici koja je reda veličine greške merenja. Na ovaj način je u radu rezultatima numeričkih simulacija uspešno potrvđena zavisnost ulazne brzine strujanja i pada pritiska za ovaj tip ciklona standardnih dimenzija. Rezultati dobijeni u radu u skladu su sa dosadašnjim rezultatima istraživanja ciklona primenom CFD-a i doprinose stavu autora da CFD može uspešno da se koristi za razvoj ciklona. Pored toga što primena CFD-a znatno olakšava razumevanje kompleksnog strujanja unutar ciklona i samim tim može poboljšati karakteristike ciklona, primena CFD-a mogla bi znatno da olakša dimenzionisanje ciklona. Naročito bi se olakšalo dimenzionisanje ciklona koji nemaju standardne dimenzije, ciji su matematički modeli nepoznati, a za kojim postoji potreba u specijalnim okolnostima.

5. LITERATURA

[1] S. Bernardo and M. Mori, “3D simulation of gas flow in a cyclone using a commercial CFD code”, *17th International Congress of Mechanical Engineering*, 1 – 9, 2003.

[2] M. Narasimha and M. S. Brennan, P.N. Holtham and P.K. Banerjee, “Prediction of Magnetite Segregation and Coal Partitioning In Dense Medium Cyclone Using Computational Fluid Dynamics Technique”, *Computational Fluid Dynamics*, Book edited by: Hyoung Woo OH, pp. 287 – 284, 2010.

[3] A.M. Gligor, V.Oleksik, C. Deac, V. Petrescu, “CFD study on eliminating impurities from natural gas flows in cyclone-type separators”, *Annals of the Oradea University*, 1, pp. 311 – 314, 2004.

[4] L.A. Chuah, J. Gimbun, T.S.Y. Choong and A. Fakhru’l-Razi, “CFD Analysis on the Effect of Vortex Finder and Cylindrical Length on Cyclone Hydrodynamics and Centrifugal Forces”, *Journal - The Institution of Engineers*, Vol. 71, pp. 51 – 58, 2009.

[5] W.P. Martignoni, S. Bernardo and C.L. Quintani, “Evaluation of cyclone geometry and its influence on performance parameters by computational fluid dynamics (CFD)”, *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, Vol. 24, pp. 83 – 94, 2007.

[6] M. Wasilewski and J. Duda, “Application of Computational Fluid Dynamics to optimization of cyclone dust separators operated in the cement industry”, *XIV Conference Environmental - CHEMIK 2013*, Vol. 67, pp. 985–994, 2013.

[7] J. Gimbun, , T.S.Y. Choong, T.G. Chuah, and A. Fakhru’l-Razi, “A CFD Study on the Prediction of Cyclone Collection Efficiency”, *International Journal for Computational Methods in Engineering Science and Mechanics*, Vol. 6, pp. 161-168, 2004a.

[8] J. Gimbun, , T.G. Chuah, T.S.Y.Choong and Fakhru’l-A. Razi, “3D CFD modeling of aerocyclones operating at high temperature”, *Symposium of Malaysian Chemical Engineers – SOMCHE*, pp. 1 – 5, 2004b.

[9] B. Wang, D.L. Xu, G.X. Xiao, K.W. Chu and A.B. Yu, “Numerical study of gas-solid flow in a cyclone separator”, *3rd International Conference, on CFD in the Minerals and the Process Industries – CSIRO*, Melbourne, Australia, 371 – 376, 2003.

[10] M. Šašić, “Transport fluida i čvrstih materijala cevima”, *Naučna knjiga Beograd*, 1990.

Kratka biografija:

Milan Marinković rođen je u Vukovaru 1990. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Energetike i procesne tehnike odbranio je 2015.god.

Siniša Bikić rođen je u Kikindi 1979. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2013. god., a od 2014 je u zvanju docenta. Oblast interesovanja su mu mehanika fluida, hidraulika i pneumatika.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 620.92

AERODINAMIKA VETROTURBINE – ANALIZA STRIP METODOM

AERODYNAMICS OF WIND TURBINE - STRIP METHOD ANALYSIS

Marko Žarković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – *U radu je primenom Strip metode izvršen aerodinamički proračun dobijanja energije dve hipotetičke vetroturbine istih preformansi na različitim lokacijama na teritoriji AP Vojvodine. Za proračun su uzete lokacije Novi Sad (Rimski Šančevi) i Banat (Banatski Karlovci). Podaci o klimatologiji i učestalosti (frekvenciji) vetra tokom godine su preuzete iz studija "Atlas Vetrova AP Vojvodine". Za očekivati je da će godišnja isporučena energija vetroturbine zavisiti od srednje brzine vetra i geografskog položaja, samim tim biće različita za obe navedene lokacije.*

Abstract – *The paper presents aerodynamic calculations done with Strip method theory on two hypothecital wind turbines of same performance in different locations on territory of AP Vojvodina. The locations taken for the calculation are Novi Sad (Rimski Šančevi) and Banat (Banatski Karlovci). The information consisting climatology and frequency of wind were taken from study "Altas Vetrova AP Vojvodine". It is expected that the annual power output of wind turbine will depend on mean annual wind speed and geographical positioning, therefore it will be different for each of these locations.*

Ključne reči: *Analiza pouzdanosti, distributivna mreža*

1. UVOD

Vetroenergija se globalno razvija i instalisani kapaciteti se značajno povećavaju svake godine jer je energija vetra konkurentan i ekonomski isplativ energetski izvor.

Primenom Strip metode je izvršen aerodinamički proračun dobijanja energije dve hipotetičke vetroturbine istih performansi na različitim lokacijama na teritoriji AP Vojvodine. Za proračun su uzete lokacije Rimski Šančevi i Banatski Karlovci. Podaci o učestalosti (frekvenciji) vetra tokom godine su preuzete iz studija "*Atlas Vetrova AP Vojvodine*". Za očekivati je da će godišnja isporučena energija vetroturbine zavisiti od srednje godišnje brzine vetra i geografskog položaja, samim tim biće različita za obe navedene lokacije.

U drugoj glavi je opisana vetroenergija u svetu i Srbiji. U trećoj glavi je opisana aerodinamika vetroturbine, konstrukcije vetroturbine, Weibull distribucija, kao i objašnjenje postupka Strip metode i osnovnih vetroturbinskih jednačina. U četvrtoj glavi je data analiza proračuna i prikazani su rezultati dobijeni Strip metodom i Weibull distribucijom.

NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Dušan Gvozdenac, red.prof.

2. VETROENERGIJA

2.1. Vetroenergija u svetu

Vetar predstavlja neiscrpan ekološki izvor energije čiji globalni potencijal višestruko prevazilazi svetske potrebe za električnom energijom. Danas vetroenergetika predstavlja granu energetike koja se najbrže razvija, kako u pogledu tehnologije, tako i u pogledu porasta instalisanih vetroelektrana u svetu.

Vetroelektrane koriste kinetičku energiju vetra, koju pomoću turbina na vetar pretvaraju u mehaničku i dalje, preko električnih generatora, u električnu energiju. Na snagu vetra utiču hrapavost tla, prirodne ili veštačke prepreke i orografija. Efikasnost rada zavisi i od srednje brzine vetra i učestalosti.

Svetski lider danas je Kina sa 114GW, potom sledi SAD sa 65GW, Nemačka 39GW, Španija 22GW, Indija 22GW, Britanija 12GW, Kanada 9.6GW, Francuska 9.2GW, Italija 8.6GW, Brazil 5.9GW i ostatak sveta 58.2GW. Ukupna svetska instalisana snaga danas prelazi 370GW.

2.2. Vetroenergija u Srbiji

Većina električne energije u Srbiji se proizvodi u termoelektranama, to jest elektranama na ugalj, dok se otprilike četvrtina energije proizvodi u velikim hidroelektranama. Termoelektrane u kojima se uglavnom koristi lignit su najveći zagađivači životne sredine. Ipak, mnogi veruju da Srbija kao buduća članica EU može da dostigne ciljeve koje je postavila EU, ispuni svoje međunarodne obaveze i obezbedi bolju energetsku budućnost.

Rezultati mnogih sprovedenih studija pokazuju da je vetar dobar resurs za proizvodnju energije i u Srbiji. Koristeći energiju vetra naša zemlja bi godišnje mogla da proizvede 2,5 milijarde kWh električne energije, i to bi činilo 10% sadašnje ukupne proizvodnje. Lokacije pogodne za izgradnju vetroelektrana u Srbiji su planinski venci istočne Srbije, Vojvodina, planinske zaravni u centralnoj Srbiji, doline Dunava, Save, Morave.

3. AERODINAMIKA VETROTURBINE

3.1. Konstrukcija vetroturbine

Moderni vetroagregati imaju vetroturbinu sa horizontalnom osovinom, koja za praćenje promene smera vetra koristi sistem za zakretanje osovine u horizontalnoj ravni. Takođe, postoje još i vetroagregati sa vertikalnom osovinom.

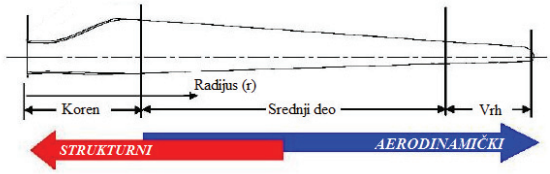
Vetroturbine mogu imati različit broj elisa, ali se za veće snage najčešće koriste turbine sa tri elise. Prečnik vetroturbine zavisi od snage i kreće se od 1 m (za snagu od 0,5 kW) do 120 m (za snagu od 5 MW). Vetroturbina se postavlja na vertikalni stub koji, u zavisnosti od njenog

prečnika, može biti visok i preko 120m. Turbina pokreće vetrogenerator koji može biti različite konstrukcije. Na sledećoj slici data je unutrašnja konstrukcija jedne vetroturbine.

3.2. Konstrukcija elise

U praksi, vetroturbina sa tri elise ima veću efikasnost u odnosu na vetroturbinu sa dve ili čak jednom elisom, za 3% odnosno 7-13%. Vetroturbina sa četiri elise ima približno istu efikasnost kao i vetroturbina sa tri elise, ali se konstrukcija još jedne elise ne može opravdati komercijalnim gubicima.

Moderna elisa vetroturbine može biti podeljena na tri glavna dela, klasifikovana aerodinamičkim i strukturnim funkcijama:
Koren elise – prelaz između kružnog nosača i prvog aeroprofila. Ovaj deo elise nosi najviše opterećenja. Na korenu elise je niska relativna brzina zbog relativno malog radijusa elise. Zbog toga se region korena elise tipično sastoji od debljih aeroprofila sa niskom aerodinamičkom efikasnošću.
Srednji deo - Aeroprofili u ovoj sekciji elise su najtanji mogući koliko strukturna razmatranja to dozvoljavaju.
Vrh - Za ovaj deo se koriste tanki aeroprofili specijalno dizajnirane geometrije kako bi se proizvelo što manje buke pri rotaciji i manjih gubitaka.



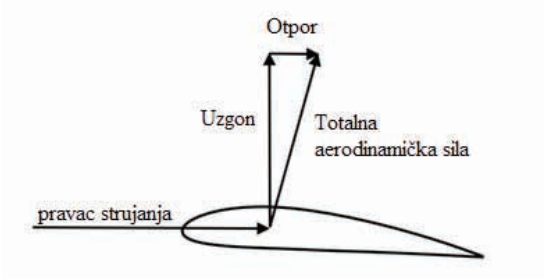
Slika 3.1 - Glavni delovi elise vetroturbine

3.2.1 Opterećenje na elisama vetroturbine

Glavna opterećenja elise vetroturbina su:

- Žiroskopsko i operaciono
- Gravitaciono i centrifugalno
- Radno
- Aerodinamičko.

Aerodinamička sila predstavlja integrisani efekat pritiska i trenja površine nastale od strane strujanja vazduha preko površine aeroprofila.



Slika 3.2 - Prikaz generisanih sina na aeroprofil elise

Ona je fundamentalna za efikasan rad vetroturbina. Aerodinamički uzgon je sila koja je odgovorna za snagu generisanu u turbini i zato je esencijalno da se ova sila maksimizuje koristeći odgovarajuće dizajne elisa.Sila otpora koja se suprotstavlja pokretu elisa je takođe generisana trenjem koje mora biti minimizovano.

$$Odnos\ uzgona\ i\ otpora = \frac{koeficijent\ uzgona}{koeficijent\ otpora} = \frac{C_L}{C_D}$$

3.3. Strip metoda - Teorija elemenata elise

Teorijom elemenata elise možemo odrediti idealnu efikasnost vetroturbine kod koje nema gubitaka usled rotacije vetra, otpora profila elise usled radijalnog strujanja ili interferencije izmedju elisa vetroturbine. Jedini gubitak obuhvaćen ovom teorijom je gubitak kinetičke energije.

Teorija elementa elise razmatra sile na infinitenzimalnom radijalnom delu elise vetroturbine radijusa *r*, odnosno bezdimenzionalnom radijusu *r/R*, gde je *R* poluprečnik cele elise. Pretpostavlja se da je svaki element elise nezavistan od ostalih elemenata, tj. da se može analizirati kao aeroprofil u dvodimenzionalnom strujanju. Na takav profil deluje brzina vetra i elementarna aerodinamička sila. Ukupna sila na elisi jednaka je sumi svih elementarnih sila na svim elementima duž elise, integral po radijusu elise od korena do vrha elise vetroturbine. U ovom postupku je moguće odrediti snagu, odnosno energiju vetroturbine.

3.4. Osnovne jednačine energije vetra u vetroturbini

Elise rotora vetroturbine okreću se zbog strujanja vazdušne mase. Količina energije koju vetar prenosi na rotor direktno zavisi od gustine vazduha, površine rotora i brzine vetra. Kinetička energija tela u pokretu proporcionalna je njegovoj masi, tako da kinetička energija vetra zavisi od gustine vazduha. Tačnije rečeno, što je vazduh teži, dobije se više energije na vetroturbini.

Snaga samog vetra se dobija na osnovu sledeće formule:

$$P_{vetra} = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot v^3$$

Svaka vetroturbina projektovana za nominalnu brzinu vetra proizvodi nominalnu snagu. Samim tim, ukoliko je brzina veća od nominalne, turbina neće prevazilaziti nominalnu snagu, dok će se za manje brzine menjati shodno sledećoj formuli:

$$P_{turbine} = P_{vetra} \cdot C_p$$

gde je C_p stepen aerodinamičke konverzije (0,45 za moderne vetroturbine, a na nekim turbinama ide sve do 0,50) koji se računa prema sledećoj formuli:

$$C_p = \frac{P_{jedne\ elise} \cdot Z}{P_{za\ nominalnu\ brzinu\ vetra}}$$

C_p matematički reprezentuje tzv. Betzov zakon, koji kaže da je deo ukupne snage vetra neiskoristiv zato što vetar mora da nastavi da duva u svom smeru kako bi ostavio slobodan prostor za nadolazeći vazduh i samim tim se celokupna snaga (energija) vetra ne može isporučiti vetroturbini.
Najveći mogući stepen aerodinamičke konverzije je tzv.Betzova granica i ona iznosi 0,593 [1]. Nijedna trenutno dostupna vetroturbina ne može imati veću efikasnost od:

$$P_{tmax} = 0{,}593 \cdot P_{vetra}$$

Zbog dodatnih gubitaka proizilazi da se manje od pola kinetičke energije vetra može iskoristiti kao korisna električna energija.
Snaga u osovini turbine se dobija kao proizvod snage turbine i mehaničkog koeficijenta efikasnosti:

$$P_{osovine} = P_{turbine} \cdot \eta_{meh}$$

Konačno, električna snaga se dobija kao proizvod snage osovine i električnog koeficijenta efikasnosti:

$$P_{električna} = P_{osovine} \cdot \eta_{el}$$

3.5. Weibull-ova distribucija

Uprkos tome, varijaciju brzine vetra je moguće opisati preko raspodele verovatnoće. Svakodnevno se meteorološkim stanicama širom sveta dostavlja veliki broj rezultata merenja brzine vetra. Ti rezultati se mogu statistički obraditi po frekvenciji pojavljivanja pojedinih brzina. Uočeno je da se raspodele ovih frekvencija mogu aproksimirati raznim matematičkim krivama, odnosno raspodelama. Najkvalitetnija aproksimacija dobija se korišćenjem Weibull-ove raspodele, kao jedne od najopštijih. Weibull-ova raspodela gotovo neizostavno prati sve empirijske raspodele učestalosti vetra, koje se rade u cilju procene mogućnosti korišćenja njegove energije. To je dvoparametarska raspodela čiji matematički izraz ima oblik:

$$f(v) = \frac{k}{A} \cdot \left(\frac{v}{A}\right)^{k-1} \cdot e^{-(\frac{v}{A})^k}$$

gde je:

- *f(v)* –teorijska frekvencija javljanja brzine *v*
- *A* – parametar razmere
- *k*– parametar oblika.
-

Na osnovu Weibull distribucije i dobijene električne snage, dobija se energija vetra za svaku njenu brzinu, a sumiranjem tih energija i ukupne energije je energija koju vetroturbina proizvede za 8760h, tj. u toku jedne godine.

Analiza je podrazumevala hipotetičko postavljanje dve identične vetroturbine na dve različite lokacije i komparaciju dobijenih proizvedenih električnih energija u toku godinu dana. Za lokacije su izabrane:

- Rimski Šančevi - područje Novig Sada
- Banatski Karlovaci - područje Banata

Prvo je primenjena strip metoda u cilju dobijanja nominalne snage turbine. A zatim je na osnovu Weibull distribucije dobijena ukupna proizvedena električna energija za obe turbine.

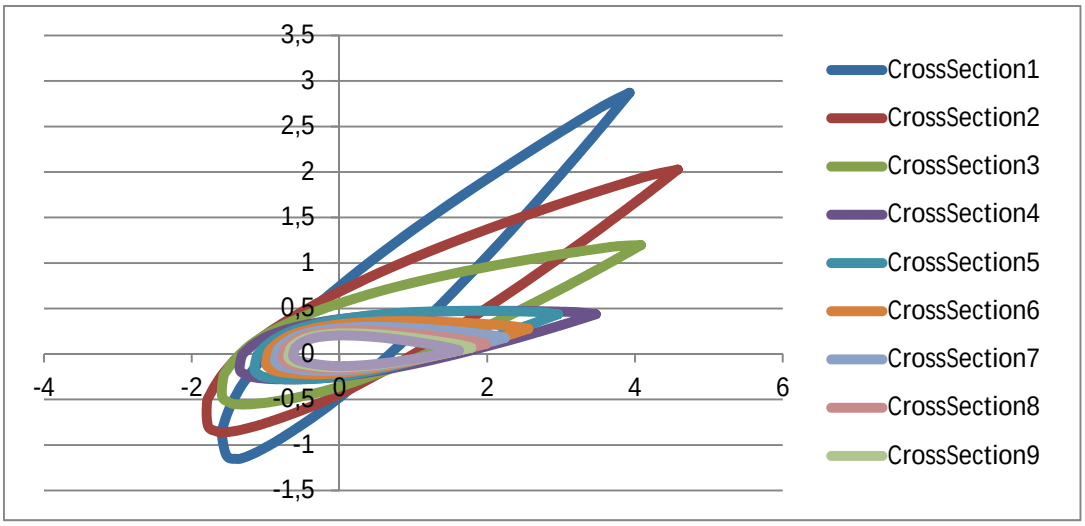
Za primenu strip metode pretpostavljeni su sledeći ulazni podaci:

- nominalna brzina vetra v_{0n} = 10 m/s
- nominalni koeficijent brzine pri vrhu $\lambda_n = 5$
- gustina vazduha ρ = 1,2 kg/m^3
- napadni uglovi $\alpha = 6^o$
- broj elisa $z = 3$
- poluprečnik elise R = 31m

Dati poluprečnik elise je podeljen na deset delova, čime je dobijeno 9 infinitenzimalnih elemenata elise različitih dimenzija i poprečnog preseka. Dakle, imamo 10 različitih aeroprofila elise (Grafik 4.1):

Za svaki aeroprofil i element je izvršen proračun veličina. Uzete su u obzir potencijalne brzine vetra koje mogu biti razvijene. U zavisnosti od njih su na osnovu osnovnih jednačina energije vetra u turbini izračunate snage vetra, turbine, osovine i električna snaga.

4. ANALIZA VETROTURBINE STRIP METODOM

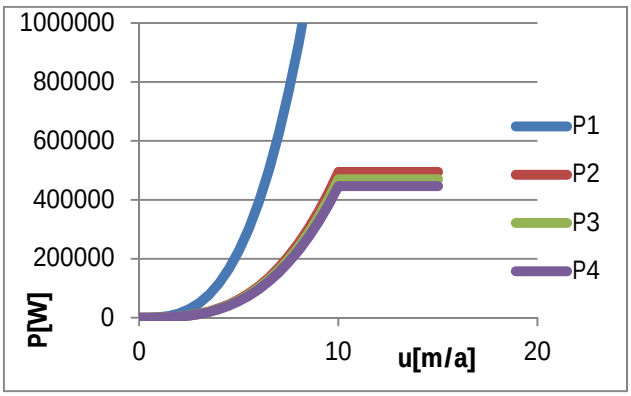


Grafik 4.1 - *Prikaz aeroprofila 1-10 u XY koordinatnom sistemu*

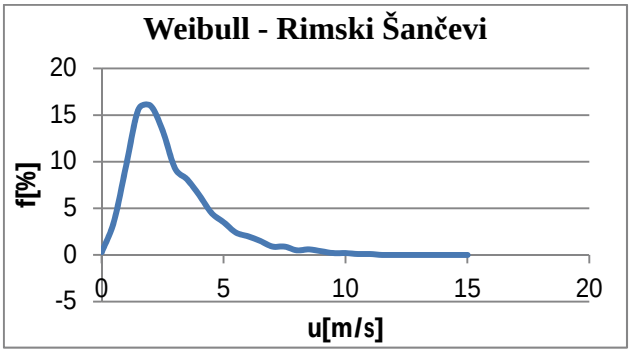
Na Grafiku 4.2 prikazana je zavisnost snaga od brzine vetra. Kao što je već napomenuto, svaka vetroturbina projektovana za nominalnu brzinu vetra proizvodi nominalnu snagu. Sa grafika se vidi da za brzinu veću od 10 m/s, snaga u turbini neće prelaziti nominalnih 500 kW, tačnije biće konstantna zahvaljujući stepenu aerodinamičke konverzije C_p.

Iz studije "*Atlas Vetrova AP Vojvodine*" je uzeta frekvencija pojavljivanja određene brzine vetra u toku jedne godine za svaku lokaciju. Ta frekvencija je pretvorena u vreme pojavljivanja određene brzine vetra u toku jedne godine za svaku lokaciju. Množenjem tog vremena sa električnom snagom dobijena je energija vetroturbine za svaku brzinu vetra.

Dakle, na osnovu Weibull distribucije i dobijene električne snage, dobija se energija vetra za svaku njenu brzinu, a sumiranjem tih energija i ukupne energije je energija koju vetroturbina proizvede za 8760h, tj.u toku jedne godine.



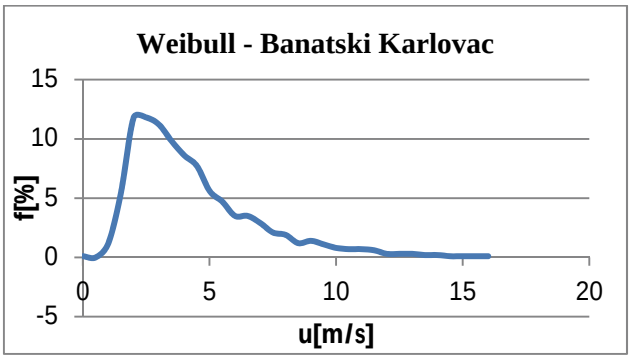
Grafik 4.2 - *Prikaz snaga u zavisnosti od brzine vetra*



Grafik 4.3 - *Zavisnost frekvencije od brzine vetra (Rimski Šančevi)*

Prema studiji "*Atlas Vetrova AP Vojvodine*" opseg brzina vetrova koji je najzastupljeniji na Rimskim Šančevima je između 1 i 5 m/s. Pri tom brzina vetra od 2 m/s se, kao što se vidi na Grafiku 4.3, javlja sa najvećom frekvencijom (16% ili 58,4 dana u godini).

Vetroturbina postavljena na Rimskim Šančevima proizvede: **222,6 MWh.**



Grafik 4.4 - *Zavisnost frekvencije od brzine vetra (Banatski Karlovci)*

Na Grafiku 4.4 vidi se da je najzastupljeniji opseg brzina vetra za Banatski Karlovac veći u odnosu na Rimske Šančeve. Prema Atlasu Vetrova AP Vojvodine taj opseg između 1 i 8 m/s. Pri tom najzastupljenije brzine su od 2 i 2,5 m/s (za obe brzine frekvencija pojavljivanja je identična i iznosi 11,8% iliti 43,07 dana u godini). Sama Weibull-ova kriva ima mnogo blaži pad. To znači da je ovaj region vetrovitiji, a samim tim i pogodniji za izgradnju vetroparka. To reprezentuju i rezultati dobijeni u ovom radu, tj. energije koje ove vetroturbine proizvedu. Iz dobijenih rezultata se vidi da ista turbina za isti vremenski period daje čak i do tri puta više energije u Banatskim Karlovcima u odnosu na Rimske Šančeve.

Vetroturbina postavljena u Banatskim Karlovcima proizvede, i ona iznosi: **608,5 MWh**

5. ZAKLJUČAK

Dobijeni rezultati su pokazali da je opseg brzina vetra za Banatski Karlovac veći u odnosu na Rimske Šančeve. Sama Weibull-ova kriva za Bantske Karlovce ima mnogo blaži pad. To znači da je ovaj region vetrovitiji, a samim tim i pogodniji za izgradnju vetroparka. Iz dobijenih rezultata se vidi da ista turbina za isti vremenski period daje čak i do tri puta više energije u Banatskim Karlovcima u odnosu na Rimske Šančeve.

6. LITERATURA

[1] A. Chrzczonowski, *"Design Calculations - Strip Method"*, Wroclaw University of Technology, Poland, 2014.

[2] P. J. Schubel, R. J. Crossley, *"Wind Turbine Blade Design"*

[3] V. Katić, Studija *"Atlas Vetrova AP Vojvodine"* - Prilozi, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, Decembar 2008.

Kratka biografija:

Marko Žarković je rođen u Bačkoj Palanci 1988. godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu upisao je školske 2007/2008, Mašinstvo, Departman za energetiku i procesnu tehniku, a diplomirao na osnovnim studijama 2013. godine Departmana za energetiku i procesnu tehnika. Diplomski – master rad iz oblasti Obnovljivih izvora energije je odbranio 2015 godine.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 621.38.049.77

KVANTNOMEHANIČKI ASPEKT TRANSPORTA NAELEKTRISANJA U NANOTEHNOLOGIJI

QUANTUM MECHANICAL ASPECT OF CHARGE TRANSFER IN NANOTEHNOLOGY

Branislav Srdanov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – *Ovaj rad se bavi proučavanjem električne provodnosti u nanostrukturama. Analizirani su razni efekti koji utiču na vrednost električne provodnosti (rasejanje na nečistoćama, jednodimenzionalno suženje u dvodimenzionalnom elektronskom gasu, veličina primenjenog napona, veličina spoljašnjeg magnetskog polja i temperatura). Takođe su prikazani i analizirani rezultati merenja Holovog efekta na dvodimenzionalnoj strukturi - grafenu.*

Abstract – *This paper study electrical conductance in nanostructures. Effects that affect conductance, such as sccatering over impurities, one-dimensional confinment in two-dimensional electron gas, intensity of applied voltage and magnetic field and temperature are analyzed too. Also, measured results of Hall effect on the graphene are presented and analyzed.*

Ključne reči: *Električna provodnost, kvantizacija, 2DEG, kvantna žica, kvantna tačka, Landauerova formula, Holov efekat, grafen.*

1. UVOD

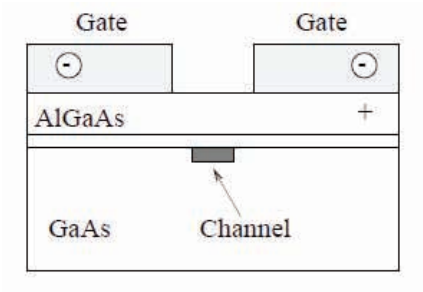
Gordon Mur (Gordon Moore) je prognozirao 1965. godine da će minijaturizacija tranzistora usloviti da oni budu duplo manjih dimenzija svakih narednih 18 meseci (Murov zakon). Njegova najoptimističnija predviđanja, ipak su u međuvremenu znatno prevaziđena, jer je veličina tranzistora smanjena sa 10μm na 45-65nm u 2007. Međutim, minijaturizacija bazirana na osnovnim principima današnje konvencionalne tranzistorske silicijumske tehnologije ima svojih fundamentalnih ograničenja koja joj predviđaju kraj. Zato mnogi istraživački timovi već dugi niz godina istražuju i predlažu kvalitativno nove, često genijalne koncepte i tehnologije koje bi zamenile današnji način funkcionisanja integrisanih kola i procesiranja informacija (optički procesori i holografske memorije, kvantni računari, DNK procesori, itd).

Smanjivanjem dimenzija uređaja, neminovno je da se u jednom momentu dođe u situaciju da se jedna (ili više) dimenzija uređaja može zanemariti, te na taj način dobijamo nove vrste struktura koje se ne mogu pouzdano interpretirati sa stanovišta klasične fizike. Takve novodobijene strukture poseduju fantastične električne (mehaničke, optičke) karakteristike i predmet su izučavanja ovog rada.

NAPOMENA:
Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bila dr Ljiljana Živanov, red.prof.

2. NISKODIMENZIONALNE STRUKTURE

Visoko pokretljivi 2DEG (dvodimenzionalni elektronski gas) u dopiranoj AlGaAs/GaAs heterostrukturi je samo jedan primer niskodimenzionalnog poluprovodničkog sistema sa novim osobinama transporta elektrona. Međutim, postoji čitav niz različitih niskodimenzionalnih sistema sa ograničenjem kretanja elektrona kao što su 2D kvantne jame, 1D kvantne žice, ili 0D kvantne tačke, koji pokazuju interesantne, nove fizičke osobine. Jedan način formiranja 1D suženja u 2DEG dat je na slici 1. Negativnom polarizacijom gejta postižemo odbijanje elektrona iz $AlGaAs^+$ ispod njega, gde se i formira 2DEG.



Slika 1. *Formiranje 1D suženja u 2DEG u strukturi sa razdvojenim gejtom.*

Ograničenje kretanja nosilaca naelektrisanja unutar ovih 0D, 1D i 2D struktura postaje važno kada je dužina slobodnog puta elektrona manja od Fermijeve talasne dužine $\lambda_F = 2\pi/k_F$, koja zavisi od gustine elektrona [1]. Za metale sa visokom koncentracijom slobodnih elektrona ($\approx 10^{22}cm^{-3}$) opseg λ_F je oko 1nm, dok u srednje dopiranim poluprovodnicima sa koncentracijom nosilaca od oko $10^{17}cm^{-3}$, λ_F iznosi oko 50nm. Ova dužina je prihvatljiva za moderne nanotehnološke tehnike.

2.1. Osnovne karakteristike

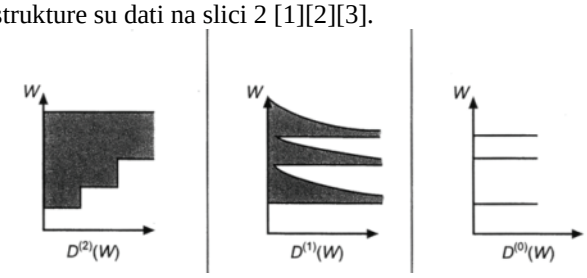
Talasna funkcija. Uz uslove da je *z* osa normalna na ravan 2DEG, da su sve razdaljine mnogo veće od međuatomskih rastojanja i uz aproksimaciju mase slobodnog elektrona efektivnom masom, može se napisati Šredingerova jednačina za talasnu funkciju elektrona čije je rešenje [1][2][3] dato kao:

$$W_{n,k} = W_n + W(k) = \frac{\hbar^2}{2m_\parallel}\frac{n^2\pi^2}{l^2} + \frac{\hbar^2 k^2}{2m_\perp}. \quad (1)$$

Gustina stanja. Smanjena dimenzionalnost 2DEG ima jak uticaj na gustinu stanja D(W). Uopštena formula gustine stanja je:

$$D(W)dW = 2\frac{1}{(2\pi)^{\nu}}\int_{V_k} d^{\nu}k\delta\big(W - W(k)\big) \quad (2)$$

Faktor 2 na početku formule uzima u obzir dve moguće orijentacije spina, dok ν obračunava dimenzije (ν = 0, 1, 2, 3). Oblici gustine stanja elektrona za 2D, 1D i 0D strukture su dati na slici 2 [1][2][3].



Slika 2. *Dijagrami gustine stanja za 2DEG, kvantnu žicu i kvantnu tačku*

Kvantni transport. Uopšteni opis nedifuznog kvantnomehaničkog transporta u nano i mezoskopskim strukturama su razvili Landauer (Landauer) i Butiker (Büttiker). Naime, oni su preko jednokanalnog modela za dobijanje kvantnog transporta kroz barijeru između dva rezervoara pokazali da električna provodnost u niskodimenzionalnim strukturama ima kvantizovane vrednosti sa korakom od e^2/h (ili $2e^2/h$, ako se uzme u obzir dvospinska orijentacija).

$$I = \frac{2e^2}{h}\frac{T}{R}V \quad (3)$$

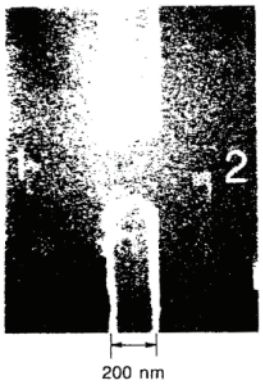
gde je provodnost data sa:

$$G = \frac{2e^2}{h}\frac{T}{R} \quad (4)$$

Ovo je tzv. Landauerova formula [1][2] i predstavlja „Omov zakon“ za kvantni transport.

2.2. Kontaktna provodnost u 2DEG

Za ilustraciju efekata kvantne mehanike na transport, prikazana je provodnost kratkog 1D suženja u visoko pokretljivom 2DEG uporedivim u smislu širine i debljine sa λ_F. Da bi dobili suženje u 2DEG, koristi se elektrostatički potencijal, dobijen podeljenim gejtom, koji tera da se 1D suženje u 2DEG formira ispod procepa između dva gejta (slika 1). Posmatra se kontakt između 2DEG i 1D suženja. Na slici 3 je prikazan mikrograf korišćene strukture. Kontakti su obeleženi sa 1 i 2.



Slika 3. *Mikrograf strukture sa razdvojenim gejtom*.

U konvencionalnom merenju dva šira kontakta provodnika povezuju krajeve suženja. Ako su kontakti dovoljno široki, oni postaju rezervoari u kojima kretanje elektrona dostiže termički ekvilibrijum. Svaki kontakt se može okarakterisati hemijskim potencijalom μ_1 i μ_2. Kada je $\mu_1 > \mu_2$ postoji struja kroz suženje. Ovim je napravljena analogija sa modelom korišćenim za određivanje provodnosti 2DEG. Dobija se:

$$G_{12,12} = \left(\frac{2e^2}{h}\right)\sum_{j,k=1}^{N} t_{jk} \quad (5)$$

gde je t_{jk} – intenzitet transmisije iz podopsega k u podopseg j. Ovo je Landauerova formula za dve kontaktne provodnosti. Po Landaueru, otpornost se stvara od naelektrisanja u kvantnomehaničkim verovatnoćama transmisije. Disipacija je povezana sa otpornošću rezervoara koji su u termičkom ekvilibrijumu i odvojeni od žice. Ako nema rasipanja:

$$G_{12,12} = \left(\frac{2e^2}{h}\right)N \quad (6)$$

gde je N broj zauzetih podopsega [1]. Poklapanje (6) sa podacima sa slike 4. je iznenađujuća, jer da bi došli do (6) pretpostavljeno je da je: 1) T = 0 i 2) transmisija kroz kontakte sa suženjem i kroz suženje je idealna. Ovo slaganje implicira da otpornost suženja, umanjena za otpornost kontakta, skoro nestaje.

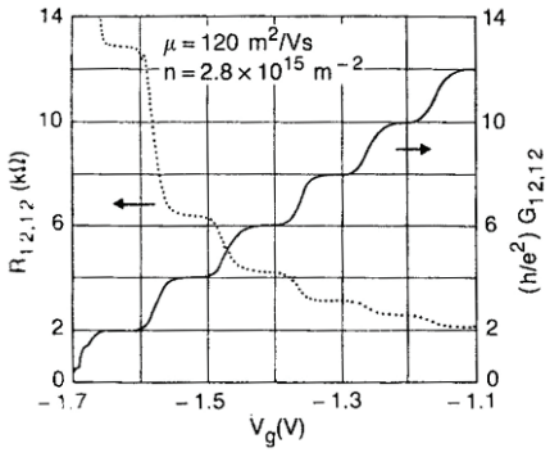
3. FLUKTUACIJE PROVODNOSTI I UTICAJ JEDNOG DEFEKTA

Kako aktivna oblast uređaja postaje manja, transportne karakteristike, kao sto su granični napon, kanalna otpornost, probojni naponi, postaju osetljivije na statističke varijacije gustine dopiranosti. Mezoskopan, koherentan provodnik ispoljava univerzalnu fluktuaciju provodnosti (UCF – Universal Conductance Fluctuations). UCF su slučajne, ali ponovljive fluktuacije u provodnosti kao funkcije napona gejta i one su elektronski ekvivalent rasipanja laserskog zraka. Pri određenom naponu gejta, provodnost varira za različite konfiguracije nečistoća sa istom prosečnom gustinom i kvadratni koren kvadrata srednje vrednosti fluktuacija provodnosti, δG, je približno e^2 / h [4]. Kako se menja napon gejta menja se i hemijski potencijal, što dovodi do promene talasne dužine elektrona.

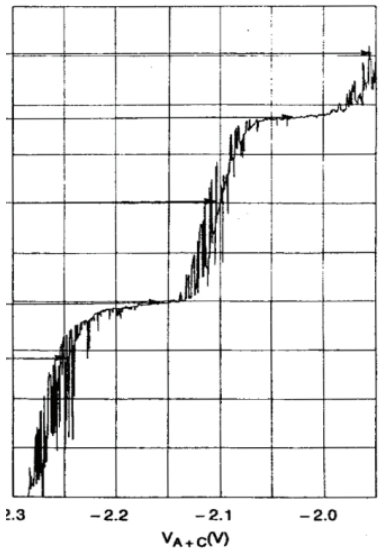
Za određenu konfiguraciju nečistoća, promena u talasnoj dužini odgovara razlici dužina puteva, što menja uslove interferencije u uređaju. Fluktuacije nastaju pri naponu gejta koji je u vezi sa korelacionom energijom, $E_c = \hbar D / L^2$ [1], gde je D difuzioni koeficijent nosioca naelektrisanja.

Na slici 5 dat je dijagram zavisnosti četvorokontaktne provodnosti od napona gejta. Vidi se velika osetljivost provodnosti 1D suženja između koraka kvantizacije, ali i skoro savršeno potiskivanje šuma na zaravnima kvantizacije.

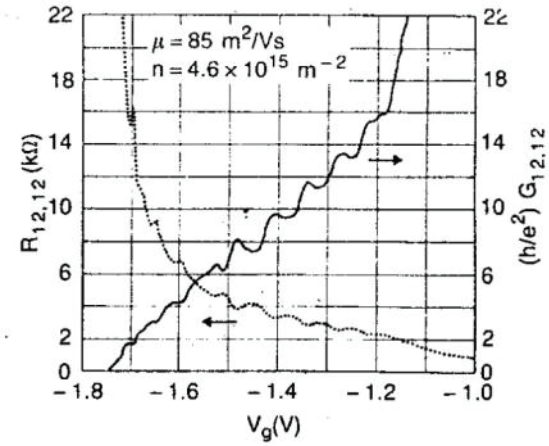
Fluktuacije provodnosti su u direktnoj povezanosti sa rasejanjem na nečistoćama, odnosno njihovim položajem u 1D suženju. Slika 5 takođe pokazuje i da se efekat rasejanja na nečistoćama može poništiti i bez eliminisanja nečistoća.



Slika 4. *Zavisnost dve kontaktne otpornosti suženja u 2DEG u funkciji napona gejta.*



Slika 5. *Fluktuacije provodnosti*

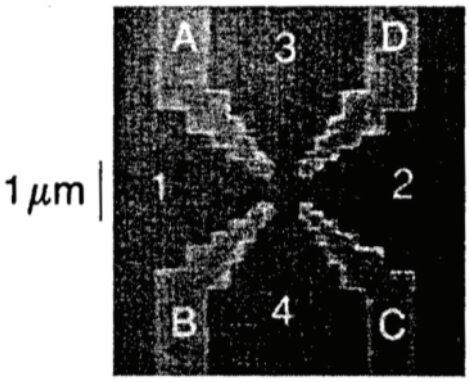


Slika 6. *Iskvarenost kvantizacije provodnosti*

Preciznost kvantizacije u adijabatskom modelu je eksponencijalna funkcija dužine suženja. Stoga, eksponencijalno poboljšanje kvantizacije se očekuje sa povećanjem dužine zbog opadanja struje. Međutim, kako dužina suženja raste, tako se kvantizacija kvari. Na slici 6. je prikazana dvokontaktna provodnost $G_{12,12}$, suženja u 2DEG u funkciji napona gejta, V_g, za heterostrukturu sa srednjom dužinom slobodnog puta, procenjenom na osnovu pokretljivosti, od oko 7μm. Elektrode razdvojenog gejta su 600nm široke sa procepom od 300nm između elektroda. Vidi se kompletna iskvarenost kvantizacije provodnosti [1] koja može biti primećena u dugačkim suženjima u 2DEG.

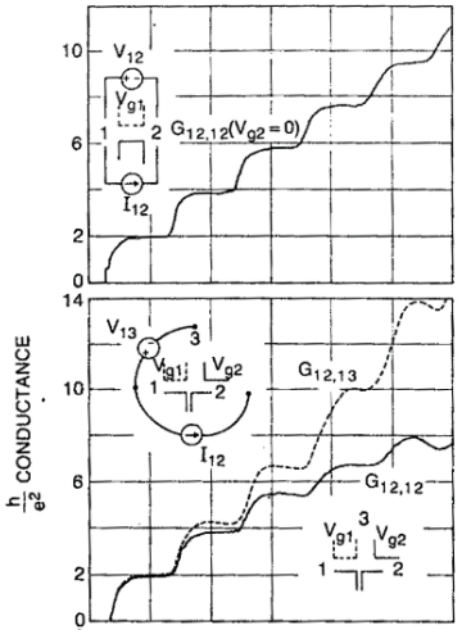
4. PROSTO INTEGRISANO KOLO

Struktura korišćena za opis univerzalnih fluktuacija provodnosti je data na slici 7. To je ujedno i mikrograf prostog integrisanog kola u kojem se četiri 1D suženja ukrštaju.



Slika 7. *Prosto integrisano kolo*

Gornja kriva na slici 8 pokazuje zavisnost $G_{12,12}$ od napona primenjenog na elektrode A – B, V_{g1}, dok je napon gejta na elektrodama C – D, V_{g2}, nula. Provodnost je kvantizovana u koracima $2e^2$ / h sa tačnošću od 3% do 5%. Kada se primeni napon na elektrode C – D umesto na A – B, provodnost je kvantizovana slično. Pod ovim okolnostima je $G_{12,12} = G_{13,13} = G_{12,13}$, jer su kontakti 2 i 3 praktično isti. Donja kriva na slici 8. je dobijena kada se napon primeni na elektrode C – D sa slike 7 pri V_{g2} = 0,9V i menjanem napona V_{g1} od 0V do -1,7V.



Slika 8. *Dvokontaktna provodnost $G_{12,12}$ i $G_{13,13}$ i trokontaktna provodnost $G_{12,13}$ u funkciji napona gejta za dva suženja vezana na red.*

Sada je $G_{12,13}$ veće od $G_{12,12}$ i obe provodnosti odstupaju od kvantizovane vrednosti, osim za male vrednosti N. Za $N \leq 2$, $G_{12,13} \approx G_{12,12} \approx 2e^2 / h$ [1].

5. MERENJE HOLOVOG EFEKTA NA UZORCIMA GRAFENA

Za merenje Holovog efekta na grafenu je korišćen uređaj HMS – 3000 čiji je rad zasnovan na Van der Pauovoj tehnici merenja pomoću četiri tačke. Ova tehnika merenja je primenljiva za proizvoljno oblikovane uzorke poluprovodnika, sve dok je debljina uzorka poznata i ujednačena, kontaktne površine male, i svi kontakti su na samim krajevima, ivicama uzorka. Obično se primenjuje za tanje oblike poluprovodnika [6]. Rezultati merenja za sva tri uzorka grafena su dati u tabeli 1.

Tabela 1. *Rezultati merenja Holovog efekta na grafenu na sobnoj temperaturi za* B = 0,37T.

I (mA)	*0,1*	*1*	*5*	*10*
	Grafen 1 sloj, B = 0,37T, 300K			
N_b *(1/cm³)*	1,345E+23	2,374E+21	3,787E+21	9,377E+21
N_s *(1/cm²)*	2,018E+17	3,562E+15	5,681E+15	1,407E+16
μ (cm²/Vs)	1,166	65,01	40,85	16,53
σ (1/Ωcm)	2,512E+4	2,473E+4	2,478E+4	2,483E+4
	Grafen 2 sloja, B = 0,37T, 300K			
N_b *(1/cm³)*	1,319E+23	1,054E+23	1,158E+22	8,424E+20
N_s *(1/cm²)*	1,987E+17	1,581E+17	1,737E+16	1,264E+15
μ (cm²/Vs)	0,8685	1,076	9,755	133,7
σ (1/Ωcm)	1,835E+4	1,816E+4	1,81E+4	1,804E+4
	Grafen 3 sloja, B = 0,37T, 300K			
N_b *(1/cm³)*	1,999E+22	-2,905E+21	2,291E+22	6,479E+21
N_s *(1/cm²)*	2,999E+16	-4,375E+15	3,437E+16	9,746E+15
μ (cm²/Vs)	2,667	18,01	2,29	8,119
σ (1/Ωcm)	8,543E+3	8,381E+3	8,406E+3	8,451E+3

Uzorci grafena su pripremljeni štampanjem na plastičnoj podlozi. Za štampanje se koristio inkdžet štampač, prilagođen korišćenju grafenskog mastila. Korišćeno je mastilo Phene Plus13015 i proizvod je tajlandske firme Innophene. Dizajnirano je za štampanje na podlozi od plastike i stakla. Na taj način je napravljeno tri uzorka: sa jednim, dva i tri sloja grafena. Svaki od uzoraka je meren za četiri vrednosti jačine struje: 0,1mA, 1mA, 5mA i 10mA, kao i za dve vrednosti magnetskog polja: 0,37T i 1T.

6. ZAKLJUČAK

U radu su analizirane osnovne karakteristike nanostruktura i pokazano je da se pri proučavanju ovih komponenata moraju u obzir uzeti veličine kao što su talasna dužina elektrona, srednja dužina slobodnog puta elektrona pri elastičnom rasejanju, fazna dužina elektrona i dr.

Zatim, dokazana je kvantizacija električne provodnosti i njena zavisnost od primenjenog napona, što je od velike važnosti, jer je moguće odrediti otpornost kanala posmatrane komponente sa velikom preciznošću. Takođe, dati su i uzroci kvarenja kvantizacije. Na kraju je data analiza prostog integrisanog kola.

Rezultati merenja električnih karakteristika grafena pomoću Holovog efekta pokazuju znatna odstupanja od očekivanih rezultata [5][7]. Tačnije vrednosti bi se dobile da su merenja rađena preko kvantnog Holovog efekta, što nažalost, nije bilo moguće usled nedostatka uređaja.

7. LITERATURA

[1] Proceedings of the IEEE, Vol. 79, NO. 8, August 1991.

[2] Quantum Transport – Lecture Notes, Yuri M. Galperin, Lund University, November 1998.

[3] http://web.mit.edu, Two Dimensional Electron Gas, Quantum Wells & Semiconductor Superlattices

[4] Universal Conductance Fluctuations in Dirac Materials in the Presence of Long-range Disorder, E. Rossi, J. H. Bardarson, M. S. Fuhrer, and S. Das Sarma

[5] Mechanical and Electrical Properties of Graphene Sheets, Joseph Scott Bunch, May 2008

[6] Hol – efekat merni sistem HMS-3000

[7] Graphene: The Magic of Flat Carbon, Konstantin S. Novoselov

Kratka biografija:

Branislav Srdanov rođen je u Zrenjaninu 1977. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektronika je odbranio 2015. godine.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 697.7

REALIZACIJA SOLARNOG SISTEMA ZA ZAGREVANJE VODE – PRIMER OŠ „ALEKSA ŠANTIĆ“ ZVORNIK

THE REALIZATION OF THE SOLAR SYSTEM FOR WATER HEATING – CASE STUDY OŠ “ALEKSA ŠANTIĆ” ZVORNIK

Pero Klisarić, Vladimir A. Katić, Zoltan Čorba, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – *Ovaj rad predstavlja realizaciju jednog solarnog sistema ugradjenog na krovu škole. Model datog sistema dobijen je upotrebom GetSolar Buderus softvera. Na osnovu njegovog rada dobijene su simulacije rada datog sistema. Program je uzimao meteorološke podatke sa PVGIS-a i zatim ih koristio za izradu simulacije. Prikazana je i ekonomska isplativost datog sistema kao i poređenje sa postojećim sličnim sistemima.*

Abstract – *This paper presents the realization of a solar system installed on the roof of the school. Model of a given system is obtained using GetSolar Buderus software. Based on his work were obtained by simulations of a given system. The program is taking meteorological data from PVGIS and then uses them for the simulation. Economic viability of a given system as well as comparison with existing similar systems is shown.*

Ključne reči: *Solarna energija, Solarni kolektori , Simulacije rada sistema*

1. UVOD O SOLARNOJ ENERGIJI

Jedan od obnovljivih izvora energije jeste solarna energija. Sunce je nama najbliža zvezda i izvor je skoro sve energije.

Njena energija potiče od nuklearnih reakcija u Sunčevom jezgru gdje temperatura dostiže i do 15 miliona celzijusovih stepeni. U pitanju je fuzija kod koje spajanjem vodonikovih atoma nastaje helijum pa se istovremeno oslobađa velika količina energije. Svake sekunde se masa od nekih četiri miliona tona vodonika pretvara u energiju.

Postoje tri vrste pretvaranja solarne energije:

- Solarni paneli - Sunčeva energija se direktno pretvara u toplotnu i o njima ce biti reč u ovom radu.
- Koncentrisanje solarne energije - Koristi ogledala ili polja ogledala za usmeravanje solarnog zračenja u jednu tačku, gde se zagreva fluid, koji se zatim koristi za pogon turbine-generatora za proizvodnju električne energije.
- Solarne foto-naponske ćelije - Pretvaranje solarne energije direktno u električnu.

Solarna energija je energija koja se dobija zračenjem sunca bez buke i otpadnih gasova. Svrstava se u grupu ekološki neutralnih izvora energije. Prema načinu eksploatacije može se podeliti na:

- termo solarni sistemi
- fotonaponski sistemi i
- kombinovani sistemi.

2. OPIS OŠ „ALEKSA ŠANTIĆ“ ZVORNIK

Osnovna škola „Aleksa Šantić“ nalazi se na teritoriji opštine Zvornik (slika 1). Smeštena je u mestu Osmaci. Školu pohađa 732 učenika raspoređenih u 27 odeljenja, ali je poslednjih nekoliko godina broj učenika u opadanju. Površina škole je 800 m². U sklopu škole nalazi se i fiskulturna sala površine 244 m². Nastava u školi se odvija u dve smene i vrši se u 18 učionica i dva kabineta namenjena za nastavu informatike i tehničkog obrazovanja. Kabineti i učionice su podeljeni na dva sprata sa po devet učionica i kabinetom. Od nastavnog osoblja u školi radi 45 nastavnika, a sa pomoćnim osobljem ukupno 65 radnika. Fiskulturna sala se koristi za nastavu fizičkog vaspitanja i sportske aktivnosti učenika, ali se i izdaje za sportske rekreacije i održavanje treninga lokalnog odbojkaškog i karate kluba.

Primarni sistem grejanja i pripreme tople potrošne vode u školi je centralno grejanje na gas. Topla potrošna voda pored zagrevanja prostorija se koristi za tuširanje učenika i sportista, koji koriste fiskuturnu salu, kao i za pripremu hrane u školskoj kantini. U toku jednog meseca prosečno se utroši oko 100 m³ vode. Cena zagrevanja jednog metra kubnog vode je oko 0,85 eura, odnosno u lokanoj valuti 1.67 KM, što mesečno iznosi oko 170 KM, a na godišnjem nivou to je 2.000 KM ili oko 1000 eura.

Raspoloživa površina krova na koju mogu da se smeste solarni kolektori iznosi 400 m² orijentisanih ka jugu. Drugih 400 m², orijentisani su ka severu i na njih se neće postavljati solarni kolektori. Površina solarnih kolektora, koji će biti ugrađeni u krov iznosi 25.08 m².

Slika 1. *OŠ „Aleksa Šantić“, Osmaci, opština Zvornik.*

3. MODELOVANJE I SIMULACIJA SISTEMA

Za dobijanje modela sistema, koji će biti instaliran na osnovnu školu „Aleksa Šantić“ korišten je program GetSolar Buderus [1]. Ovaj softver je odabran kao rezultat iznalaženja rešenja za solarne kolektore, koji će biti montirani

---

NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vladimir Katić, red.prof.

na školu, kroz pretraživanje sajtova proizvodjača (Valliant, Buderus i dr.), kao i čitanje komentara i blogova o solarnoj energiji i njenoj upotrebi [1,2,3].

Na bazi kontakata sa lokalnim distributerom Buderus opreme, dobijen je softver i neke smernice za korišćenje. Program ima dobre karakteristike i veoma je pouzdan. Takođe, povoljan utisak o programu upotpunjen je kratkom obukom, koju je organizovalo lokalno predstavništvo u Tuzli.

Za proračun solarnih instalacija odnosno sistema za prijem sunčeve energije od bitnog uticaja je tzv. „solarni prozor“. Solarni prozor je površina neba između putanje Sunca u letnjem i zimskom solisticiju za određenu lokaciju. Poznavanje solarnog prozora za određeni grad, odnosno lokaciju bitno je za ispravan smeštaj i usmerenost solarnog kolektora. Time se dobijaju optimalna energetska svojstva, s tim da se vodi računa o zasenčenju od drveća i drugih zgrada [4].

Snaga sunčevog zračenja menja se tokom dana, meseca i godine. Njena vrednost zavisi i od geografskog mesta, uslova atmosfere i dr. Sve ovo pokazuje veliku promenljivost snage zračenja Sunca. Ipak, te su promene uglavnom spore (manje od npr. promena brzine vetra) i mogu se s većom ili manjom tačnošću predvideti, pošto je poznat ritam pojava (izlazak i zalazak Sunca).

Intenzitet zračenja, koje stoji na raspolaganju, ne može se predvideti s potpunom sigurnošću, jer zavisi od nivoa oblačnosti.

To znači da ovakva postrojenja mogu raditi samo u toku dnevnog ciklusa, što se ne poklapa potpuno sa ritmom potražnje energije. S toga se moraju se graditi dodatni izvori ili osigurati akumulacija energije, čime bi se obezbedilo snabdevanje potrošača i noću ili i pri lošijim uslovima osunčavanja.

3.1. Solarni potencijal lokacije

Prema softveru PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) razvijenog od strane evropskog istraživačkog centra JRC (Europian Commision), dobijeni su podaci, koji su korišćeni kao ulazni za program GetSolar Buderus [5]. Optimalna pozicija solarnih ploča za ovu lokaciju je nagib od 29º, a optimalna orijentacija od -3º ka jugu.

Prosečna dnevna suma globalnog zračenja po metru kvadratnom date lokacije je iznad evropskog proseka i iznosi 3,69 kWh/m², odnosno na godišnje 1.350 kWh/m². Globalno zračenje po metru kvadratnom za nagib od 60º iznosi godišnje 1.210 kWh/m² i manje je nego za optimalnu orijentaciju i nagib solarnog sistema.

Optimalani nagibi statične prijemne površine za ostvarenje maksimalnog energetskog učinka Sunčevog zračenja u određenim periodima tokom godine za 44º geografske širine prikazani su u Tabeli 1, a dobijeni su primenom PVGIS programa.

3.2. Primenjeni solarni sistem

Sistem sa predgrevanjem (slika 2) ima sledeće karakteristike: pre svega koristi se spremnik čiji je kapacitet 1.500 litara, a maksimalna temperatura do koje tečnost dostiže je 75ºC, dok je minimalna tepmeratura 52ºC. Zahtevana energija u toku jednog dana iznosi 31.40 kWh/dan, što odgovara protoku 600 litara tečnosti na dan u rasponu temperatura od 10 ºC do 55 ºC.

Tabela 1. Nagib solarnih ploča

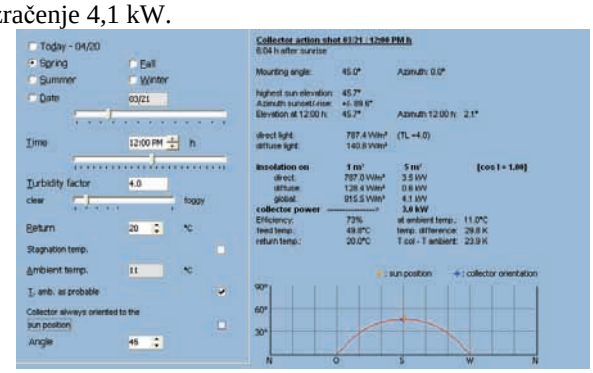
Mesec u godini	Potreban nagib statične prijemne površine (°)			
	Za mesec u godini	Za godišnje doba	Za zimsko i letnje polugodište	Za celu godinu
Januar	66	60 do 50	oko 60	40 do 45
Februar	57			
Mart	45			
April	34	30 do 20	oko 30	
Maj	26			
Juni	22			
Juli	26	30 do 40		
Avgust	34			
Septembar	45			
Oktobar	57	60 do 70	oko 60	
Novembar	66			
Decembar	70			

Slika 2. *Primenjeni solarni sistem*

U zavisnosti od godišnjeg doba menjaju se karakteristike globalnog zračenja na solarne kolektore. Korišćenjem solarnih kolektora sa pokretnim postoljima može da se poveća količina dozračene energije. Međutim, u ovom slučaju se primenjuju kolektori sa fiksnom pozicijom (solarni kolektori su fiksirani za podlogu) i to pod uglom od 45º, orijentisani ka jugu, tako da dodatno povećanje dozračene energije nije moguće.

3.3. GetSolar Buderus softver

GetSolar Buderus softver ima mogućnost izbora godišnjeg doba za koje se želi simulirati rad sistema. Na slici 3 prikazano je podešavanje softvera za prolećno godišnje doba (21.03.). Vidi se da se može birati i u koje doba dana će biti vršena simulacija rada sistema (izabrano je 12:00h PM). Pored toga može se birati i izlazna temperatura (izabrano 20ºC), kao i temperatura okoline (11ºC), kao i to da li je vreme vedro ili oblačno ili maglovito. Softver pokazuje da je na površini od 5m^2 solarnog sistema zračenje 4,1 kW.



Slika 3. *GetSolar Buderus – za prolećno godišnje doba.*

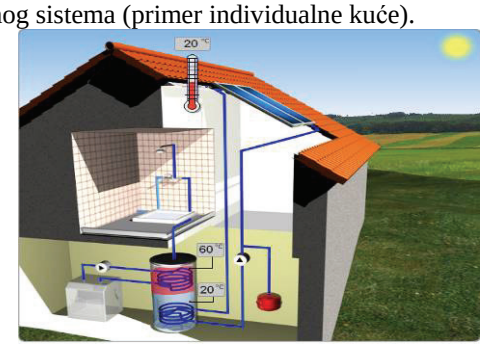
Snaga koju solarni kolektor u tom periodu apsorbuje iznosi oko 3,0 kW, odnosno efikasnost je 73%. Nešto bolje performanse se dobijaju leti, kada je snaga sistema 3,7 kV, a efikasnost čak 81%. Treba napomenuti da solarni kolektori uspešno rade i zimi, jer mogu da izdrže temperature i do -30ºC s obzirom da se u kolektora nalazi tečnost na bazi antifriza.

Primarni sistem grejanja, koji je primenjen u OŠ „Aleksa Šantić“ predstavlja grejanje na gas. Pošto su prostorije veće površine i izgrađene pre 30 godina, smanjena je energetska efikasnost. Zbog toga je odlučeno da se pronađe neko efikasnije rešenje. Dodatni motiv za akciju bilo je i dotrajalo stanje krova, za čije pokrivanje je ranije iskorišćen danas neadekvatan (kancerogeni) materijal.

Rešenje je nađeno u ugradnji solarnih kolektora u krov, koji će biti korišteni kao podrška grejanju. Da bi se dodatno poboljšala efikasnost primenjenog sistema, bilo je potrebno dodatno popraviti izolaciju prostorija, koje se zagrevaju.

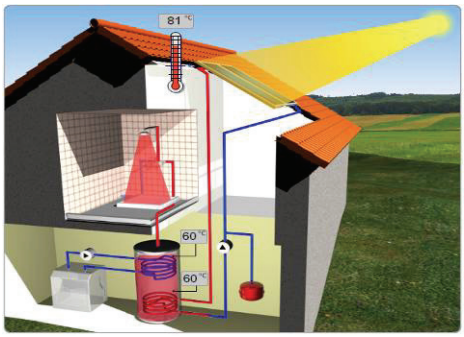
3.3. Rezultati simulacije rada sistema

Površina škole je 800 m^2, a prozori i vrata su napravljeni od drveta, tako da je potrebno poboljšati i izolaciju prostorija. Na slici 4. prikazana je šema izgleda instalacije solarnog sistema (primer individualne kuće).



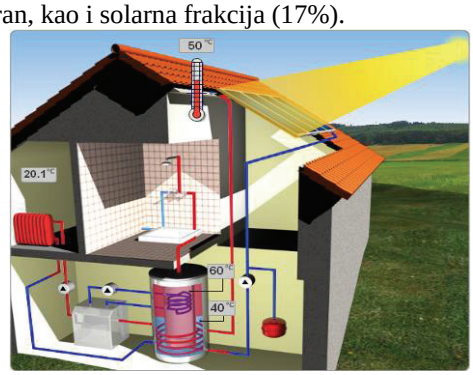
Slika 4. *Primer instalisanog solarnog sistema*.

Na slici 5. se vidi rad solarnog sistema za pripremu tople potrošne vode. Uočljivo je da se voda zagrejana ispod solarnih kolektora prenosi do spremnika, a zatim do potrošača. Takođe, vidi se da postoji i primarni sistem grejanja vode na gas prikazan kao jedna peć. Uz to ide i ekspanzijska posuda, koja služi za skladištenje toplotne energije, koja se zatim koristi za zagrevanje vode u toku noći. Ovakav solarni sistem može da se koristi i za zagrevanje prostorija, što je prikazano na slici 6.

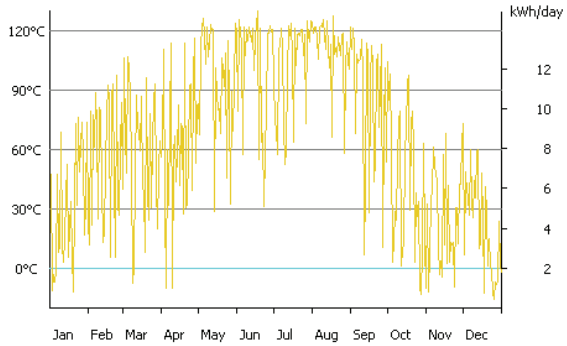


Slika 5. *Rad solarnog sistema za pripremu tople vode*.

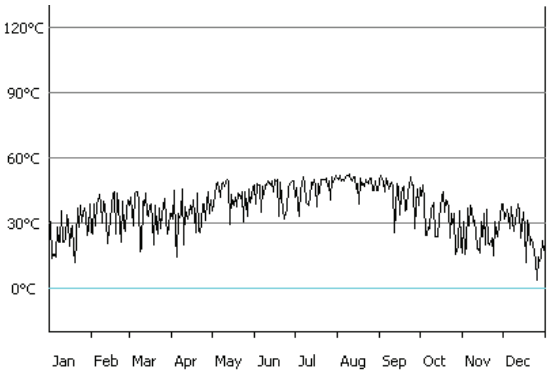
Nakon proračuna softver prikazuje grafike, koji pokazuju dozračenu solarnu energiju na solarne kolektore, kao i temperaturu solarnih kolektora. To moguće prikazati za bilo koji mesec, dan ili bilo koje vreme u toku jednog dana. Podaci se mogu prikazati za tri godine. Na slici 7, prikazana je dozračena solarna energija u toku prve godine upotrebe solarnog sistema, a na slici 8 temperature solarnog kolektora u tom vremenskom periodu. Na slici 9 prikazana je efikasnost sistema (prosečno 65%), koji je instaliran, kao i solarna frakcija (17%).



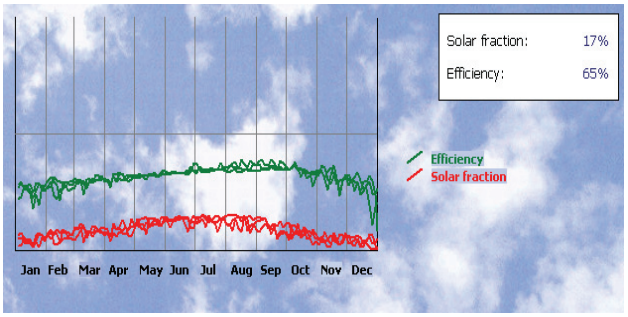
Slika 6. *Upotreba sistema za grejanje*



Slika 7. *Dozračena energija na solarni kolektor*



Slika 8. *Temperatura solarnog kolektora*



Slika 9. *Efikasnost sistema*

4. TEHNO-EKONOMSKA PROCENA ISPLATIVOSTI

Cena solarnog sistema za priremu tople potrošne vode (u manjem domaćinstvu) sa ugradnjom i puštanjem u pogon, kreće se oko 4.000 eura. Takva investicija isplati se za 5-10 godina. Cena Buderus solarnih kolektora je oko 3.000 eura za dva solarna kolektora od po 2,1 m², a prateća oprema uz to i ugradnja su još dodatnih 1.000 eura. S obzirom da će se koristiti više solarnih kolektora, pošto je zgrada na koju se montiraju solarni kolektori, škola, veće površine ukupna cena je nešto veća.

Ugrađeno je 12 kolektora, čija je aktivna površina 25 m², što znači da je za ugradnju ovog solarnog sistema utrošeno (sa dodatnom opremom) 24.000 eura. Godišnja toplotna proizvodnja ovog sistema je oko 18.850 kWh.

Prema proceni GetSolar Buderus softvera, u periodu od pet godina može se uštedeti oko 24.000 m³ gasa, a samim tim i smanjiti emisija CO_2 u atmosferu. Kako je cena 1 m^3 gasa na području opštine Zvornik oko 0,6 eura, za period od 5 godina, može se uštedeti oko 15.000 eura, što znači da će se ovaj sistem može isplatiti za 8 godina. Ako je vek trajanja solarnih kolektora oko 20 godina, znači da će se za taj vremenski period uštedeti gasa u iznosu od 96.000 m^3. U poređenju sa solarnim postrojenjem za grejanje sanitarne potrošne vode u Domu učenika u Mužlji (Zrenjanin), koje se sastoji od 24 solarna kolektora i koje je pušteno u rad 2002. god. [6], ovo duplo manje postrojenje postizaće procentualno bolje rezultate. Prema procenama GetSolar Buderus softvera, kod njih je ušteda zemnog gasa oko 6.000 m³/god., dok je u slučaju ovog solarnog sistema, ušteda oko 4.800 m³ gasa/god.

5. ZAKLJUČAK

S obzirom da je sunčeva energija sa tehničko-eksploatacionog gledišta - energetski resurs obnovljivog karaktera (transformisana sunčeva energija, koja se odvede od prijemnika sunčeve energije (PSE) se permanentno obnavlja u uslovima dejstva sunčevog zračenja), ne može se govoriti o energetskom resursu na način kako se to iskazuje kod drugih - neobnovljivih izvora energije. Oko 50% ukupne potrebne energije za grejanje može da se podmiri energijom Sunca. Kada se zna da se preko 40% energije u Evropi i kod nas troši na zagrevanje prostora, onda je jasno da u toj oblasti mogu ostvariti najveće uštede. U Evropi, već 20 godina gradnja novih stambenih i poslovnih objekata se podvrgava inovacijama i propisima, koji doprinose energetskoj efikasnosti.

Za Zvornik povoljan nagib neke južno orijentisane površine (solarnog kolektora) za maksimalan "zahvat" sunčevog zračenja tokom cele godine, odgovara uglu od 40º do 45º. Za solarne kolektore, koji se uglavnom koriste u toplijem periodu godine (kasno proleće, leto i rana jesen) kada se očekuju bolji efekti, optimalan nagib je oko 30º.

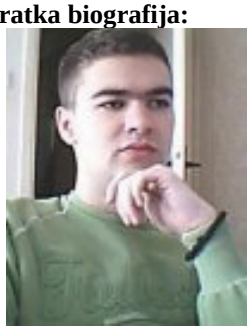
Zavisno od insolacionih uslova, tipa i konstrukcije solarnog sistema, može se sa jednog metra kvadratnog solarnih kolektora godišnje dobiti oko 500 kWh do 800 kWh toplotne energije. To je približno ekvivalentno toplotnoj energiji, koja se dobija sagorevanjem 50 do 80 kubnih metara gasa. Škola ima centralno grejanje, gde se voda zagreva sagorevanjem gasa u peći. U zimskom periodu je, u našem podneblju, ukupno energetsko dejstvo sunčevog zračenja manje od letnjeg, ali je još uvek dovoljno efikasno za korišćenje.

Prema procenama smatra se da će se ovaj sistem instalacije isplatiti u narednih pet godina, znajući da je vek solarnih kolektora oko 20 godina smatra se da će škola imati dodatne prihode (uštede) od ove instalacije. Takođe primenom ovog solarnog sistema smanjena je emisija ugljen dioksida (CO_2) u atmosferu što je značajan ekološki faktor.

6. LITERATURA

[1] http://www.buderus.de
[2] http://www.solarni-kolektori.co.rs/
[3] http://www.termo-gas.rs/
[4] M. Lambić, "Termotehnika sa energetikom", Edicija Univerzitetski udžbenik, Br.70, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin", Novi Sad, 1998.
[5] http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/
[6] M. Bosanac, T. Pavlović, Z. Petković, "Performanse hibridnog kolektora za fotonaponsku i termičku konverziju", *Sunčeva energija*, vol. 10, No.1, 1989, pp.17-20.

Kratka biografija:



Pero Klisarić rođen je u Slovenj Gradecu 1988. god. Diplomski-Bachelor rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranio je 2013. god., a master rad na istom fakultetu u martu 2015. god.

Vladimir Katić je rođen 1954. godine u Novom Sadu. Doktorirao je na Univerzitetu u Beogradu 1991. godine. Od 2002. godine je redovni profesor Univerziteta u Novom Sadu. Ujedno je i prodekan Fakulteta tehničkih nauka, kao i šef katedre za energetsku elektroniku i pretvarače.

Zoltan Čorba je magistrirao na FTN 2009. god. Radio je u razvojnom timu Novkabela, a od 1992. je na FTN, kao šef Laboratorije za energetsku elektroniku. Od 2008 je i šef Laboratorije za obnovljive i distribuirane izvore energije.

Estimacija pouzdanosti u prepoznavanju govora

Dragiša Mišković, Milana Bojanić, Nikša Jakovljević, Vlado Delić

Sadržaj — **Za sisteme automatskog prepoznavanja govora (Automatic Speech Recognition, ASR) veoma je važna mogućnost pouzdane ocene rezultata prepoznavanja. U realnim aplikacijama govornih tehnologija gde je prisutna ambijetalna buka, različiti govornici, smetnje u kanalu i slično, mera pouzdanosti pridružena izlazu iz prepoznavača neophodna je za adekvatno funkcionisanje tih aplikacija. U ovom radu biće predstavljene tehnike za estimaciju mere pouzdanosti (eng. confidence measure) zasnovane na normalizaciji akustičke metrike u cilju poboljšanog izračunavanja posterior verovatnoće za određeni izlaz iz prepoznavača. Prikazani rezultati su dobijeni za prepoznavač reči razvijen za srpski jezik.**

Ključne reči — **mera pouzdanosti, prepoznavanje govora, ASR sistemi.**

I. Uvod

MERA pouzdanosti je vrednost koja se pridružuje izlazu iz prepoznavača govora (reči, rečenici) i treba da bude pokazatelj pouzdanosti da je određen segment govora tačno prepoznat [1]. Mera pouzdanosti se tako može koristiti za odbacivanje onih reči na izlazu iz prepoznavača koje imaju malu meru pouzdanosti tj. vrlo verovatno da su netačno prepoznate. Mere pouzdanosti pridružene izlazu iz prepoznavača su korisne na više načina. Bazična primena je pri odluci za odbacivanje reči koje su izvan rečnika prepoznavača (eng. *OOV, Out-Of-Vocabulary*) i pri detektovanju ključnih reči u spontanom ili čitanom tekstu [2]. Širi okvir primene je u algoritmima nenadgledane adaptacije koji mogu da adaptiraju one akustičke modele čiji govorni uzorci imaju visok nivo pouzdanosti tačnog prepoznavanja; zatim za verifikaciju ručno odrađene transkripcije; kao pomoć pri vođenju dijaloga i odlučivanja o njegovom daljem toku. Najčeća su dva tipa uzroka grešaka pri prepoznavanju: 1) kada govornik upotrebi reč izvan rečnika prepoznavača i 2) nepoklapanje trening i test uslova prepoznavača tj. kada odgovarajući akustički modeli ne pokrivaju dovoljno dobro prostor akustičkih obeležja usled ambijetalne buke, različitih govornika, reverberacije i sl. [3].

Dragiša Mišković, Fakultet tehničih nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (telefon: 381-21-485-2521, e-mail: dragisa@uns.ac.rs)

Milana Bojanić (autor za kontakte), Fakultet tehničih nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (telefon: 381-64-2093346, e-mail: bojanic.milana@yahoo.com)

Nikša Jakovljević, Fakultet tehničih nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (telefon: 381-21-485-2521, e-mail: jakovnik@uns.ac.rs)

Vlado Delić, Fakultet tehničih nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija; (telefon: 381-21-475-29-99, e-mail: vdelic@uns.ac.rs)

Detekcija reči izvan rečnika i pogrešno prepoznatih reči moguća je na osnovu akustičkih obeležja, semantičkih, sintaksnih i pragmatičkih znanja, znanja o diskursu [4]. U ovom radu korišćena je estimacija pouzdanosti na osnovu akustičih poklapanja ulaznog signala i odgovarajućih HMM modela reči.

Rad je organizovan na sledeći način. U drugom poglavlju biće opisane mere pouzdanosti koje su najčešće opisane i korišćene u literaturi. U trećem poglavlju opisana su dva pristupa estimaciji pouzdanosti izlaza iz našeg prepoznavača i dat je opis eksperimentalne postavke. U četvrtom poglavlju prikazani su i analizirani dobijeni rezultati. Na kraju je dat zaključak rada.

II. Mere pouzdanosti

Uopšteno, metode za estimaciju pouzdanosti mogu se podeliti u tri kategorije [1]: 1) kombinacija tzv. prediktorskih obeležja koja se prikupljaju tokom procesa dekodovanja, a uključuju akustičke, sintaksne, semantičke i informacije o modelu jezika. 2) estimacija posterior verovatnoće. Pošto je teško izvršiti tačnu estimaciju posterior verovatnoće zbog normalizacionog člana u imeniocu (verovatnoća akustičkih opservacija), postoji više pristupa za njenu aproksimaciju. 3) verifikacija rečenice – problem mere pouzdanosti formuliše se kao problem testiranja statističke hipoteze.

A. *Prediktorska obeležja*

Prediktorska obeležja obuhvataju skup akustičkih, sintaksnih, semantičkih i obeležja na nivou modela jezika koja treba da razdvoje tačno prepoznatu reč od mogućih grešaka u prepoznavanju. Idealno obeležje bi imalo minimalno preklapanje raspodele za klasu tačno prepoznatih reči i raspodele za klasu pogrešnih prepoznavanja. Pošto ovo svojstvo nema ni jedno pojedinačno obeležje koristi se njihova kombinacija u različitim klasifikatorima. Neke od najčešće korišćenih prediktorskih obeležja su [5]: normalizovana vero-dostojnost (akustički skor po frejmu), obeležja vezana za listu N-najboljih (*N-best list*), akustička stabilnost (količnik broja pojavljivanja reči u listi sa brojem alternativa u listi), gustina hipoteza (broj alternativnih lukova za prepoznatu reč u grafu reči), obeležja vezana za trajanje (trajanje HMM stanja, trajanje fonema, reči), obeležja vezana za model jezika.

B. *Posterior verovatnoća*

Prepoznavači govora bazirani na skrivenim Markovljevim modelima (eng. HMM, Hidden Markov Model) daju na svom izlazu najverovatniji niz reči za dati ulazni signal (niz vektora akustičkih obeležja) koristeći

NAPOMENA:
a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Dragiše Miškovića. Mentor je bio prof. dr Vlado Delić.
b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2011.

Bajesovo pravilo odlučivanja (MAP pravilo):

$$P(W_1^M \mid X_1^T) = \frac{P(X_1^T \mid W_1^M)\, P(W_1^M)}{P(X_1^T)} \quad (1)$$

Ovde $P(X_1^T \mid W_1^M)$ predstavlja verodostojnost (eng. Likelihood) da je niz reči $W_1^M = w_1,\ldots,w_M$ modelovan pomoću niza HMM-ova (akustički model), proizveo ulazni akustički niz $X_1^T = x_1,\ldots,x_T$. $P(W_1^M)$ je a priori verovatnoća datog niza reči i nju daje stohastički model jezika (u našem slučaju model bigrama). $P(X_1^T)$ predstavlja verovatnoću akustičkih opservacija i prilikom dekodovanja ova vrednost se zanemaruje jer je ista za sve moguće hipoteze prepoznavača pa samim tim ne utiče koji će niz reči biti izabran kao najbolji. Tako prepoznavač daje najverovatniji (optimalni) niz reči dobijen po ML (maximum likelihood) principu.

$$\left\{W_1^M\right\}_{opt} = \arg\max_{all\ W_1^M} P(X_1^T \mid W_1^M)\, P(W_1^M) \quad (2)$$

Teorijski, posterior verovatnoća $P(W \mid X)$ je dobra mera pouzdanosti prepoznavanja pošto predstavlja apsolutnu meru poklapanja između *X* i *W*. Ali kao što se vidi iz jednačine (2) praktični ASR sistem (Automatic Speech Recognition) ignoriše verovatnoću akustičkih opservacija. Ocena koju prepoznavač pridruži nekom nizu reči ne predstavlja pravu meru poklapanja sa akustičkim opservacijama, već samo rangira moguće hipoteze od kojih se bira ona najverovatnija po ML principu. Zato se ocene prepoznavača (ASR skor) ne mogu direktno koristiti kao ocene pouzdanosti da je reč tačno prepoznata.

Za tačno izračunavanje *P(X)* potrebno je izvršiti sumaciju verovatnoća pojava date akustičke opservacije za sve moguće hipoteze *H* za *X*, uključujući sve kombinacije reči, fonema i šumova. U praksi je nemoguće nabrojati i modelovati sve moguće hipoteze za *X* tako da se uvode određene pretpostavke ili se usvajaju neke aproksimacije pri estimaciji *P(X)*. Prvi pristup su tzv. filer modeli koji treba da su u mogućnosti da prepoznaju bilo koju sekvencu reči tako da popune (eng. *fill*) rupe u rečniku običnog prepoznavača. Najčešće korišćen filer model je tzv. mreža svih fonema (eng. *all-phone network*) u kome su HMM modeli svih mogućih fonema i tišine međusobno povezani tako da je moguće prepoznati bilo koji niz reči. Količnik najbolje putanje iz običnog dekodera i najbolje putanje iz mreže svih fonema daje ocenu pouzdanosti na nivou fonema/reči. Drugi pristup su tzv. metode na bazi trelisa (eng. *lattice-based*) koje izračunavaju *P(X)* pomoću grafa reči ili trelisa reči koristeći algoritam izračunavanja unapred i izračunavanja unazad (eng. *forward- backward algorithm*) [3]. Pošto graf reči predstavlja kompaktnu i prilično tačnu reprezentaciju svih alternativnih hipoteza pri dekodovanju koje obično dominiraju u sumi za računanje *P(X)* u mnoštvu svih mogućih hipoteza, posterior verovatnoća izračunata na osnovu grafa reči dosta dobro aproksimira pravu *P(W|X)*. Mana ovakvog računanja posterior verovatnoće je potencijalna računska zahtevnost i kompleksnost za velike rečnike. U svrhu jednostavnosti, lista N-najboljih može zameniti graf reči [3].

C. *Verifikacija rečenice*

Problem estimacije mere pouzdanosti za ASR se definiše kao problem testiranja statističke hipoteze [6]. U okviru verifikacije rečenice postavljaju se dve komplementarne hipoteze: nulta hipoteza H_0 (*X* je tačno prepoznato i poteklo je iz modela reči *W*, λ_w) i alternativna hipoteza H_1 (*X* je pogrešno klasifikovano i ne potiče od modela λ_w). Testiranjem količnika ove dve verodostojnosti i poređenjem sa određenim pragom za odlučivanje dobija se rezultat na osnovu kojeg odlučujemo da li ćemo prihvatiti ili odbaciti rezultat prepoznavanja. To je tzv. LRT test (eng. *Likelihood Ratio Test*) i njegov rezultat se može preslikati u meru pouzdanosti [4].

$$LRT = \frac{P(X \mid H_0)}{P(X \mid H_1)} \begin{matrix} < \\ > \end{matrix} \tau \quad (3)$$

Glavna poteškoća je u modelovanju alternativne hipoteze, a važnu ulogu u njenom modelovanju imaju procedure diskrimativnog treninga [1].

III. Eksperimenti

U ovom radu opisana su dva pristupa za poboljšanje pouzdanosti izlaza sistema za prepoznavanje kontinualnog govora. Zasnivaju se na normalizaciji akustičke metrike u cilju poboljšanog izračunavanja posterior verovatnoće [7].

U prvom pristupu, sistem je u toku Viterbi dekodovanja, za svaki frejm normalizovao verovatnoću pomoću maksimalne vrednosti iz matrice izlaznih verovatnoća (MAXB). Na ovaj način, vrši se aproksimacija sume verovatnoća pojave date akustičke opservacije za sve moguće hipoteze H.

Drugi pristup se oslanja na tzv. *filler* modele. U praktičnoj izvedbi, u paraleli je formiran još jedan prepoznavač koji se zasniva na monofonima. Dozvoljeni su svi mogući prelazi između njih, a normalizacija metrike svake reči se postiže oduzimanjem metrika *filler* prepoznavača nad istim skupom frejmova. Pošto same metrike predstavljaju logaritam verovatnoće, potrebno deljenje verovatnoća praktično se svodi na oduzimanje logaritama verovatnoće.

U cilju verodostojne predstave dobijenih rezultata, napravljeno je posebno test okruženje koje se oslanja na AlfaNum sistem za prepoznavanje govora.

A. *Baza*

Test skup se sastoji od 1800 audio fajlova u kojima su izgovorene različite sekvence reči. Da bi se simulirala pojava OOV reči, formirana su dva prepoznavača. Prvi je sadržao sve reči koje se javljaju u test skupu dok je drugi formiran bez njih. U oba slučaja, rečnici su sadržali oko 160 različitih reči.

B. *ASR sistem*

Skup obeležja čine kepstralni koeficijenti (ukupno 12), normalizovana energija, log energija kao i prvi i drugi izvod ovih statičkih obeležja. Ovakav vektor obeležja, dimenzije 42, podeljen je u dva strima. Prvi strim čine koeficijenti koji opisuju energiju (dimenzije 6), a drugi strim koeficijenti koji opisuju obvojnicu spektra

(kepstralni koeficijenti, dimenzija 36). Osnovni oblik modela je trifon i formira se na bazi tzv. polukontinualnog HMM-a (eng. *Semi-continuous HMM*). Na datom test skupu, prepoznavač funkcioniše sa greškom (WER) od približno 2%.

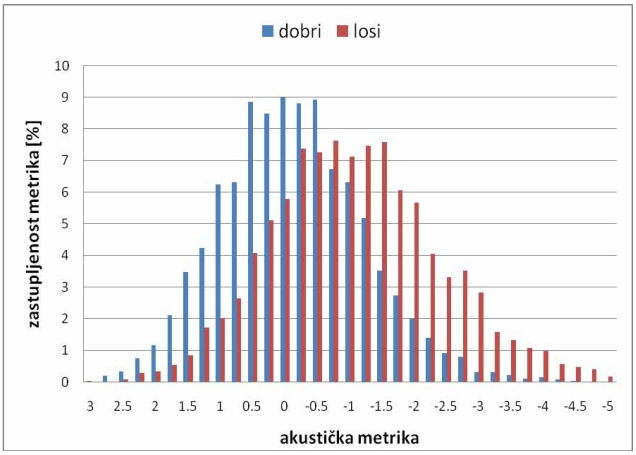
C. *Ocenjivanje*

Evaluacija svakog metoda se sastoji od dva kruga. U prvom se aktivira „ispravni“ prepoznavač, beleže se sva tačna prepoznavanja i metrike sa kojima su ostvarena. Na osnovu proračuna srednje vrednosti, naknadno se vrši njihovo skaliranje na oblast oko 0. Nakon toga, startuje se prepoznavač sa rečnikom koji ne sadrži izgovorene reči, vrši se prepoznavanje svakog audio fajla i beleže se metrike loših prepoznavanja. Ove vrednosti se nakon završenog drugog kruga skaliraju na oblast oko -1. Nakon završenih prepoznavanja, vrši se dodatno penalisanje neželjenih rezultata (metrike ispravnih prepoznavanja koje su nakon skaliranja dospele u oblast ispod 0 i metrike loših prepoznavanja koje su iznad -1).

Na ovaj način, dobijaju se pojedinačne i zbirna ocena na osnovu kojih se može proceniti efikasnost testiranog metoda.

IV. REZULTATI

Na sl. 1. prikazana je raspodela akustičkih metrika tačno prepoznatih i netačno prepoznatih reči na izlazu prepoznavača bez primene ikakvih tehnika ocene mere pouzdanosti (Confidence Measure, CM postupci) ili metoda naknadne obrade koje se inače koriste u radu realnih sistema (skorovanje na bazi trajanja, energije itd.) [8]. Na slikama su tačno prepoznate reči označene kao „dobri“ izlazi, a netačno prepoznate reči kao „loši“ izlazi. Jasno se vidi veliko preklapanje raspodela tačnih i netačnih prepoznavanja tj. nemogućnost da takav sistem detektuje reči van rečnika (OOV) ili da da meru pouzdanosti rezultata prepoznavanja.

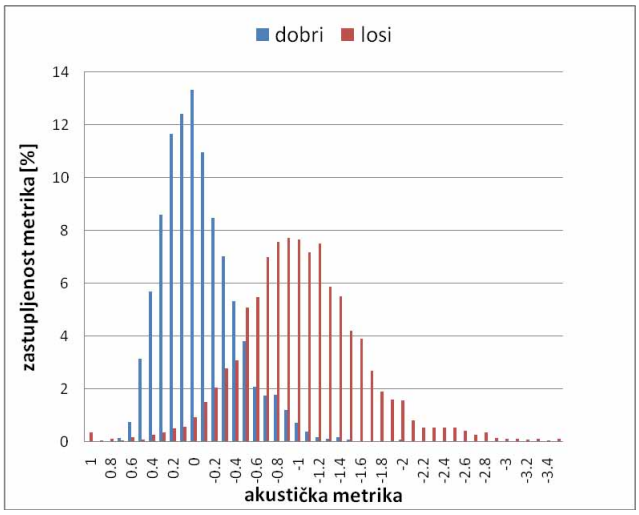


Sl. 1. Raspodela akustičkih metrika prepoznavača bez CM postupaka

A. *MAXB*

Slika 2. predstavlja raspodelu akustičkih metrika normalizovanih na osnovu opisanog MAXB pristupa. Iako i dalje postoji preklapanje raspodela, primetan je pozitivan učinak ovog postupka na razdvajanje raspodela.

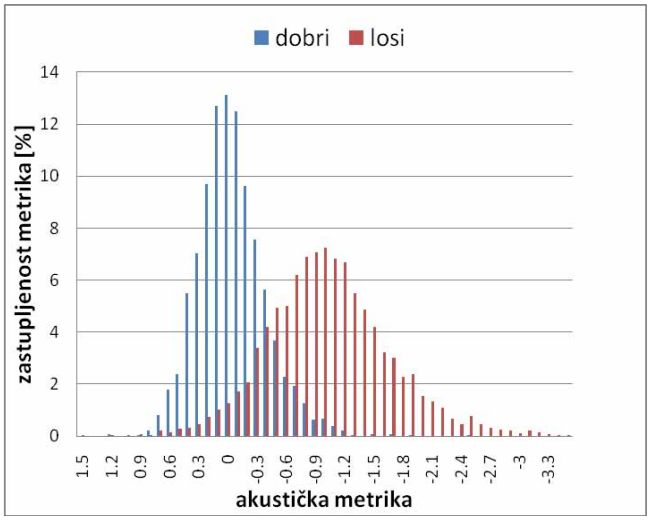
Sistem je sada u mogućnosti da bolje vrši distinkciju između ispravnog prepoznavanja reči i slučaja kada je npr. izgovorena reč van rečnika.



Sl. 2. Raspodela akustičkih metrika nakon MAXB normalizacije

B. *Filler*

Primenom *filler* prepoznavača u paraleli sa standardnim prepoznavačem dobijen je rezultat uporediv sa rezultatom MAXB postupka. Prikaz raspodela metrika dobijenih u ovom eksperimentu dat je na Sl. 3.



Sl. 3. Raspodela akustičkih metrika nakon noramlizacije *filler* prepoznavačem

U Tabeli 1. su prikazane brojne vrednosti dobijene opisanim postupcima ocenjivanja. Kolone se odnose na akustičku noramlizaciju i *filler* metod. U svim testovima, prepoznavač je imao 2614 tačno prepoznatih reči i 4200 pogrešno. Ovolika razlika potiče od velikog broja dodatno ubačenih reči u rezultat prepoznavača (eng. *insertion*) koji se javljaju u drugom krugu prepoznavanja. Sa SUM(G) je označena suma svih akustičkih metrika dobijenih pri ispravnim prepoznavanjima, a sa SUM(B) suma metrika pri pogrešnim prepoznavanjima. N_SCORE predstavlja normalizovanu ocenu svakog od metoda za poboljšanje pouzdanosti. Pošto se dobijene vrednosti odnose isključivo

za neželjene slučajeve (tačke u prostoru metrika koje se nalaze u oblastima preklapanja), jasno je da je cilj eksperimenata bio pronalaženje metoda koji će sa opisanim postupkom ocenjivanja imati najmanji skor.

TABELA 1: BROJČANI PRIKAZ OPISANIH POSTUPAKA

	MAXB	**FILLER**
SUM(G)	-186.048	-191.189
SUM(B)	-566.416	-719.226
TOTAL	-752.464	-910.416
N_SCORE	**-0.110429**	**-0.133609**

V. ZAKLJUČAK

Prikazane metode značajno poboljšavaju raspodelu akustičkih metrika u procesu prepoznavanja govora. Prvi metod (MAXB) daje bolji rezultat ali je prednost ovog metoda još veća ako se uzme u obzir da angažovanje *filler* prepoznavača zahteva dodatne resurse i produžava vreme potrebno za završetak prepoznavanja.

Pošto se obe metode zasnivaju na akustičkim obeležjima, poboljšanje se može graditi na kombinaciji neke od njih sa postupcima koji se oslanjaju na drugi izvor informacija. Trenutno se rade eksperimenti sa ciljem da se iz predikcije koja potiče od jezičkog modela kreira dodatni izvor informacija koji će poboljšati zbirnu ocenu pouzdanosti.

ZAHVALNICA

Ovaj rad predstavlja deo istraživanja podržan kroz projekat Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, „Razvoj dijaloških sistema za srpski i druge južnoslovenske jezike“ TR32035.

LITERATURA

[1] H. Jiang, “Confidence measures for speech recognition: a survey,” *Speech Communication,* vol. 45, pp. 455-470, 2005.

[2] S. R. Young, “Detecting misrecognitions and out-of-vocabulary words,” *Proc of. Int. Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, pp. II-21—II-24, 1994.

[3] F. Wessel, R. Schluter, K. Macherey, H. Ney, “Confidence measures for large vocabulary continuous speech recognition,” *IEEE Trans. Speech and Audio Processing,* vol. 9, no. 3, pp. 288-298, March 2009.

[4] C. H. Lee, “Statistical confidence measures and their applications,” *Proc. of ICSP ‘2001,* August 2001.

[5] L. Jiang and X. Huang, "Vocabulary-independent word confidence measure using subword features", *in Proc. ICSLP*, 1998.

[6] R. C. Rose, B. H. Juang, C. H. Lee, ”A training procedure for verifying string hypothesis in continuous speech recognition,” *Proc. of Int. Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, pp. 281-284, 1995a.

[7] Nikša Jakovljević, Dragiša Mišković, Darko Pekar, Nataša Vujnović: “Unapređenje performansi AlfaNum-CASR sistema implementacijom algoritma za maksimizaciju verodostojnosti ”, *Zbornik 6. konferencije DOGS*, Vršac, 14-15.09.2006.

[8] Dragiša Mišković, Mirjana Zindović, Darko Pekar , “Postprocesing metode za validaciju prepoznavanja AlfaNum ASR sistema “, 20-22.11.2007, Beograd, TELFOR

ABSTRACT

In the Automatic Speech Recognition (ASR) systems, the capability to evaluate result reliability is extremely important for speech application usage. Thus, in many real-world applications with ambient noise, speaker variations, channel distortions etc, confidence measure must be computed for any recognition decision made by ASR systems. In this paper, with reference to earlier research work, we presented a techniques for estimating confidence measures using the acoustic normalization or phone recognizer in conjunction with the word recognizer for Serbian language.

CONFIDENCE ESTIMATION IN SPEECH RECOGNITION

Dragisa Miskovic, Milana Bojanic, Niksa Jakovljevic, Vlado Delic

Jedno rešenje sistema za deljenje multimedijalnog sadžaja putem DLNA protokola na Android OS

Marko Lončarević, Branko Bogičević, Jaroslav Hlavač

Sadržaj — **U ovom radu je objašnjen postupak relizacije sistema za deljenje multimedijalnog sadržaja putem DLNA protokola. Cilj rada je upoznavanje sa DLNA protokolom i razvoj aplikacije za deljenje multimedijalnog sadržaja na uređajima zasnovanim na Android operativnom sistemu**.

Ključne reči **— DLNA, Android, UPnP, multimedija, namenski računar, DTV**

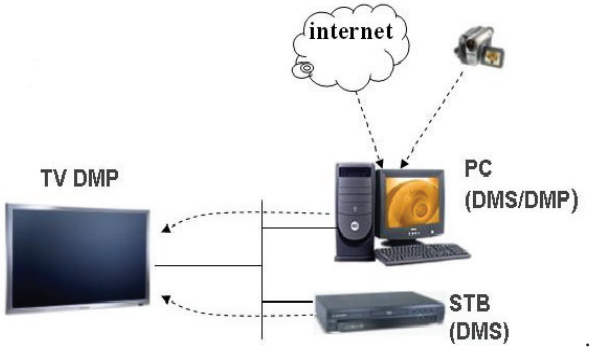
I. Uvod

Definitivno, veliki broj kućnih uređaja namenjen je prevashodno za rukovanje multimedijalnim sadržajem sa ciljem da korisniku pruži mnogostruke mogućnosti za zabavu i odmor. Da bih uzitak bio potpun neophodno je obezbediti brz i lak prenos multimedijalnih sadržaja poput slike, videa i muzike sa jednog na drugi uređaj. Na primer korišćenje USB uređaja ili prenos putem HDMI kabla pružaju tu mogućnost s tim da su ove metode neprakticne jer same po svojoj prirodi zahtevaju više uloženih resursa, i vreme neophodno da se prenos realizuje. Mogućnost bržeg i jednostavnijeg prenosa multimedijalnog sadrzaja između kućnih uređaja zahteva njihovu povezanost u okviru kućne mreže. Zahvaljujući DLNA forumu [1], definisan je nov i savremen način deljenja, kontrole i reprodukcije multimedijalnog sadržaja u lokalnoj mreži, DLNA protokol stek. U ovom radu je predstavljeno jedno rešenje deljenja multimedijlnog sadržaja uređajima u okviru DLNA mreže. Od posebnog znacaj je napomenuti da je rešenje realizovano na Android operativnom sistemu, što nam govori da je potpuno nezavisno od fizičke arhitekture uređaja i može se primenjivati na tabletima, mobilnim telefonima i DTV prijemnicima zasnovanim na Android operativnim sistemima.

II. DLNA protokol

DLNA (*Digital Living Network Alliance*) je neprofitna organizacija koja je definisala pravila za razmenu digitalnih multimedijalnih sadržaja između korisničkih uređaja kao što su računari, mobilni telefoni, kamere i ostali multimedijalni uređaji.

Ovaj rad je delimi no finansiran od Ministarstva za nauku Republike Srbije, projekat 32014
Marko Lon arevi , Fakultet Tehni kih Nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovi a 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: marko.loncarevic@rt-rk.com).
Branko Bogi evi , Fakultet Tehni kih Nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovi a 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: branko.bogicevic@rt-rk.com)
Hlava Jaroslav, Fakultet Tehni kih Nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovi a 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: hlavac.jaroslav@rt-rk.com



Slika 1.Digital Media Server u kućnoj mreži

Uređaje koje DLNA podržava i mehanizam pristupa multimediji putem mreže definisan je UPnP protokolom. DLNA uređaji su podeljeni u tri klase: kućne mrežne uređaje, ručne mobilne uređaje i kućne infrastrukturne uređaje.

Tipovi uređaja:

DMS(*Digital Media Server*) je uređaj za skladištenje podataka (kao na primer muzike, videa i drugih fajlova), koji moraju biti dostupni klijentima za upotrebu. Server mora biti u mogućnosti da konvertuje fajlove, pre slanja, na zahtev klijenta.

DMP(*Digital Media Player*) je uredaj koji prikazuje sadržaj koji mu je poslat od strane servera.

DMC(*Digital Media Controler*) nalazi sadžaje na DMS i prikazuje ih na DMP. Kao na primer, zahtevanje od servera da prikaže video na odredenom TV-u.

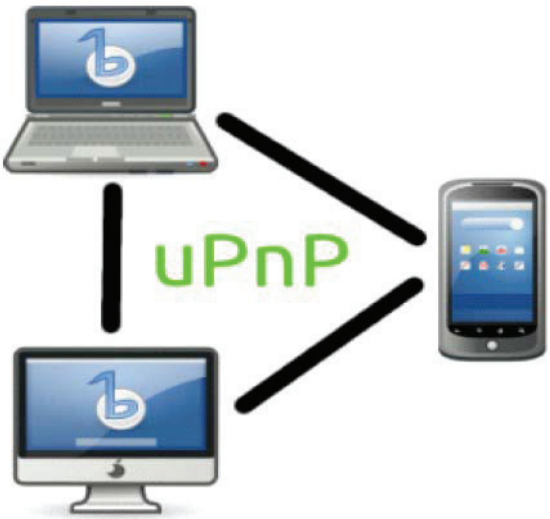
DMR(*Digital Media Renderer*) to su uredaji koji vrše reprodukciju sadržaja primljenog od DMC, koji nalazi sadržaj na (DMS). Primeri uključuju televizore, audio video prijemnike, zvučnike za muziku i slično. Važno je napomenuti mogucnost da jedan uređaj može da funkcioniše kao DMP i DMR.

III. UPnP skup protokola

UPnP (*Universal Plug and Play*) je skup mrežnih protokola koji omogućavaju umreženim uređajima kao što su računari, štampači, bežične pristupne tačke, mobilni uređaji da bez problema otkriju prisustvo drugih uređaja u mreži i da uspostave mrežne usluge za deljenje podataka, komunikaciju i zabavu. Definisan je od strane UPnP forum grupacije koju sačinjava preko 800 članova među kojima su i najveće svetske korporacije Microsoft, Nokia, Philips, Samsung, Intel, LG, iWedia. UPnP podržava *plug and play* (pokreni i koristi) što znači da korisnik ne mora ništa ručno da konfiguriše. Uređajima omogućen dinamički pristup mreži, dobijanje IP adrese i stavljanje na

NAPOMENA:
a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Marka Lončarevića. Mentor je bio prof. dr Nikola Teslić.
b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2012.

raspolaganje svoje sposobnosti drugima unutar mreže. Uređaj može napustiti mrežu u svakom trenutku.



Slika 2.UPnP komunikacija

UPnP tehnologija je nezavisna od operativnog sistema i programskog jezika i izgrađena je na internet baziranim tehnologijama kao što su IP, TCP, UDP, HTTP i XML.

IV. ANDROID OPERATIVNI SISTEM

Posebnu pažnju treba da posvetimo prilagođavanju aplikacije za rad sa tabletima, mobilnim telefonima i DTV prijemnicima baziranim na Android operativnom sistemu. Razvila ga je grupacija firmi okupljena oko *Open Handset Alliance*, kao operativni sistem namenjen prevashodno mobilnim telefonima. Baziran je na Linuks operativnom sistemu pa se uspešno koristi i u drugim uređajima kao što su tablet, laptop i netbook računari, čitači elektronskih knjiga i digitalni televizijski prijemnici. Linuks kernel nalazi se na dnu Android arhitekture i deluje kao sloj apstrakcije izmedju hardvera i ostatka steka. Kernel obezbeđuje programsku podršku za različite delove mobilnih uređaja kao i kontrolu paljenja. Upravljanje memorijom, procesima i mrežnim stekom je takođe u nadležnosti linuks kernela MediaFramework biblioteka se koristi za skladištenje i reprodukciju multimedijalnih sadržaja.

Bionic libc, koji je nastao iz standardne *libc* biblioteke, razvila je Google kompanija u svrhu korišćenja u ugrađenim (*embedded*) sistemima kao i u mobilnim telefonima i tabletima zasnovanim na Android operativnom sistemu. Glavni razlozi korišćenja ove biblioteke su sledeći :

- BSD License: familija dostupnih licenci za besplatne programe.
- veličina: bionic libc je male veličine jer se mora učitavati u svakom procesu.
-brzina: usled korišćenja u procesorima sa niskim frekvencijama učitavanje biblioteke mora biti brzo.

To se postižemo brzim kodovima putanja, kao i malom brzom prilagođenom implementacijom POSIX niti (u daljem tekstu *pthread*).

Bionic poseduje podršku za važne tipične Android servise kao što su svojstva sistema i prijavljivanje. Ova biblioteka se razlikuje od standardne *glibc* zato što ne podržava izuzetke u C++ programskom jeziku i široke karaktere (veće od 8 bita), koji nisu potrebni u Androidu. Podrška za *pthread* je delimično izmenjena za Android operativni sistem. Neke *pthread* funkcije iz osnovne implementacije nije moguće koristi kao što je *pthread_cancel()* koja ne postoji, te je nemoguće zatvoriti nit iz druge niti. Zbog svega navedenog ceo izvorni kod koji će se koristi u aplikativnom delu mora se sastaviti u odnosu na bionic libc.Android Runtime sadrži core biblioteke, koje obezbeđuju osnovnu funkcionalnost dostupnu u osnovnim bibliotekama Java programskog jezika.Application Framework omogućava ponovnu upotrebu komponenti. Svaka aplikacija može da koristi mogućnosti drugih komponenti kao i da omogući korišćenje svojih.

V. REALIZACIJA REŠENJA

Integracija DMS-a u Android operativni sistem zahteva postojanje više slojeva programske podrške. Svaki od slojeva komunicira sa susednim slojevima. Na najvišem aplikativnom nivou se nalazi Android aplikacija koja omogućava pokretanje rada DMS. On multimediski sadržaj pohranjen u svojoj memoriji stavlja na raspolaganje uređajima u mreži. Nakon pokretanja aplikacije i startovanja servera uređaji u mreži pristupaju sadržaju i reprodukuju ga putem DMP. Na slikama 3.i 4. ilistrovan je primer pristupa multimedijalnom sadržaju DMS-a.

Slika 3. Prikaz DMS dosturnog u mreži na DTV-u

JNI(*Java Native Interface*) sloj obezbeđuje komunikaciju između aplikativnog sloja pisanog u Java programskom jeziku i sloja pisanog u programskom jeziku C. Poziv JNI native funkcija se odvija unutar Java sloja. JNI funkcije pozivaju DL (*Dinamic Library*) u kom su zapisane prevedene metode korišćene u C/C++ sloju. Na taj način je ostvarena veza između Java sloja i C/C++ sloja. Poslednji nivo programske podrške je izvorni C kod u kome su implementirane biblioteke koje omogućavaju puno korišćenje DLNA i UPnP resursa. Izvorni kod je bilo potrebno prevesti upotrebom sistemske biblioteke Bionic. Ona je razvijena u svrhu korišćenja u ugrađenim (*embedded*) sistemima i mobilnim telefonima i tabletima zasnovanim na Android operativnom sistemu. Njeno osnovno svojstvo je mala veličina i brzina učitavanja, jer se mora učitavati u svakom procesu. Rešenje predstavljeno u ovom radu zahteva prethodno navedena svojstva

Bionic-a jer je namenjeno za korišćenje na prethodno spomenutim uređajima.

Slika 4. Prikaz deljenog multimedijalnog sadržaja dostupnog DTV prijemniku

VI. ZAKLJUČAK

Ovaj rad predstavlja jedno rešenje realizacije sistema za deljenje multimedijalnog sadržaja u DLNA mreži na mobilnim ureajima baziranim na Android operativnom sistemu. Sastoji se od Java aplikcije(dostupne korisniku) , JNI sloja i biblioteka u kojima se nalazi realizacija DLNA i UPnP protokola. Glavni akcenat pri realizaciji ovog zadatka je bio omogućavanje rada DLNA servisa i prilagođavanje Android operativnom sistemu. Nezavisno je od fizičke arhitekture uređaja i predviđeno za korišćenje na mobilnim telefonima, tabletima i DTV prijemnicima zasnovanim na Android operativnom sistemu. Rešenje je testirano na mobilnim telefonima i tabletima sa 2.2 Froyo, 2.3.3 Gingerbread i 4.0.3 Ice Cream Sandwich Android operativim sistemima.

LITERATURA

[1] Stephan Haugsrud: *Developing Android Applications with Arctis,* Master's thesis Norwegian University of Science and Technology Trondheim, June 2009
[2] DLNA, Digital Living Network Alliance, www.dlna.org.
[3] UPnP Forum, Universal Plug and Play Forum, www.upnp.org
[4] Marvell, *88DE3010 Sofware API User Manual*
[5] Rato Meier: *Professional Android Application Development*, Wrox, November 2008
[6] Vladimir Kovačević, Miroslav Popović: *Sistemska programska podrška u realnom vremenu*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih Nauka, 2002
[7] M.Schmalohr and F.Kozamernik: Home networks, EBU Technical Review, Q2 2009

ABSTRACT

Paper presents one implementation of software applicationfor sharing multimedia content. Software application is based on the DLNA protocol stack and includes the implementation of DMS (*Digital Media Server*) devices defined by the DLNA specification.

ONE SOFTWARE SOLUTION FOR SHARING MULTIMEDIA CONTENT VIA DLNA PROTOCOL ON ANDROID OPERATING SYSTEM

Marko Lončarević, Branko Bogičević, Jaroslav Hlavač

Unapređenje teletekst podrške na prijemniku digitalnog televizijskog signala zasnovanog na Android operativnom sistemu

Vladan Bjelić, Nemanja Lukić, Stojan Kovačević, Milan Vucelja

***Sadržaj* — U ovom radu je objašnjen postupak realizacije unapređenja teletekst podrške. Cilj rada je omogućavanje pretrage sadržaja teletekst servisa kroz Android aplikaciju za globalnu pretragu. Pronađeni sadržaj je potrebno istaći prilikom prikaza teletekst stranice. Dobavljanje sadržaja i prikaz teleteksta se odvija pomoću prijemnika digitalnog televizijskog signala zasnovanog na Android operativnom sistemu.**

***Ključne reči* — Android, DTV, pretraga, teletekst**

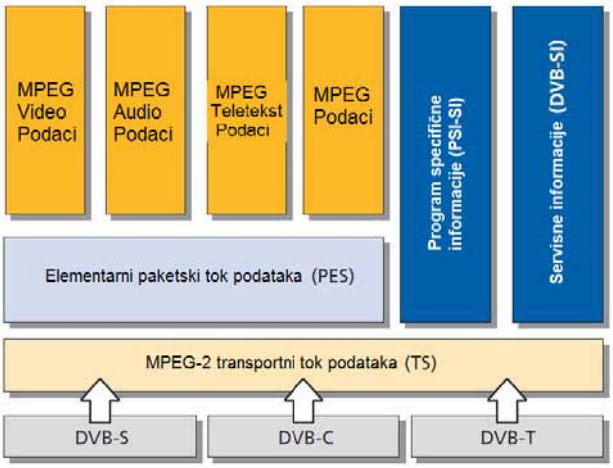
I. Uvod

Savremeno tržište DTV uređaja se svakodnevno razvija i napreduje. Konkurencija među proizvođačima DTV uređaja raste što prouzorokuje brz napredak. Softverski sistemi za ove uređaje postaju sve obimniji i zahtevniji što iziskuje i unapređivanje hardverskih čipova na kojima oni rade. Tako danas imamo čipove koji sadrže višejezgarne procesore koji rade na velikim brzinama. Sve ovo omogućava poboljšanje aplikacija koje služe raznoraznim potrebana korisnika. Sa konzolnih C/C++ aplikacija izvršena je tranzicija na aplikacije sa grafičko-korisničkom spregom, najčešće Java baziranim aplikacijama, što umnogome olakšava korisniku pristup raznovrsnim informacijama do kojih želi da dođe. S obzirom na ovaj brz napredak, moderni DTV uređaji sadrže veliki broj aplikacija koje sa sobom nose pregršt raznovrsnih informacija što nameće potrebu za globalnim pretraživanjem podataka. Android je novi operativni sistem na DTV uređajima. Bazira se na Java programskom jeziku i poseduje aplikacije za globalnu pretragu. Ono što nedostaje ovom sistemu namenjenom za DTV uređaje je pretraga teleteksta koji je zbog veličine sadržaja u tekstualnom formatu pogodan za pretragu. Prema tome, cilj ovog rada je unapređenje podrške za teletekst koja se ogleda u razvijanju pretraživanja teletekst sadržaja sa dostupnih televizijskih kanala.

II. Teletekst u digitalnoj televiziji

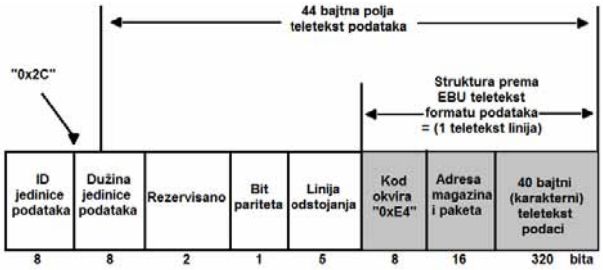
Teletekst je informacioni servis razvijen krajem 70-ih godina dvadesetog veka sa ciljem da dostavi raznorazne informacije gledaocima televizije u obliku vesti, sportskih informacija, pregleda programa i sl.

Prema DVB standardu, teletekst se sastoji od 8 magazina od kojih svaki magazin može teoretski da ima do 256 stranica. Jedna teletekst stranica se sastoji od 24 linije od kojih svaka linija ima po 40 karaktera koji mogu biti slova engleske abecede, cifre, simboli i jednostavni grafički oblici. Dolazi se do zaključka da pri maksimalnoj iskorištenosti teletekst resursa, teletekst može da sadrži približno 1.81MB podataka.



Slika 1. Lokacija teletekst podataka

DVB standard koristi MPEG-2 standard koji definiše algoritme za kodovanje i dekodovanje podataka. Teletekst se preko transportnog nivoa prenosi kao PES (eng. Packetized Elementary Stream) paket zajedno sa audio i video podacima. Na slici 1. ilustrovana je lokacija teleteksta pored MPEG-2 – video/audio sadržaja i kanala podataka [1].



Slika 2. Struktura linije teletekst stranice

Jedan PES paket se sastoji od 44 bajta u kojem se

Ovaj rad je delimično finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, projekat III-44009.

Vladan Bjelić, Nemanja Lukić, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Srbija (e-mail: vladan.bjelic@rt-rk.com, nemanja.lukic@rt-rk.com)

Stojan Kovačević, Milan Vucelja, RT-RK, Narodnog Fronta 23a, 21000 Novi Sad, Srbija, (e-mail: stojan.kovacevic@rt-rk.com, milan.vucelja@rt-rk.com)

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Vladana Bjelića. Mentor je bio prof. dr Nikola teslić.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2013.

prenosi jedna teletekst linija. Na slici 2. je prikazana detaljna struktura linije teletekst stranice. Prikaz teletekst stranice funkcioniše tako što digitalni prijemnik dekoduje signal i postavlja na grafičku spregu kao prvi sloj, dok je u pozadini prikaz trenutnog televizijskog kanala.

III. Ciljna platforma

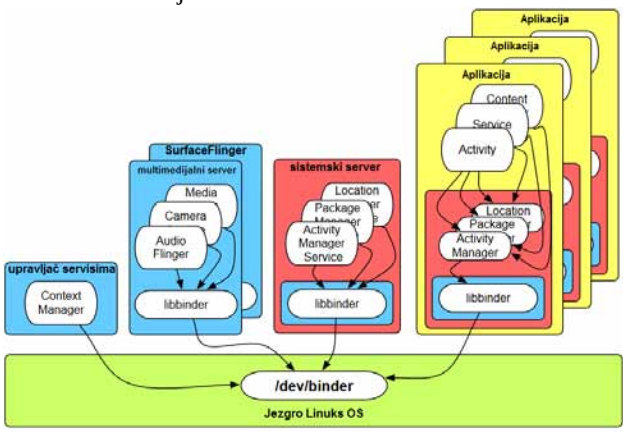
A. *Android platforma*

Android je otvorena, kompletna i besplatna softverska platforma kreirana za prenosive uređaje. Trenutno je Android najzastupljeniji na prenosivim uređajima poput mobilnih telefona i tablet računara, ali ima potencijal da se proširi na uređaje kojima su veličina memorije i brzina procesora ograničeni. U današnje vreme mnogi proizvođači mobilnih telefona koriste Android kao izabranu ciljnu platformu. U narednim godinama očekuje se da će se Android nalaziti u milionima mobilnih telefona i drugim mobilnim uređajima, čineći Android glavnom platformom za aplikativne programere [2].

Android je platforma zasnovana na Linuks operativnom sistemu proširena sa bibliotekama i optimizacijama potrebnim za prenosive uređaje.

Programski jezik za razvoj Android aplikacija je Java. Android nudi jako dobar komplet za razvoj Java aplikacija (eng. Software Development Kit) i komplet za razvoj programske podrške u C/C++ programskom jeziku (eng. Native Development Kit).

Osnovni način komunikacije između različitih procesa na Android platformi je realizovan kroz alat za međuprocesno povezivanje (eng. Inter-process communication) koji se zove Binder. Binder je bezbedan način komunikacije između različitih procesa, a omogućava prenos prostih tipova podataka čija veličina može da iznosi do 1MB, sinhronizaciju, upravljanje memorijom i pozivanje proceduralnih rutina (eng. Remote Procedure Calls). Android proces može pozvati rutinu drugog Android procesa, korišćenjem Bindera koji identifikuje metodu koja će se prozvati i prenosi argumente između procesa [2]. Na slici 3. je dat primer Binder komunikacije.

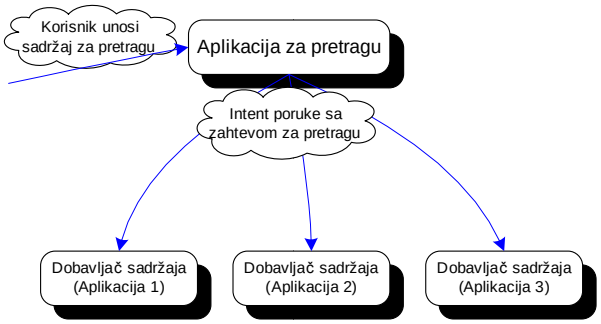


Slika 3. Primer Binder komunikacije između različitih procesa

Komunikacija između komponenata na aplikativnom nivou se odvija preko poruka koje se nazivaju poruke sa namerom (eng. Intent). Intent je struktura podataka koja u sebi sadrži opis operacije koja treba da se izvrši ili često, u slučaju nekog prenosa, opis nečega što se dogodilo.

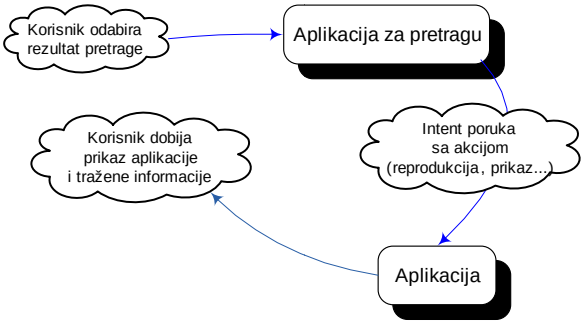
B. *Aplikacija za pretragu*

Android aplikacija za pretragu se zasniva na razmeni Intent poruka sa pretraživim aplikacijama. Korisnik pokreće aplikaciju i u polje za pretragu unosi reči sadržaja koji želi da pronađe. Aplikacija prosleđuje sadržaj svim pretraživim aplikacijama kroz Intent. Ovo je prikazano na slici 4.



Slika 4. Prikaz komunikacije između aplikacije za pretragu i pretraživih aplikacija – zahtev za pretragu

On dolazi do modula za dobavljanje sadržaja (eng. Content Provider, CP) svake aplikacije koja može da se pretražuje. CP šalje upit bazi podataka aplikacije od koje dobija pokazivač na skup rezultata pretrage (eng. Cursor). Zatim taj pokazivač, CP prosleđuje nazad aplikaciji za pretragu kroz Intent poruku.



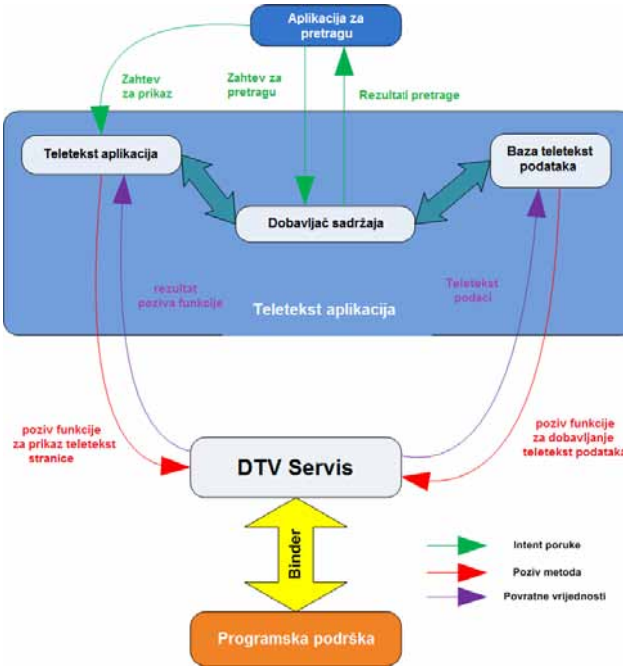
Slika 5. Prikaz komunikacije između aplikacije za pretragu i pretraživih aplikacija – akcija za izvršavanje

Nakon što sve aplikacije odgovore aplikaciji za pretragu, ona prikazuje listu sa dobijenim rezultatima. Korisnik je tada u mogućnosti da odabere jedan od rezultata što izaziva da aplikacija za pretragu šalje Intent poruku samo aplikaciji čiji rezultat je odabran. Aplikacija obrađuje tu Intent poruku i na osnovu nje izvršava akciju koja je tražena (prikaz, reprodukcija, obeležavanje itd.) Na slici 5. je ilustrovana obrada odabira rezultata.

IV. Realizacija rešenja

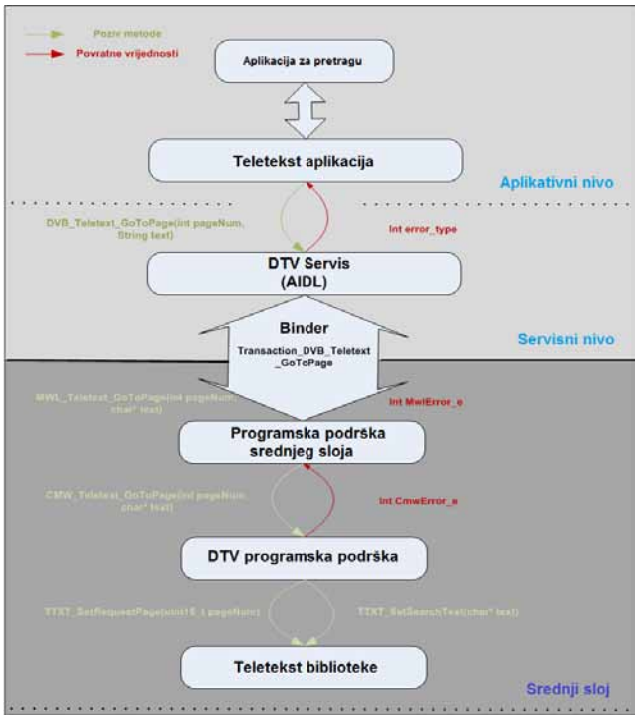
Rešenje je realizovano kroz Android aplikaciju i proširenje već postojeće programske podrške za DTV uređaje [3]. Aplikacija se sastoji iz tri modula: CP, modul

za upravljanje bazom podataka (eng. Database) i glavni modul aplikacije. Da bi se omogućila pretraga teletekst sadržaja, bilo je potrebno pri svakoj promeni televizijskog kanala, pohraniti teletekst sadržaj u memoriju aplikacije pomoću DTV sprege sa srednjim slojem. Nakon pokretanja aplikacije za pretragu i ukucavanja sadržaja za pretragu, kontaktira se CP teletekst aplikacije i sve potrebne informacije dobija preko njega. Aplikacija za pretragu mu preko Intent poruke prosleđuje reč koja treba da se pretraži. Teletekst CP pretražuje pohranjen teletekst sadržaj i reči koje se poklapaju smešta u bazu podataka. CP vraća odgovor u obliku pokazivača na rezultate pretrage kroz Intent poruku. Pronađene reči se smeštaju u bazu podataka zbog baze podataka aplikacije za pretragu, koja će ih kao takve prikazati u svojoj aplikaciji kao rezultate pretrage. Na slici 6. je prikazana komunikacija između modula koji obavljaju gore navedene akcije.



Slika 6. Prikaz komunikacije između različitih slojeva prilikom pretrage teleteksta

Realizacija isticanja pretraženih reči prilikom prikazivanja teletekst stranice, je izvršena kroz proširivanje postojeće funkcije u DTV programskoj podršci. U DTV servisu za komunikaciju sa srednjim slojem, proširena je funkcija za prikaz teletekst stranice u koju je kao parametar ubačena reč koju treba istaći prilikom iscrtavanja. Funkcije u servisu se generišu pomoću jezika za definisanje Android sprege (eng. Android Interface Definition Language) koji razlaže Java objekte u proste tipove podataka i prilagođava ih za Binder komunikaciju sa srednjim slojem. U srednji sloj, broj teletekst stranice i traženi tekst, kao parametri se predaju sloju za apstrakciju srednjeg sloja. On ih dalje prosleđuje sloju za apstrakciju DTV programske podrške. Odavde se pristupa bibliotekama za obradu teletekst zahteva. Na slici 7. je prikazan blok dijagram sa funkcijama koje su izmenjene.



Slika 7. Prikaz proširenja programske podrške kroz nivoe

Pošto se teletekst stranica iscrtava jednu po jednu liniju, proširena je funkcija za prikaz teletekst linija. U sadržaju linije koja treba da se iscrta se pronađe tražena reč, ukoliko postoji, i pamti se njen indeks na kom ta reč počinje. Kada se prilikom iscrtavanja karaktera na ekran, dođe do tog indeksa, invertuju se boje teksta i pozadine da bi se ta reč istakla na traženoj teletekst stranici. Na slikama 8. i 9. možemo videti kako izgleda teletekst stranica pre i posle isticanja tražene reči.

Slika 8. Izgled teletekst stranice pre isticanja tražene reči

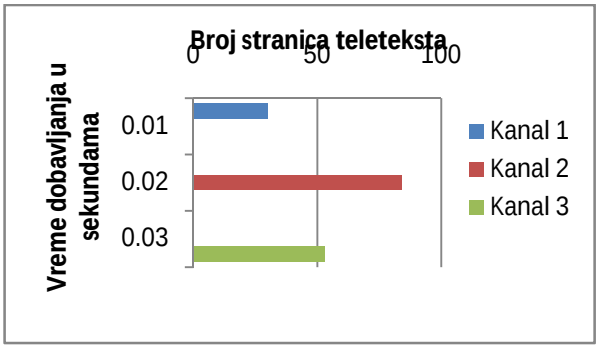
Slika 9. Prikaz teletekst stranice nakon isticanja tražene reči

V. Rezultati

Eksperimenti pri testiranju aplikacije za teletekst pretragu vršeni su na osnovu vremena dobavljanja teletekst sadržaja od programske podrške i vremena pronalaženja rezultata pretrage na aplikaciji za pretragu u zavisnosti od broja trenutnog broja stranica i dužine tražene reči.

A. Vreme dobavljanja teletekst sadržaja

U ovom testiranju mereno je vreme dobavljanja teletekst sadržaja iz programske podrške do aplikacije za pretragu teleteksta. Nakon merenja dobavljanja teletekst sadržaja, primećeno je da obim sadržaja teleteksta nema mnogo uticaja. Za tri kanala sa različitim ukupnim brojem teletekst stranica dobili smo različita vremena koja dokazuju da vreme dobavljanja najviše zavisi od vremena potrebnog da se izvrše pozivi funkcija koje isporučuju teletekst sadržaj. Rezultati testiranja su prikazani na slici 10.



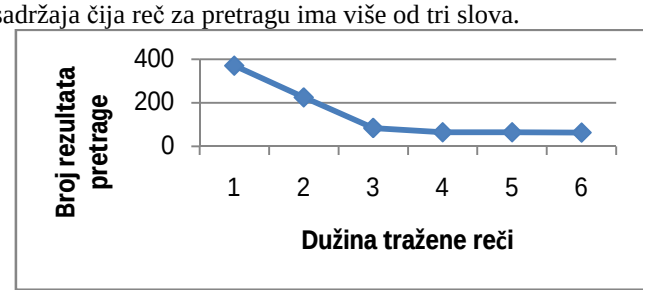
Slika 10. Odnos obima teletekst sadržaja i vremena njegovog dobavljanja

B. Vreme pronalaženja rezultata pretrage

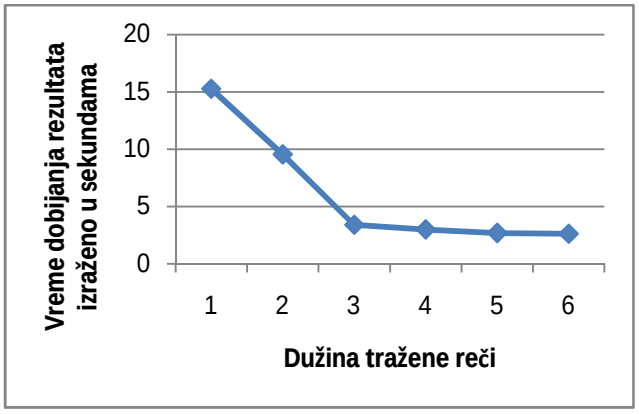
U ovom testiranju mereno je vreme pronalaženja rezultata pretrage od trenutka slanja zahteva za pretragu od strane aplikacije za pretragu do trenutka slanja Intent poruke sa rezultatima od strane dobavljača sadržaja teletekst aplikacije. Izvršeno merenje daje na uvid ubrzanje koje se dobija na osnovu dužine tražene reči.

Rezultati pokazuju da kraće reči zahtevaju više vremena, jer se kao takve nalaze i kao sastavni dio dužih reči čime se dobija veći broj rezultata. Na testiranje je uzet teletekst sadržaj od 84 stranice koji sadrži oko 6000 reči. Na slici 11. je prikazan odnos dužine reči koja se pretražuje i broj rezultata, a na slici 12. vreme potrebno za dobijanje rezultata na osnovu dužine reči.

Nakon ovog testiranja primećeno je da reči duže od dva slova imaju približno konstantno potrebno vreme za dobavljanje rezultata te je stoga realizovana pretraga sadržaja čija reč za pretragu ima više od tri slova.



Slika 11. Prikaz broja dobijenih rezultata na osnovu dužine reči



Slika 12. Prikaz potrebnog vremena za dobijanja rezultata na osnovu dužine reči

VI. Zaključak

Ubrzan razvoj i napredak DTV uređaja je omogućio i razvoj i proširenje sistema koji rade na ovim uređajima. Samim tim se i broj korisničkih aplikacija naglo povećao koje korisniku stoje na raspolaganju radi olakšanja obavljanja svakodnevnih potreba. Sve ovo je uzrokovalo veliki broj informacija dostupnih korisniku. Zbog toga je globalna pretraga jedno od rešenja kako na jedinstven način izdvojiti informacije koje su zanimljive korisniku.

Ovaj rad predstavlja proširenje teletekst podrške na prijemniku digitalnog televizijskog signala zasnovanog na Android operativnom sistemu. Sastoji se od Java aplikacije i proširenja programske podrške za DTV. Glavni akcenat pri realizaciji ovog rada je bio na pretraživanju teletekst sadržaja i njegovo isticanje prilikom prikaza teletekst stranice koja sadrži taj rezultat.

Dalja unapređivanja se mogu odvijati u pravcu pretrage teletekst sadržaja sa više ključnih reči, iskorištenje grafičke sprege za podvlačenje ili zaokruživanje tražene reči. Pretraga se takođe može implementirati i na ostale DTV servise pogodne za pretragu kao što su elektronski vodič kroz programe (eng. Electronic Program Guide), lični video zapisnik (eng. Personal Video Recorder) i prevod jezika (eng. Subtitle).

Reference

[1] ETS 300 472: *Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for conveying ITU-R System B Teletext in DVB bitstreams*

[2] Reto Meier, *"Professional Android 2 Application Development"*

[3] M. Vidakovic, N. Teslic, T. Maruna, and V. Mihic, *"Android4TV: a proposition for integration of DTV in Android devices"*, 30th IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), January 2012.

Abstract

This paper explains how to improve the implementation of teletext support. The aim is to enable content search teletext service through Android application for global search. Founded content needs to be highlighted while viewing a teletext page. Providing the content and teletext is carried by digital television signal receiver based on the Android operating system.

Improving teletext support for set top box based on Android operating system

Vladan Bjelić, Nemanja Lukić, Stojan Kovačević, Milan Vucelja

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 621.31

ПРОРАЧУН ТОКОВА СНАГА ПРЕНОСНИХ МРЕЖА ПРИМЕНОМ NEWTON-RAPHSON-ОВЕ МЕТОДЕ

LOAD FLOW CALCULATION OF TRANSMISSION NETWORKS USING NEWTON-RAPHSON'S METHOD

Дејан Благојевић, Предраг Видовић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област-ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – *У оквиру овог рада описан је прорачун токова снага у преносној мрежи електроенергетског система. За прорачун су коришћена два поступка, поступак заснован на основној Newton-Raphson-овој методи и поступак заснован на модификованој Newton-Raphson-овој методи. Приказани су резултати прорачуна и поређења ова два поступка прорачуна.*

Abstract – *The present work describes the calculation of load flow in the transmission network of the power system. In the calculations were used two algorithms, an algorithm based on the basic Newton-Raphson's method and algorithm based on a modified Newton-Raphson's method. These two algorithms are compared and results of this comparison are given.*

Кључне речи – *токови снага, преносна мрежа, Newton-Raphson - ова метода, модификована Newton - Raphson-ова метода*

1. УВОД

Биланс енергије је најважније питање у свакој енергетици (угљу, нафти, гасу, ...), па и у електроенергетици [1]. Електроенергетски биланс се састоји од успостављања равнотеже између производње и потрошње, с укљученим губицима електричне енергије. Проблем токова снага, у суштини се односи на проблем биланса електричне енергије у електроенергетским системима.

Прорачун токова снага је један од основних прорачуна у електроенергетици, чији резултат су величине потребне и довољне за једнозначан опис режима електроенергетског система. Прорачуни токова снага су од изузетне важности за сваки електроенергетски систем и представљају основу за анализу електроенергетских система. С обзиром да су снаге непознате величине од интереса, а оне су производ напона и струје, одатле следи да је проблем токова снага нелинеаран чак и у случају потпуне линеарности елемената електроенергетских система. Тежња је да се проблем нелинеарности у прорачуну превазиђе линеаризацијом, применом разних математичких метода којима се постиже жељена брзина и тачност прорачуна.

Према томе у основи решавања проблема биланса снага је решавање система нелинеарних алгебарских једначина за које је најпогоднија и најкоришћенија Newton-Raphson-ова итеративна метода, односно њене варијанте.

2. МАТЕМАТИЧКЕ МЕТОДЕ ЗА РЕШАВАЊЕ СИСТЕМА НЕЛИНЕАРНИХ АЛГЕБАРСКИХ ЈЕДНАЧИНА

У овом поглављу су приказане коришћене математичке методе за решавање система нелинеарних алгебарских једначина.

Newton-Raphson-ова метода за решавање система нелинеарних алгебарских једначина састоји се од [2]:

- развоја сваке функције у Taylor-ов ред у околини текуће апроксимације решења и њихових апроксимација само с прва два члана чиме се добијају линеарне апроксимације нелинеарних функција.
- креира се систем линеарних једначина:

$$b_k = f_k\left(x_1^h, x_2^h, ..., x_n^h\right) + \frac{1}{1!}\sum_{i=1}^{n}\frac{\partial f_k}{\partial x_i}\bigg|_{\substack{x_i = x_i^h,\\ i=1,2,...,n}}\left(x - x_i^h\right), \qquad (1)$$

k=1,2,...,n

односно:

$$\Delta b_k^h = \frac{1}{1!}\sum_{i=1}^{n}\frac{\partial f_k}{\partial x_i}\bigg|_{\substack{x_i = x_i^h,\\ i=1,2,...,n}}\Delta x_i^h,\ k=1,2,...,n \qquad (2)$$

при чему су:

$$\Delta b_k^h = b_k - f_k\left(x_1^h, x_2^h, ..., x_n^h\right),\ k=1,2,...,n \qquad (3)$$

$$\Delta x_i^h = \left(x - x_i^h\right),\ i=1,2,...,n. \qquad (4)$$

Систем једначина (2) написан у сажетој матричној форми гласи:

$$\Delta \boldsymbol{b}^h = \boldsymbol{J}^h \Delta \boldsymbol{X}^h \qquad (5)$$

при чему су:

$$\Delta \boldsymbol{b}^h = \left[\Delta b_1^h, \Delta b_2^h, ..., \Delta b_n^h\right]^{\mathrm{T}} \qquad (6)$$

$$\Delta \boldsymbol{X}^h = \left[\Delta x_1^h, \Delta x_2^h, ..., \Delta x_n^h\right]^{\mathrm{T}} \qquad (7)$$

$\boldsymbol{J}^h$ - матрица *Jacobian*-а, која представља матрицу парцијалних извода функција $f_k(\boldsymbol{X})$, k=1,2,...,n по непознатим величинама, израчунатих за h-ту апроксимацију.

Потребно је решити систем линеарних једначина (5) по непознатим корекцијама $\Delta\boldsymbol{X}^h$ како би се добила нова боља апроксимација која се рачуна по формули:

$$\boldsymbol{X}^{h+1} = \boldsymbol{X}^h + \Delta \boldsymbol{X}^h. \qquad (8)$$

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је др Владимир Стрезоски, ред.проф.

Наведени поступак представља једну итерацију Newton-Raphson-ове методе и понавља се (исти поступак, али сада за нову апркосимацију решења) све док се не задовоље критеријуми конвергенције:

$$\left|x_k^{h+1} - x_k^h\right| \le \varepsilon_x \wedge \left|f_k\left(x_k^{h+1}\right) - b_k\right| \le \varepsilon_f \text{ , } k=1,2,...,n. \qquad (9)$$

Модификована Newton-Raphson-ова метода за решавање система нелинеарних једначина се огледа у константној матрици Jacobian-а у свим итерацијама. Након линеаризације функција у првој итерацији и добијања бољих апркосимација решења не врше се нова линеаризација, него се итеративни поступак наставља са претходно линеаризованим једначинама.

3. ЕЛЕМЕНТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИХ СИСТЕМА

У овом поглављу су описани основни, трофазни, елементи електроенергетских система, који су од интереса за даље излагање овог рада.

3.1 Водови

Водови су елементи електроенергетског система намењени за пренос и дистрибуцију електричне енергије. Постоје две врсте водова: надземни (ваздушни) и кабловски. Надземни водови се изводе с голим проводницима окаченим преко изолатора на стубове. Кабловски водови се обично укопавају у земљу. Основни номинални подаци вода су [1]: номинални напон, номинална струја, номинална привидна снага, подужне вредности резистансе r^d [Ω/km] и реактансе x^d [Ω/km] редне импедансе и подужне вредности кондуктансе g^d [S/km] и сусцептансе b^d [S/km] оточне адмитансе за симетричне режиме директног и инверзног редоследа, подужне вредности резистансе r^0 [Ω/km] и реактансе x^0 [Ω/km] редне импедансе и подужне вредности кондуктансе g^0 [S/km] и сусцептансе b^0 [S/km] оточне адмитансе за симетричне режиме нултог редоследа.

Редна импеданса вода Z^x се састоји од редне резистансе и редне реактансе:

$$Z^x = R^x + \mathrm{j}\omega L^x = R^x + \mathrm{j}X^x \text{ , x=d, (i), o} \qquad (10)$$

Оточна адмитанса вода Y^x састоји се од оточне кондуктансе и оточне сусцептансе:

$$Y^x = G^x + \frac{1}{\mathrm{j}\omega C^x} = G^x + \mathrm{j}B^x \text{ , x=d, (i), o.} \qquad (11)$$

Оточна адмитанса вода се распоређује по пола на оба краја погонске шеме вода.

3.2 Трансформатори

Трансформатори су статички уређаји намењени за трансформацију електричне енергије једног напона и струје у електричну енергију другог напона и струје. Основни номинални подаци трофазних трансформатора на основу којих се могу потпуно израчунати параметри погонских шема су [1,3]:

1. линијски номинални напони – V_n [kV], који су једнаки фазним напонима помноженим с $\sqrt{3}$;
2. трофазна номинална привидна снага – S_n [kVA, MVA], једнака је трострукој фазној номиналној снази.
3. фазне номиналне струје – I_n, које се могу извести из података за номиналне снаге и номиналне напоне;
4. напон кратког споја – u_k [%]
5. струја празног хода – j_0 [%]
6. трофазни губици кратког споја – P_{Cu} [kW], једнаки су троструким фазним губицима;
7. трофазни губици празног хода – P_{Fe} [kW], једнки су троструким фазним губицима;
8. спрега и спрежни број – (k)

3.3 Потрошачи

Потрошачи су сви уређаји који трансформишу електричну енергију у неки други облик енергије о који се човек окоришћује. У прорачунима стационарних токова снага, вредност учестаности је константна, па је у том случају снага потрошње само функција модула напона. Потрошачи у електоренергетском систему се могу представити као:

- потрошач константне снаге, који не зависи од напона;
- потрошач чија је снага сразмерна напону, односно потрошач с константним модулом струје и фактором снаге – cosφ;
- потрошач чија је снага сразмерна с квадратом напона, односно потрошач с константном импедансом (адмитансом).

Поред ова три основна типа, потрошачи се могу представити и као комбинација сва три или неких од представљених типова.

4. ФОРМИРАЊЕ МАТРИЦЕ АДМИТАНСИ МРЕЖЕ

Електроенергетске мреже се најчешће моделују користећи се матрицом адмитанси $\boldsymbol{Y_{BUS}}$. За систем од (n+1) чворова, где један чвор представља чвор нултог потенцијала, матрица адмитанси је квадратна матрица димензије (nxn). Матрица адмитанси без спрегнутих елемената и идеалних трансформатора формира се, инспекцијом, на следећи начин:

- дијагонални елементи матрице адмитанси (y_{ii}) добијају се као збир адмитанси свих грана које се стичу у кореспондентне чворове
- вандијагонални елементи матрице адмитанси (y_{ij}) једнаки су адмитансама грана с промењеним знаком.

5. ПРОБЛЕМ ТОКОВА СНАГА

Поствака проблема токова снага се своди на проблем одређивања режима разматраног електроенергетског система у којем се испуњавају захтеви потрошње са губицима, са квалитетним напоном и референтном учестаношћу, ангажовањем расположивих ресурса производње. Због развоја математичког модела токова снага извршена је класификација чворова на основу 4 основне реалне величине (P_k , Q_k , θ_k , V_k ,k=1,2,...,n) помоћу којих је сваки чвор електоренергетског система описан. Балансни чвор, у којем се дефинише тренутак почетка разматрања обрађиваног стационарног режима и из којег се иницирају напонске прилике и балансира систем с обзиром на активне и реактивне снаге је типа θV. Ово значи да су у њему угао θ и модуо фазора напона V две познате величине, док су остале две непознате. Други тип чвора је PV, чијим се увођењем напонске прилике не диктирају само из балансног чвора већ и из свих чворова типа PV. У чворовима типа PV су унапред задате инјектиране активне снаге и модули фазора

напона, а непознати фазни ставови фазора напона и инјектиране реактивне снаге. Сви остали чворови су типа PQ; у сваком од њих су познате инјектиране активне и реактиване снаге, док су угао и модуо напона непознате величине.

Класичан прорачун токова снага састоји се од следећих 7 корака, сврстаних у три групе [1]:

I. Поставка проблема и формулација математичког модела токова снага

1. Одређивање стационарног режима који се жели обрађивати:

- на основу познатих активних и реактивних снага свих потрошача, специфицирају се инјектиране активне снаге у свим чворовима типа PQ и PV.
- специфицирају се инјектиране реактивне снаге свих чворова типа PQ
- специфицирају се модули фазора напона балансног и свих чворова типа PV
- спецификација фазног става (угла) напона балансног чвора.

2. Формулација модела токова снага која гласи:

тривијални део:

$$\theta_1 = \theta_1^0 \,,\; V_1 = V_1^0 \tag{12}$$

$$V_k = V_k^0 \,,\; k \in \mathbf{PV} \tag{13}$$

доминантни део:

$$P_k = g_k^{'}(\boldsymbol{X}) = \mathrm{Re}\left\{ E_k^* \sum_{i=1}^{n} Y_{ki} E_i \right\},\, k \in \mathbf{PQ} \cup \mathbf{PV} \tag{14}$$

$$Q_k = g_k^{''}(\boldsymbol{X}) = -\mathrm{Im}\left\{ E_k^* \sum_{i=1}^{n} Y_{ki} E_i \right\},\, k \in \mathbf{PQ} \tag{15}$$

при чему су:

E_k - комплексни напон чвора k,

PV - скуп индекса чворова типа PV,

PQ - скуп индекса чворова типа PQ.

II. Решење доминантног дела модела токова снага

3. Прорачун свих непознатих компоненти вектора стања, тј. решење система ($2n$-2-p) симултаних, нелинеарних, алгебарских, реалних једначина (14) и (15) по вектору непознатих величина $\boldsymbol{X}$, где је са p означен број елемената скупа **PV**.

Применом Newton-Raphson-ове методе на релације (14) и (15) добијају се линеаризоване једначине око h-те апроксимације решења, које чине систем линеарних једначина:

$$\Delta P_k^h = \sum_{i=2}^{n} \left(\frac{\partial g_k^{'}}{\partial \theta_i} \Delta\theta_i^h + \frac{\partial g_k^{'}}{\partial V_i} \Delta V_i^h \right),\, k \in \mathbf{PQ} \cup \mathbf{PV} \tag{16}$$

$$\Delta Q_k^h = \sum_{i=2}^{n} \left(\frac{\partial g_k^{''}}{\partial \theta_i} \Delta\theta_i^h + \frac{\partial g_k^{''}}{\partial V_i} \Delta V_i^h \right),\; k \in \mathbf{PQ} \tag{17}$$

где су:

$$\Delta P_k^h = P_k - g_k^{'}\left(\theta_2^h, V_2^h, \theta_3^h, V_3^h, ..., \theta_n^h, V_n^h\right),\, k \in \mathbf{PQ} \cup \mathbf{PV} \tag{18}$$

$$\Delta Q_k^h = Q_k - g_k^{''}\left(\theta_2^h, V_2^h, \theta_3^h, V_3^h, ..., \theta_n^h, V_n^h\right),\, k \in \mathbf{PQ} \tag{19}$$

$$\Delta\theta_i^h = \theta_i^{h+1} - \theta_i^h \,,\; i \in \mathbf{PQ} \cup \mathbf{PV} \tag{20}$$

$$\Delta V_i^h = V_i^{h+1} - V_i^h \,,\, i \in \mathbf{PQ}\,. \tag{21}$$

Систем линеарних једначина дат релацијама (16) и (17) може се написати у матричном облику:

$$\Delta \boldsymbol{S}_{2n-2-p,1}^{\,h} = \boldsymbol{J}_{2n-2-p,2n-2-p}^{\,h} \Delta \boldsymbol{X}_{2n-2-p,1}^{\,h} \tag{22}$$

где су :

- вектор $\Delta\boldsymbol{S}$ – вектор, познатих величина, одступања инјектираних снага у текућој итерацији, састоји се од одступања активних и реактивних снага;
- вектор $\Delta\boldsymbol{X}$ - вектор корекција непознатих величина у текућој итерацији. Састоји се од елемената којима треба кориговати текуће апроксимације угла и модула напона како би се добила нова боља апроксимација.
- матрица $\boldsymbol{J}$- представља матрицу Jacobian-а.

Након решења система линеарних једначина по непознатим корекцијама, величинама $\Delta\theta^h_k$ и ΔV^h_k, следи корекција h-те апроксимације ради добијања нове боље (h+1)-ве апроксимације решења:

$$\theta_k^{h+1} = \theta_k^h + \Delta\theta_k^h \,,\; k \in \mathbf{PQ} \cup \mathbf{PV} \tag{23}$$

$$V_k^{h+1} = V_k^h + \Delta V_k^h \,,\; k \in \mathbf{PQ} \tag{24}$$

Након прорачуна нове боље апроксимације решења врши се провера конвергенције.

III.Реконструкција целокупног режима

4. Прорачун непознате инјектиране активне и реактивне снаге балансног чвора користећи се израчунатим вектором стања:

$$P_1 = g_1^{'}(\boldsymbol{X}) = \mathrm{Re}\left\{ E_1^* \sum_{i=1}^{n} Y_{1i} E_i \right\} = \mathrm{Re}\left\{ V_1 e^{-\mathrm{j}\theta_1} \sum_{i=1}^{n} Y_{1i} V_i e^{\mathrm{j}\theta_i} \right\} \tag{25}$$

$$Q_1 = g_1^{''}(\boldsymbol{X}) = -\mathrm{Im}\left\{ E_1^* \sum_{i=1}^{n} Y_{1i} E_i \right\} = -\mathrm{Im}\left\{ V_1 e^{-\mathrm{j}\theta_1} \sum_{i=1}^{n} Y_{1i} V_i e^{\mathrm{j}\theta_i} \right\} \tag{26}$$

и прорачун непознатих инјектираних реактивних снага у свим чворовима типа PV:

$$Q_k = g_k^{''}(\boldsymbol{X}) = -\mathrm{Im}\left\{ E_k^* \sum_{i=1}^{n} Y_{ki} E_i \right\} = -\mathrm{Im}\left\{ V_k e^{-\mathrm{j}\theta_k} \sum_{i=1}^{n} Y_{ki} V_i e^{\mathrm{j}\theta_i} \right\} \tag{27}$$

$k \in \mathbf{PV}$

5. Прорачун активне и реактивне снаге губитака електроенергетског система:

$$\Delta P = \sum_{k=1}^{n} P_k \,,\; \Delta Q = \sum_{k=1}^{n} Q_k \tag{28}$$

6. Прорачун токова снага у свим гранама електроенергетског система:

$$P_{ki} = V_k^2 (g_{0ki} + g_{ki}) - V_k V_i \left[g_{ki} \cos(\theta_k - \theta_i) + b_{ki} \sin(\theta_k - \theta_i) \right] \tag{29}$$

$$Q_{ki} = -V_k^2 (b_{0ki} + b_{ki}) + V_k V_i \left[b_{ki} \cos(\theta_k - \theta_i) - g_{ki} \sin(\theta_k - \theta_i) \right] \tag{30}$$

k=1,2,...,n, i=1,2,...,n, $k \neq i$.

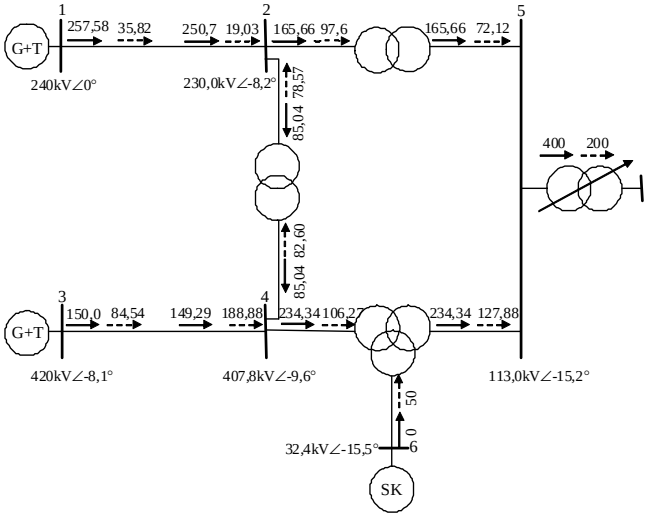
7. Прорачун осталих потребних величина режима елкектроенергетског система.

6. НУМЕРИЧКА ВЕРИФИКАЦИЈА ПРОРАЧУНА ТОКОВА СНАГА

Нумеричка верификација прорачуна токова снага преносне мреже урађена је помоћу програма написаног у програмском језику Фортран.

Прорачун је урађен на једноставном електроенергетском систему који се састоји од шест чворова. Чвор бр.1 је типа θV, а чвор бр.3 је типа PV. Потрошња је прикључена у чвору бр.5 и независна је од модула напона [4].

Прорачун токова снага је урађен применом два описана поступка при чему су коначни резултати идентични уз различит број итерација. На слици 2 приказан је реконструисани режим разматраног електроенергетског система. Пуном стрелицом су означени токови активних снага који си дати у MW, а испрекиданом токови реактивних снага дати у MVAr.



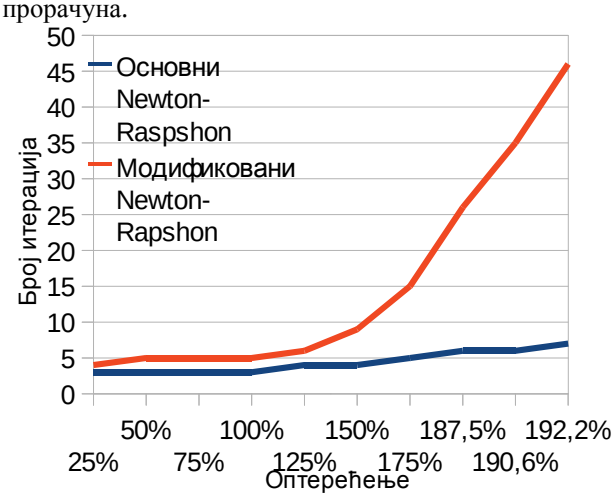
Слика 2. *Реконструисани режим разматраног електроенергетског система*

У табели 1 је приказан број итерација прорачуна, у зависности од оптерећења мреже као и од поступка коришћеног за прорачун токова снага, тј. од методе примењене за решавање система нелинеарних једначина. Маркирани део табеле представља основно оптерећење - ОО.

Табела 1 – *Број итерација у зависности од оптерећења и примењене методе прорачуна*

Оптерећење потрошача		**Број итерација**	
[MVA]	**Проценат од ОО**	**Основни Newton-Raphson**	**Модификовани Newton-Raphson**
100-j50	25	3	4
200-j100	50	3	5
300-j150	75	3	5
400-j200	100	3	5
500-j250	125	4	6
600-j300	150	4	9
700-j350	175	5	15
750-j375	187,5	6	26
800-j400	200	Дивергенција	Дивергенција

На слици 3 је приказан график зависности броја итерација од оптерећења и примењеног поступка прорачуна.



Слика 3. *График поређења основне и модификоване Newton-Raphson-ове методе*

7. ЗАКЉУЧАК

У овом раду обрађена су и упоређена два поступка за прорачун токова снага преносне мреже електроенергетског система. Први поступак представља употребу основне Newton-Raphson-ове методе, док је други заснован на модификованој Newton-Raphson-овој методи, у циљу решавања система нелинеарних једначина које представљају доминантни део проблема токова снага. Број итерација при примени модификоване методе је увек већи у односу на број итерација при примени основне Newton-Raphson-ове методе, без обзира на оптерећење. Ово незнатно смањује ефикасност поступка у којем је примењена модификована Newton-Raphson-ова метода. С порастом оптерећења расте и број итерација код оба поступка, с тим да је тај пораст итерација драстично већи код модификоване методе. Према томе види се да је основна Newton-Raphson-ова метода робуснија. Главна предност примене модификоване Newton-Raphson-ове методе је брзина прорачуна. При примени основне Newton-Raphson-ове методе у свакој итерацији се мора решавати систем линеарних алгебарских једначина где се матрица Jacobian-а мења из итерације у итерацију, док се код модификоване методе користи константна матрица Jacobian-а прорачуната у првој итерацији, где је потребно извршити само једну троугаону декомпозицију матрице Jacobian-а, потом се у свакој итерацији за добијање вектора поправки решења користи замена унапред/уназад.

8. ЛИТЕРАТУРА

[1] Владимир Ц. Стрезоски: *Анализа електроенергетских система* – скрипта, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2010.

[2] В. Леви, Д. Бекут: *Примена рачунарских метода у електроенергетици*, Стилос, Нови Сад,1997.

[3] Владимир Ц. Стрезоски: *Основи електроенергетике*, Факултет техничких наука, Нови Сад, 1996.

[4] Владимир Ц. Стрезоски, Драган С. Поповић: *Прорачуни стационарних режима електроенергетских система*, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2008.

Кратка биографија:

Дејан Благојевић рођен је 1989. године у Сремској Митровици. Мастер рад одбранио је 2015. године на Факултету техничких наука из области Електротехнике и рачунарства – Електроенергетски системи.

Предраг Видовић рођен је у Власеници, Босна и Херцеговина 1981. године. Дипломирао је, магистрирао и докторирао на Факултету техничких наука из области Електротехнике и рачунарства – Електроенергетски системи 2005., 2008., односно 2015. године, респективно.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 004.43

INTERNI DSL ZA OPIS POSLOVNIH PROCESA NA PROGRAMSKOM JEZIKU RUBY

INTERNAL DSL FOR BUSINESS PROCESS MANAGEMENT WRITTEN IN RUBY PROGRAMMING LANGUAGE

David Šljukić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – *U ovom radu je opisano kreiranje Ruby biblioteke za upravljanje poslovnim procesima, REST web servis koji koristi biblioteku i klijentska web aplikacija napisana na Javascript programskom jeziku. Biblioteka uvodi DSL za opis poslovnih procesa. Servis omogućava upravljanje procesima korišćenjem web pretraživača. Klijentski deo implementira korisnički interfejs koristeći HTML, CSS i Javascript.*

Abstract – *This paper describes a Ruby library for business process management, REST web service which uses the library and a Javascript web client. Library introduces a DSL for business process management. Service makes process management accessable from the web browser. The web client implements the graphical user interface using HTML, CSS and Javascript.*

Ključne reči: *DSL, Ruby, Proces, Poslovni proces, Javascript*

1. UVOD

Početak rada u firmama koje se bave određenom vrstom posla može biti stresno za pojedince koji započinju rad. Radnika je neophodno uputiti u posao na odgovarajući način. U zavisnosti od kompleksnosti posla koji pojedinac ili grupa treba da obavlja, često se dešava da se određeni delovi posla previde tokom obuke ili da se počne na nivou veće apstrakcije koja nije razumljiva pojedincima ili grupi.

Procesi i softver za rukovanje procesima mogu biti od velike pomoći u ovakvim slučajevima. Pojedinac ili grupa se može uputiti u posao prikazivanjem konkretnih procesa kroz korisnički intefejs, opisom procesa i pojedinih njegovih akcija. Dati pristup predstavlja dobar temelj za dalje upućivanje u koncepte i operacije koje su specifične za posao koje procesi opisuju. Grupe tokom rada često razvijaju posao tako što određene delove posla automatizuju, ili uvode nove korake koji vrše dodatni posao. Softver treba biti dizajniran tako da ne ograničava promene i razvijanje načina vođenja posla, već da omogući dodavanje novih i modifikaciju postojećih delova procesa definisanih u aplikaciji uvek kad je potrebno.

Deo master rada je Ruby biblioteka (*gem*). Ove biblioteke imaju određenu strukturu i konfiguraciju koja se treba ispoštovati da bi mogle da se koriste u sklopu drugih projekata.

Biblioteka uvodi interni jezik specifčan za domen (Domain specific language - DSL) za upravljanje procesima. Korišćenje standardnog *Ruby*-ja za opis procesa bi zahtevalo razumevanje sintakse programskog jezika, objektno orijentisane paradigme, prakse u jeziku i domena koji jezik opisuje. Sa druge strane adekvatno dizajniran DSL, podizanjem nivoa apstrakcije, smanjuje ovu listu. DSL može da koristi svako ko je upoznat sa domenom koji jezik opisuje. Uvođenje u korišćenje DSL-a bi za domenske stručnjake trebalo da bude relativno jednostavno zato što je DSL specijalizovan za dati domen i koristi izraze iz tog domena. Sa praktične strane, korišćenjem DSL-a piše se manje koda, što podrazumeva lakše održavanje. DSL je interni. Koristi *Ruby* kao *host* jezik, što znači da sintaksu preuzima od *Ruby* jezika. Pisanje DSL skripti je određen način pisanja *Ruby* koda.

2. IMPLEMENTACIJA BIZFLOW PROJEKTNOG REŠENJA

Poslovni proces po opštoj definiciji predstavlja skup povezanih aktivnosti čijim se izvršavanjem zadovoljava neka poslovna potreba ili cilj.

Projektno rešenje implemenitra softver za upravljanje poslovnim procesima. Celokupno projektno rešenje je nazvano **"Bizflow"**.

Bizflow projekat je podeljen na tri dela:

- **Bizflow** (biblioteka za upravljanje procesima)

- **Bizflow-api** (serverska aplikacija koja koristi biblioteku i omogućava korisnicima da manipulišu procesima preko *web* pretraživača, odnosno HTTP protokola)

- **Bizflow-client** (*web* aplikacija koja koristi prethodni API i generiše HTML/CSS/JS prikaz korisnicima)

3. BIZFLOW BIBLIOTEKA

Biblioteka uvodi: DSL za opis poslovnih procesa i mogućnost kompajliranja skripte u modele koji se skladište u bazu podataka; poslovnu logiku za upravljanje instancama poslovnih procesa; uvid u stanje modela procesa, instanci procesa, akcija i zadataka. Biblioteka uvodi internu bazu podataka koja je odvojena od baze podataka projekta koji biblioteku koristi.

Proces se sastoji iz niza akcija. Izvršava se tako što se pojedine od njegovih akcija izvršavaju. Ukoliko se sve akcije izvrše proces prelazi u stanje „završen". Koriste se dve vrste akcija. **Akcija zadatak** (*task action*) - prilikom izvršavanja ove akcije proces kreira zadatke koji korisnici sistema mogu da preuzimaju i izvršavaju. Po izvršenju svih zadataka proces nastavlja sa izvršavanjem tako što prelazi na narednu akciju. **Input akcija** se koristi kada

---

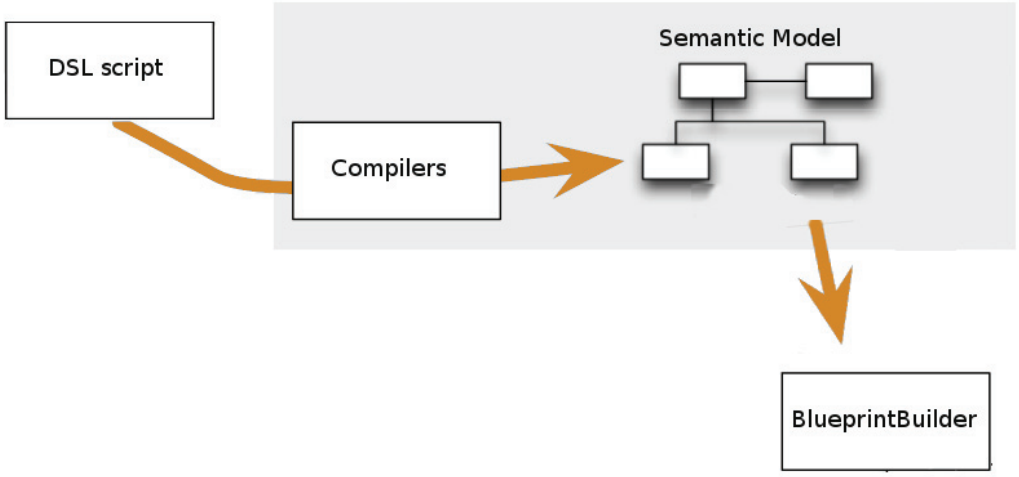
NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Igor Dejanović, docent.

proces zahteva ulaz od korisnika. Ulazni podatak se obično koristi da bi proces odabrao dalji tok izvršavanja odnosno narednu akciju kojom treba da nastavi.

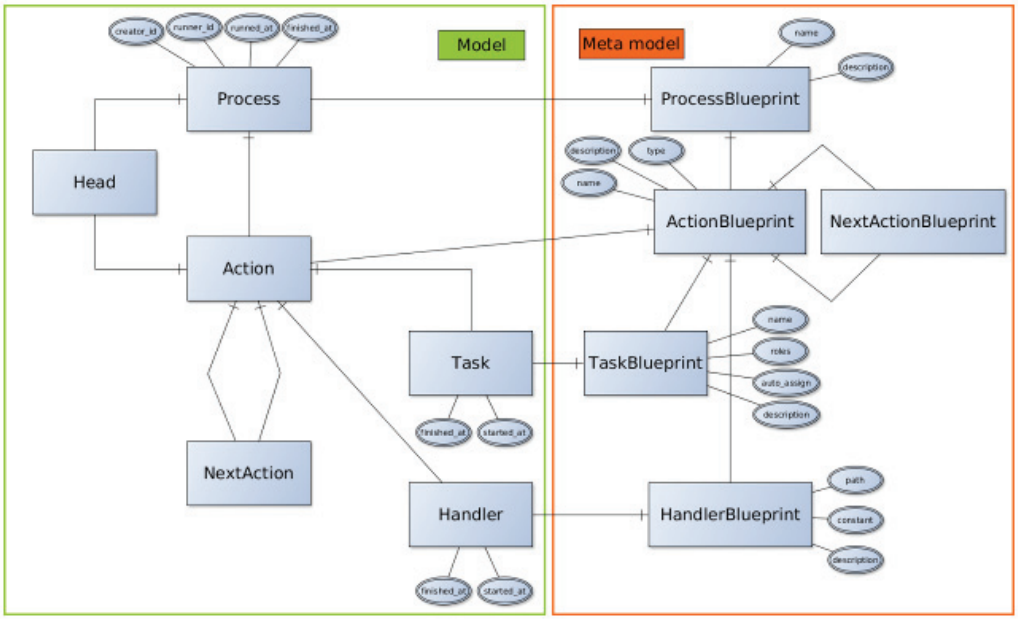
```
process "narucivanje_jela" do

  description "proces za narucivanje jela"
  start "narucivanje_jela"

  task_action "narucivanje_jela" do

    description "klijent bira jelo"
    input_task "odabir_jela", roles: "klijent"
    input_task "izbor_lokacije",roles: "klijent"
    next_action "priprema_jela"

  end

  task_action "priprema_jela" do

    description "priprema narucenog jela"
    task "priprema_jela", roles: "kuhinja"
    next_action "isporuka_jela"

  end

  task_action "isporuka_jela" do

    task "isporuka_jela", roles: "dostavljac"
    next_action "provera_jela"

  end

  input_action "provera_jela" do

    question "Da li je sve u redu sa jelom?"
    roles ["klijent", "sef_kuhinje"]
    next_actions(
      ok: "process:success",
      nije_ok: "priprema_jela"
    )

  end

end
```

Listing 1. *Primer DSL skripte za „Naručivanje jela“ proces*

Prilikom kompajliranja DSL skripte, skripta se kompajlira u semantički model [1]. Ovaj model predstavlja pogodan način predstavljanja podataka iz DSL skripte.



Slika 1. *Kompajliranje DSL skripte*



Slika 2. *Konceptualni model baze podataka za poslovne procese*

Semantički model koristi jednostavne *Ruby* klase koje implementiraju samo konstruktor i *getter* i *setter* metode. Semantički model se dalje prevodi u *data* model koji je pogodan za skladištenje u bazu podataka. Nakon skladištenja kompajliranje je gotovo i novonastala šema procesa može da se koristi za kreiranje instanci procesa.

Po kreiranju instance procesa, kreiraju se sve akcije u kojima proces može da se nađe i glava procesa koja predstavlja poziciju na kojoj se proces trenutno nalazi. Prilikom kreiranja procesa, glava ne pokazuje ni na jednu od akcija što označava da proces nije pokrenut. Po pokretanju procesa glava se pozicionira na prvu akciju. Po izvršavanju akcija glava prelazi sa jedne akcije na drugu. Ukoliko ne postoji naredna akcija na koju može da se pređe, proces prelazi u stanje „završen“.

Napisane DSL skripte se mogu testirati korišćenjem nekih od okvira za testiranje u *Ruby*-u. Za testiranje validnosti DSL skripte može se napraviti instanca kompajlera koja komplajlira skriptu i stvara semantički model i zatim proveriti ispravnost semantičkog modela. Ukoliko je potrebno mogu se koristiti lažni objekti (*test doubles*) koji bi omogućili testiranje instanci procesa ili nekih drugih objekata u izolaciji tokom *unit* testiranja.

4. BIZFLOW API

Bizflow-api (API - a*plication programming inteface*) je *web* aplikacija koja nudi klijentima *web* servis za manipulisanje procesima i ostalim resursima sistema. Ovaj projekat koristi *Bizflow* biblioteku (*runtime dependency*). Ideja je logiku koju nudi *Bizflow* biblioteka obmotati *web* servisom tako da se upravljanje procesima može vršiti korišćenjem *web* pretraživača. Resursi se od API-a dobijaju slanjem GET, PUT, POST, DELETE HTTP metoda. GET metode služe za čitanje podataka iz sistema, dok se ostale koriste za promenu stanja resursa ali takođe mogu i da vrate podatke. Klijenti koji koriste API moraju da unutar parametara zahteva proslede i tzv API-*key* odnosno ključ na osnovu kojeg API vrši identifikaciju i kontrolu pristupa servisu.

Servis je implementiran koristeći okvir za razvoj *web* aplikacija. Baza podataka servisa skladišti informacije o korisnicima i API ključevima koji se koriste za kontrolu pristupa servisu. Na osnovu ovih podataka se vrši identifikacija i kontrola pristupa servisu.

Web servis koristi jednu varijantu MVC obrasca. Svi zahtevi koji se šalju aplikaciji prolaze kroz kontroler. Kontroler vrši poziv ka poslovnoj logici aplikacije (*Model*) i zatim koristeći povratne vrednosti pozvane metode i šablona za generisanje dokumenata (*View*) generiše odgovor klijentu. Tradicionalne *web* aplikacije obično generišu HTML strane. *Bizflow-api* je servis koji generiše JSON fajlove. Za generisanje JSON fajlova koristi se *Jbuilder Ruby* bibiloteka koja uvodi DSL za generisanje JSON fajlova. *Jbuilder* DSL skripte obavljaju ulogu *view* komponente sistema.

5. BIZFLOW KLIJENT

API sam po sebi sadrži svu potrebnu logiku da bi aplikacija mogla da funckioniše, ali ne nudi grafički korisnički interfejs koji bi omogućio korisnicima, koji nisu i programeri, da koriste sistem. Teorijski sve što može da šalje zahteve preko HTTP protokola uz određenu akreditaciju može da pristupi API-ju i resursima API-ja, odnosno da bude klijent API-ja.

Bizflow-client je *Javascript web* aplikacija, koja koristi podatke *bizflow-api*-a.

Klijentska aplikacija pored konzistentnog korisničkog interfejsa, treba da obezbedi i neki način komunikacije sa servis *API*-jem. U *Bizflow-client*-u za komunikaciju sa serverom koriste se isključivo asinhroni zahtevi. Prilikom dobijanja odgovora od *API*-ja proveravaju se informacije o greški. Ukoliko se iz odgovora može videti da je došlo do greške to se naznačava u određenim grafičkim komponentama korisničkog interfejsa. Ako nema greške, aplikacija nastavlja sa daljim radom koristeći podatke servera.

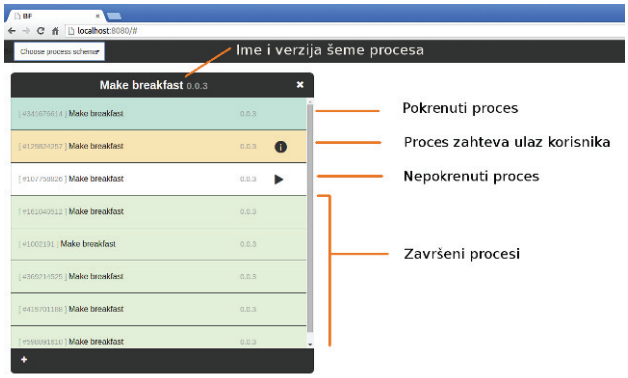
Prilikom slanja asinhronog zahteva aplikacija nastavlja dalje sa radom, odnosno ne ulazi u stanje blokade korisničkog interfejsa dok se zahtev procesira i strana iscrtava kao u tipičnom HTML zahtevu. Prilikom odgovora servera poziva se određena funcija koja koristeći podatke servera vrši promene stanja u klijentskoj aplikaciji. Promenom stanja podataka na klijentskoj aplikaciji vrši se ponovno crtanje komponenti grafičkog interfejsa čiji su podaci promenjeni.

Ponovno crtanje čitave grafičke komponente unutar DOM-a je prilično skupa operacija i ako se često izvršava može da izazove usporenje i blicanje na prikazu unutar *web* pretraživača. Bolje je iscrtanu komponentu izmeniti tako što se izvrše promene elemenata koji čine komponentu tako da stanje grafičke komponente odgovara novim podacima koje prezentuje. Ovakav način rada može brzo da dovede do toga da se aplikacija teško održava. Kod koji menja komponentu (DOM element) bi trebao da se ažurira svaki put kad se dodaju novi elementi komponenti i često bi se dolazilo u situaciju da određene promene na jednoj komponenti vrše promene na drugim komponentama što komplikuje pisanje ovakvog koda. Ukoliko aplikacija koristi MVC obrazac, ovakav način rada bi narušavao obrazac zato što se eksplicitno menja prikaz (*view*). Po MVC obrascu prikaz bi trebao sam da se menja prilikom promene podataka unutar modela ili emitovanjem signala promene.

Idealno bi bilo da se stanje grafičke komponente automatski promeni bez ponovnog crtanja komponente ispočetka, već vršenjem mutacije prikazane komponente na novo stanje. *React Javascript* biblioteka[2] nudi ovakve mogućnosti. Prilikom promene podataka grafičke komponente poredi se trenutno stanje komponente sa narednim stanjem. Poređenjem starog i novog stanja dobijaju se promene koje trebaju da se izvrše da bi trenutno stanje prešlo u novo stanje. Po utvrđivanju potrebnih promena date promene se izvršavaju nad DOM elementima.

Ovakav način rada zahteva određene promene u načinu kodiranja HTML-a. Nije dovoljno napisati deo HTML-a i deklarisati ga kao *React* komponentu. Komponenta implementira određeni interfejs. *React* komponente se definišu kao *javascript* klase. Određene metode moraju da se implementiraju kao *render* metoda. Ova metoda se

koristi za određivanje narednog stanja komponente prilikom osvežavanja prikaza. Pored ove metode tu su i razne metode koje se mogu redefinisati kao *componentDidMount* i druge koje se pozivaju tokom životnog ciklusa komponente. *ComponentDidMount* metoda se poziva pre prikazivanja komponente i obično se koristi da se komponenta podesi tako da prisluškuje promene stanja na određenim modelima.



Slika 3. *Komponenta korisničkog interfejsa za prikaz procesa odabrane šeme*

6. ZAKLJUČAK

Uvođenjem poslovnih procesa i softvera za upravljanje procesima, vrši se određeno strukturiranje poslova koji se svakodnevno obavljaju. Definišu se konkretni koraci posla koji se vrše i omogućava se uvid u stanje procesa. Omogućene su izmene šema procesa kako bi proces mogao vremenom da se razvija dodavanjem ili izmenom postojećih akcija koje sadrži. Sve ove mogućnosti nam služe da bi olakšali ili automatizovali deo posla što za cilj ima povećane produktivnosti i prijatniji osećaj tokom rada unutar određene grupe koja obavlja neki posao.

7. LITERATURA

[1] Martin Fowler with Rebeca Parsons, “Domain Specific Languages”, Adison Wesley Profesional, 2011.

[2] Pete Hunt, “Why React?”, online: https://facebook.github.io/react/blog/2013/06/05/why-react.html, 2013.

Kratka biografija:

David Šljukić rođen je u Postojni 1988. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranio je 2014. god.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 621.31

PRORAČUN TOKOVA SNAGA PRIMENOM POSTUPKA NEWTON/RAPSHON

LOAD FLOW BASED ON NEWTHON/RAPSHON METHOD

Dejan Milivojević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast-ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – *U okviru rada opisan je proračun tokova snaga u elektrodistributivnim mrežama. Za proračun je korišćen Newton/Rapshon-ov iterativni postupak.*

Abstract – *Load Flow in distribution networks is shown in this paper. For calculation is used Newton/Rapshon iteration method*

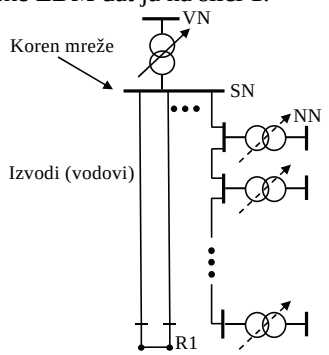
Ključne reči – *tokovi snaga, elektrodistributivna mreža*

1. UVOD

Pri projektovanju i optimizaciji elektrodistributivnih mreža (EDM) neophodno je izvršiti proračun tokova snaga. Problem stacionarnih tokova snaga, ili problem tokova snaga, u suštini se odnosi na problem bilansa električne energije u elektroenergetskim sistemima. Pod ovim se podrazumeva: kako opteretiti izvore u jednoj mreži kada je poznata potrošnja svih potrošača u sistemu. Proračun tokova snaga predstavlja osnovno pitanje.

2. STRUKTURA I RAZLIKE U STRUKTURI EDM

Srednjenaponske EDM jesu radijalne, odnosno sa vrlo malim brojem petlji – slabo upetljane. U ovome radu se obrađuju trofazne uravnotežene srednjenaponske EDM, tj razmatraju se mreže u režimu direktnog redosleda. EDM se mogu definisati kao delovi elektroenergetskih sistema kojima se električna energija preuzima sa prenosnih mreža i distribuira potrošačima. Jedan prikaz srednjenaponske EDM dat ja na slici 1.



Slika 1. *Elektrodistributivna mreža*

Pravilo je da se sa povećanjem potrošnje povećava i naponski nivo EDM. Tokovi aktivnih i reaktivnih snaga u EDM isključivo zavise od rasporeda potrošnje i njene topologije.

Pošto je Newton/Rapshon-ov iterativni postupak razvijen za prenosne električne mreže, tj. za električne mreže sa velikim brojem petlji zato će se u ovome radu obrađivati slabo upetljane EDM.

Sa obzirom da je proračun tokova snaga elektroenergetskog sistema nelinearan problem, tri najvažnija matematička (numerička) metoda za proračun modela tokova snaga jesu:

- Newton/Rapshon-ov metod [4],[5];
- Gauss-ov metod [2];
- Gauss/Seidel-ov metod [1],[3].

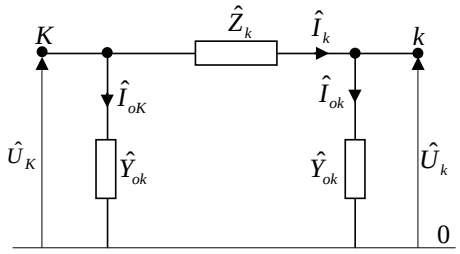
Kao što je već navedeno u ovome radu se obrađuju Newthon/Rapshon-ov metod za rešenje nelinearnog problema.

3. MODEL EDM I NJENIH ELEMENATA

3.1 Model sekcije voda

S obzirom na linearnost razmatrane EDM, ekvivalentne šeme njenih elemenata sadrže konstantnu (nezavisnu od struje i napona) rednu impedansu odnosno podužnu impedansu voda $\hat{Z}_k = R_k + jX_k$, gde su R_k i X_k aktivna i reaktivna otpornost voda, respektivno i konstantne otočne admitanse $\hat{Y}_{ok} = G_{ok} + jB_{ok}$, gde su G_{ok} i B_{ok}, aktivna odvodnost i kapacitivna provodnost, respektivno.

Normalizovana pogonska šema sekcije voda, koja spaja čvorove *K* i *k* za simetričan režim (direktnog redosleda) data je na slici 1.



Slika 2. *Pogonska šema sekcije voda*

3.2 Model transformatora

Transformatori su statički uređaji koje čine magnetno kolo, namotaji, izolacija, kućišta, te dodatna oprema (sistem za hlađenje, konzervatori, itd.).

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji je mentor dr. Goran Švenda, red.prof.

Kada se razmatra EDM sa više naponskih nivoa, onda se ona modeluje u domenu relativnih uglova. U slučaju da se modul kompleksnog odnosa transformacije idealnog transformatora ne može svesti na jedinicu, tada se redna veza impedanse i idealnog transformatora realnog odnosa transformacije zamenjuje ekvivalentnom π šemom impedansi (admitansi). Ta šema ima strukturu sekcije voda sa slike 2. Otočne admitanse su jednake kod vodova, dok kod dvonamotajnih transformatora, u zavisnosti od toga da li je eliminisan idealni transformator iz njegove ekvivalentne šeme ili nije, mogu biti iste ili različite.

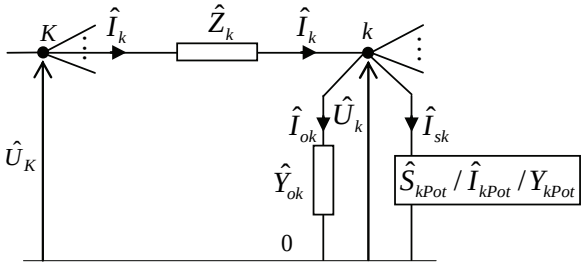
3.3 Model potrošača

Potrošačima u EDM mogu se smatrati individualni potrošači i potrošačke oblasti. Potrošnja potrošačkih oblasti zavisi od vrste individualnih potrošača. Potrošnja se u zavisnosti od napona napajanja, može predstaviti kao potrošnja konstantne snage, konstante struje i/ili konstantne impedanse (admitanse).

Modelovanjem osnovnih tipova potrošača omogućeno je formiranje modela složenih potrošača – ZIP model potrošača, model sastavljen od učešća potrošača konstantne snage, konstantne struje i konstantne impedanse (admitanse).

3.4 Model EDM

Normalizovana pogonska šema mreže može da se formira primenom monofaznih Γ segmentima [2], slika 4.



Slika 2. *Segment* Γ_k *trofazne radijalne EDM*

Jedan Γ segment se sastoji od redne grane sa parametrom i otočne grane sa parametrom. Jedan Γ segment se pridružuje jednoj sekciji voda ili transformatoru.

Raspolažući s matematičkim modelima elemenata EDM (potrošači, sekcije, transformatori), odnosno sa ekvivalentnim šemama sekcija i transformatora, raspolaže se i sa matematičkim modelima, odnosno ekvivalentnim šemama svakog Γ segmenta mreže. Sintezom tih modela (ekvivalentnih šema) dobija se matematički model mreže.

4. PRORAČUN TOKOVA SNAGA UPETLJANIH ELEKTRODISTRIBUTIVNIH MREŽA

U ovom delu prikazan je Newton/Rapshon-ov iterativni metod za obradu modela tokova snaga elektroenergetskog sistema ma kojih dimenzija. Newton/Rapshon-ov iterativni metod se koristi u estimaciji stanja za proračun Jacobian-a, tako da na njega treba obratiti posebnu pažnju.

U osnovi problema bilansa snaga teži se proračunu modula i faznih stavova fazora napona u čvorovima elektroenergetskih sistema. Na sistem nelinearnih jednačina po tim nepoznatim veličinama svodi se problem modela tokova snaga. Izvođenje kompletnih relacija matematičkog modela elektroenergetskog sistema ovde neće biti prikazano, ali se kompletno izvođenje može naći u [5], dok je ovde onaj deo koji je za ovaj rad najbitniji:

$$P_k / 3 = Re\left\{\hat{U}_k^* \cdot \sum_{i=1}^{L} \hat{y}_{ki} \cdot \hat{U}_i\right\} = g'_k(x),\ k = 2,3,...,\mathrm{L} \quad (4.1a)$$

$$Q_k / 3 = -Im\left\{\hat{U}_k^* \cdot \sum_{i=1}^{L} \hat{y}_{ki} \cdot \hat{U}_i\right\} = g''_k(x),\ k = 2,3,...,\mathrm{L} \quad (4.1b)$$

Pri čemu se sa $g'_k(x)$ i $g''_k(x)$ označene funkcije simultanih, nelinearnih, realnih i algebarskih veličina. Tih veličina ima (2L – 2). One su sažete u skupu:

$$x = \{\theta_2, U_2, \theta_3, U_3, ..., \theta_{\mathrm{L}}, U_{\mathrm{L}}\} \quad (4.2)$$

Sada se sistem relacija (4.1) može rekonstruisati na sledeći način:

$$\mathbf{P}_k / 3 = g'_k(x), \quad k = 2,3,...,\mathrm{L} \quad (4.3a)$$

$$\mathbf{Q}_k / 3 = g''_k(x), \quad k = 2,3,...,\mathrm{L} \quad (4.3b)$$

$$P_1 / 3 = +Re\left\{\hat{U}_1^* \cdot \sum_{i=1}^{L} \hat{y}_{1i} \cdot \hat{U}_i\right\}, \quad (4.4a)$$

$$Q_1 / 3 = -Im\left\{\hat{U}_1^* \cdot \sum_{i=1}^{L} \hat{y}_{1i} \cdot \hat{U}_i\right\}, \quad (4.4b)$$

Relacija (4.3) i (4.4) ima 2*L*. One čine matematički model tokova snaga elektroenergetskog sistema sa *L* čvorova. On je podeljen na dva dela: 1 – relacije (4.3) čine *dominantni deo modela*; 2 – relacije (4.4) čine *trivijalni deo modela* (razlozi za ovakve nazive slede). Problem je sveden na (2*L*–2) nepoznatih veličina skupa **x** (4.2) – dominantni deo modela tokova snaga, koji sadrži fazore napona svih čvorova osim prvog – balansnog. Pošto je fazor napona balansnog čvora poznat, to se nakon rešenja sistema relacija (4.1) po odgovarajućim nepoznatim veličinama **x** (4.3), poznaju fazori napona u svim čvorovima elektroenergetskog sistema – stanje sistema. To znači da se može rekonstruisati celokupan režim elektroenergetskog sistema: aktivna i reaktivna snaga elektrane u balansnom čvoru $P_{G1} = P_1$ i $Q_{G1} = Q_1$ – trivijalni deo modela tokova snaga, gubici aktivne i reaktivne snage sistema, kao i sve ostale veličine režima s kojim se realizuje razmatrani bilans snaga (postupak za rekonstrukciju je već izložen). Time je rešen problem bilansa (tokova) snaga, tj., mogu se kvantifikovati relacije:

$$\sum_{k \in G} P_k = \sum_{k \in D} P_k + \Delta P, \quad (4.5a)$$

$$\sum_{k \in G} Q_k = \sum_{k \in D} Q_k + \Delta Q, \quad (4.5b)$$

Pri čemu su sa *G* i *D* označeni skupovi indeksa svih čvorova u kojima su priključene elektrane odnosno potrošači, respektivno.

Suštinski momenat prilikom napred opisane obrade problema tokova snaga jeste rešavanje dominantnog modela tokova snaga, tj. sistema od (2*L*–2) realnih,

algebarskih, nelinearnih i simultanih jednačina (4.3). One se, rešavaju primenom Newton/Rapshon-ovog iterativnog metoda. Saglasno s tim metodom, desne strane jednačina (4.3) treba razviti u Taylor-ov red, u okolini početne, ili neke od već dostupnih (poznatih) aproksimacija rešenja, npr. u okolini *h*-te aproksimacije rešenja:

$$\mathbf{x}^h = \left\{\theta_2^h, U_2^h, \theta_3^h, U_3^h, ..., \theta_L^h, U_L^h\right\} \tag{4.6}$$

Tada nelinearne jednačine (4.3) je potrebno aproksimirati linearnim. To se postiže zadržavanjem članova od onih koji sadrže prve parcijalne izvode. Ta linearna aproksimacija sistema nelinearnih jednačina (4.3), u okolini aproksimacije $\mathbf{x}^h$, već je izvođenja u prethodnoj tački, a ovde će biti samo jedan deo ponovljen i on glasi u matričnom obliku:

$$[\Delta\mathbf{S}]^h_{(2L-2)\times 1} = [\mathbf{J}]^h_{(2L-2)\times(2L-2)} \cdot [\Delta\mathbf{x}]^h_{(2L-2)\times 1} \tag{4.7}$$

Pri čemu korišćene oznake matrice imaju sledeća značenja:

$$\begin{aligned}[\mathbf{\Delta S}]^h = \big[&P_2/3 - g_2^{'}(x^h), Q_2/3 - g_2^{''}; ... \\ &P_L/3 - g_L^{'}(x^h), Q_L/3 - g_L^{''}(x^h)\big]\end{aligned} \tag{4.8}$$

$$[\mathbf{J}]^h = \begin{bmatrix} \mathbf{H}_{ki}^h \mathbf{N}_{ki}^h \\ \mathbf{J}_{ki}^h \mathbf{L}_{ki}^h \end{bmatrix}, \tag{4.9}$$

Pri čemu su:

$$\mathbf{H}_{ki}^h = \left.\frac{\partial g_k^{'}(x)}{\partial \theta_i}\right|_{x=x^h}, \mathbf{N}_{ki}^h = \left.\frac{\partial g_k^{'}(x)}{\partial U_i}\right|_{x=x^h} \tag{4.10a,4.10b}$$

$$\mathbf{J}_{ki}^h = \left.\frac{\partial g_k^{''}(x)}{\partial \theta_i}\right|_{x=x^h}, \mathbf{L}_{ki}^h = \left.\frac{\partial g_k^{''}(x)}{\partial U_i}\right|_{x=x^h} \tag{4.10c,4.10d}$$

$k = 2,3,...,\mathrm{L}$; $i = 2,3,...,\mathrm{L}$

Matrica kolona $[\Delta\mathbf{S}]^h$ i kvadratna matrica $[\mathbf{J}]^h$ predstavljaju poznate veličine. Njihove elemente čine razlike specificiranih vrednosti aktivne i reaktivne snage i proračunate vrednosti aktivne i reaktivne snage u toku tekuće *h*-te iteracije, i parcijalne izvode funkcija poznatih analitičkih oblika, primenjenih nad poznatim argumentima $x = x^h$, respektivno.

Matrica kolona $[\mathbf{\Delta x}]^h$ nije poznata. Ona se sastoji od korigovanih(nepoznatih) i vrednosti tekuće(poznate) aproksimacije rešenja sistema nelinearnih jednačina (4.3). Tu matricu treba izračunati iz sistema linearnih jednačina (4.7). Kada je njegovo rešenje poznato , tada se tekuća (*h*-ta) aproksimacija rešenja (x^h) sistema nelinearnih jednačina (4.1) može korigovati i dobiti naredna – "bolja" (*h*+1)-va:

$$[\mathbf{x}]^{h+1} = [\mathbf{x}]^h + [\mathbf{\Delta x}]^h, \tag{4.11}$$

odnosno:

$$\boldsymbol{\theta}_i^{h+1} = \boldsymbol{\theta}_i^h + \mathbf{\Delta}\boldsymbol{\theta}_i^h,\ \mathbf{U}_i^{h+1} = \mathbf{U}_i^h + \mathbf{\Delta U}_i^h,\ i = 2,3,...,\mathrm{L}\ . \tag{4.12}$$

Newton/Rapshon-ov metoda započinje zadavanjem – izborom početne aproksimacije rešenja sistema nelinearnih jednačina (4.2) – $\mathbf{x}^1$. Kako je opisano u [5] to nije teško učiniti jer su moduli napona i faznih stavova međusobno bliski, ali bliski nominalnoj vrednosti napona podsistema prenosa.

Za tako izabranu početnu aproksimaciju, Newton/Rapshon-ov iterativni metod primenjen za rešavanje sistema nelinearnih jednačina (4.3) konvergira uobičajeno u nekoliko iteracija (4 do 5, tj $h \leq 5$) bez obzira na dimenzije elektroenergetskog sistema. Pod konvergencijom metoda, kako je već naglašeno, podrazumeva se zadovoljavanje sledećih uslova:

$$\left|\boldsymbol{\theta}_i^{h+1} - \boldsymbol{\theta}_i^h\right| \leq \varepsilon_\theta,\quad \left|\mathbf{U}_i^{h+1} - \mathbf{U}_i^h\right| \leq \varepsilon_U,\quad i = 2,3,...,\mathrm{L} \tag{4.13a}$$

$$\left|\mathbf{P}_k/3 - \mathbf{g}_k^{'}(x)\right| \leq \varepsilon_P,\ \left|\mathbf{Q}_k/3 - \mathbf{g}_k^{''}(x)\right| \leq \varepsilon_Q,\ i = 2,3,...,\mathrm{L} \tag{4.13b}$$

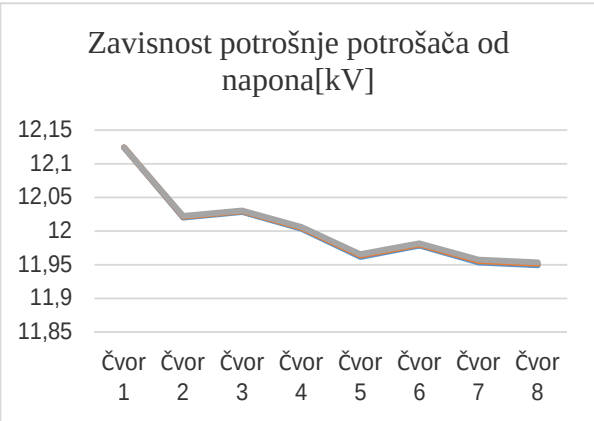
Pri čemu su $\varepsilon_\theta, \varepsilon_U, \varepsilon_P$ i ε_Q brojevi sa unapred specificiranim vrednostima, „dovoljno malim" vrednostima, da dostignuta aproksimacija rešenja zadovoljava praktične potrebe obrađivača problema tokova snaga.

5. VERIFIKACIJA MATEMATIČKOG MODELA

Numerička verifikacija proračuna tokova snaga u EDM vršena je u programskom jeziku Fortran. Izvršen je proračun simetričnih tokova snaga uravnotežene mreže u simetričnom režimu, sa 3 petlje i 8 čvorova, zasnovan na Newton/Rapshon-ovoj metodi. Proračun je vršen iterativno pri čemu je broj iteracija ograničen na 50. Kriterijum konvergencije je usvojen sa vrednošću 10^{-5}.

5.1 Rezultati proračuna tokova snaga u EDM sa petljama

Proračun tokova snaga u EDM sa petljama je vršen za tri tipa potrošnje potrošača. Rezultati ovih proračuna upoređivani su sa rezultatima dobijenim kompenzacionom metodom. Na slici 5 prikazane su vrednost faznih napona u svim čvorovima mreže za sva tri tipa potrošnje, pri naponu balansnog čvora jednak nominalnom naponu:



Slika 5. *Vrednosti napona u čvorovima mreže za tri tipa potrošača*

U tabelama 1,2 i 3 prikazane su vrednosti rešenja za sva tri tipa potrošača kada je napon u balansnom čvoru jednak:

- nominalnom naponu(U_{nom});
- manji u odnosu na nominalni napona za deset procenata(0,9 U_{nom});
- veći u odnosu na nominalni napona za deset procenata(1,1 U_{nom}).

Tabela 1. – *Zavisnost snage, faktora snage i gubitaka od promene napona – potrošači konstantne snage*

	$\hat{U}_1 = 0{,}9\hat{U}_n$	$\hat{U}_1 = \hat{U}_n$	$\hat{U}_1 = 1.1\hat{U}_n$
P_1 [MW]	21.30	21.24	21.19
Q_1 [MVar]	10.30	10.18	10.07
$\cos\varphi_1$	0.900	0.901	0.903
ΔP [kW]	302.01	242.61	199.29
ΔQ [kVar]	–149.87	–120.01	–98.87

Tabela 2. – *Zavisnost snage, faktora snage i gubitaka od promene napona – potrošači konstantne struje*

	$\hat{U}_1 = 0{,}9\hat{U}_n$	$\hat{U}_1 = \hat{U}_n$	$\hat{U}_1 = 1.1\hat{U}_n$
P_1 [MW]	18.88	20.98	23.10
Q_1 [MVar]	9.11	10.08	11.05
$\cos\varphi_1$	0.901	0.898	0.893
ΔP [kW]	236.98	236.75	236.29
ΔQ [kVar]	–232.13	–315.30	–406.31

Tabela 3. – *Zavisnost snage, faktora snage i gubitaka od promene napona – potrošači konstantne impedanse*

	$\hat{U}_1 = 0{,}9\hat{U}_n$	$\hat{U}_1 = \hat{U}_n$	$\hat{U}_1 = 1.1\hat{U}_n$
P_1 [MW]	16.81	20.76	25.12
Q_1 [MVar]	8.05	9.947	12.03
ΔP [kW]	187.05	230.82	279.69
ΔQ [kVar]	–257.67	–317.75	–384.61

U tabeli 4 prikazan je broj iteracija potrebnih za konvergenciju proračuna primenom Newton/Rapshon-ovog iterativnog postupaka, odnosno primenom kompenzacione metodu, za tri tipa potrošača.

Tabela 5 – *Broj iteracija*

Tip potrošača	*Newton/Raps-hon*-ov metod	Kompenzaciona metoda
konstantna snaga	3	4
konstantna struja	5	2
konstantna impedansa	3	4

6. ZAKLJUČAK

Funkcija tokovi snaga jedna je od najvažnijih funkcija u elektroenergetici. U ovom radu opisan je postupak za proračun tokova snaga u simetričnim, uravnoteženim EDM primenom Newton/Rapshon-ovog iterativnog postupka. Pritom, urađena je uporedna analiza rezultata proračuna tokova snaga dobijenih primenom Newton/Rapshon-ove i kompenzacione metode u EDM. Uočeni su sledeći osobine:

Kompenzaciona metoda:

- tačnost proračuna opada sa porastom broja petlji u mreži;
- spora stopa konvergencije dovodi do većeg broja iteracija.

Newton-Rapshon-ova metoda:

- postupak je originalno razvijen za prenosne mreže;
- jednostavnost formiranja matrice admitansi narušavaju međusobno spregnuti elementi;
- problem divergencije;
- problem višeznačnosti rješenja;
- mogućnost ulaska u beskonačnu petlju.

Newton-Rapshon-ov iterativni metod je sofisticiran i važan način za rešavanje proračuna tokova snaga, naročito u složenim elektroenergetskim sistemima i kao takav spada u jedan od najčešće korišćenih proračuna tokova snaga u složenim elektroenergetskim sistemima.

7. LITERATURA

[1] D.Popović, D.Bekut, V.Dabić: *Specijalizovani DMS algoritam*, Novi Sad, 2011.

[2] P.Vidović: *Nesimetrični tokovi snaga distributivnih mreža*, magistarska teza, Fakultet Tehničkih Nauka Novi Sad, novembar 2008.

[3] D.Shirmohammadi, H.W.Hong, A.Semlyen, G.X.Luo: A Compensation-Based Power Flow Method for Weekly Meshed Distribution and Transmission Network; *IEEE Trans. on PS*, Vol.3, No.2, May 1988, pp. 753-762.

[4] W.F.Tinny, C.E.Hart: Power Flow Solution by Newton's Method; *IEEE on PAS*, Vol. PAS-86, No. 11, pp. 1449-1460, Nov. 1967.

[5] V.C.Strezoski: *Analiza elektroenergetskih sistema*, skripta, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 2012.

Kratka biografija:

Dejan Milivojević rođen je u Trebinju 1990. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranio je 2013.god.

WebRTC technology overview and signaling solution design and implementation

Branislav Sredojev*, Dragan Samardzija ** and Dragan Posarac*
* Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, 21000 Novi Sad, Republic of Serbia
** RT-RK Institute for Computer Based Systems, 21000 Novi Sad, Republic of Serbia
sredojev.branislav@gmail.com

Abstract - This paper describes the WebRTC technology and implementation of WebRTC client, server and signaling. Main parts of the WebRTC API are described and explained. Signaling methods and protocols are not specified by the WebRTC standards, therefore in this study we design and implement a novel signaling mechanism. The corresponding message sequence chart of the WebRTC communication behavior describes a communication flow between peers and the server. The server application is implemented as a WebSocket server. The client application demonstrates the use of the WebRTC API for achieving real-time communication. Benefits and future development of the WebRTC technology are mentioned.

I. INTRODUCTION

WebRTC (Web Real-Time Communication) is a new web technology which allows browser and mobile applications with functionalities such as audio/video calling, chat, P2P (peer-to-peer) file sharing and all that without any additional third-party software or plugins.

It was published as an open source technology by Google in May 2011 and includes fundamental components for real-time communication on the web. With those components, that can be accessed via the JavaScript API (Application Programming Interface), developers have opportunity to create impressive web applications. Google, Mozilla and Opera support WebRTC and they will participate in the further development of this technology. At the moment, there are still platforms and browsers that either partially or do not support WebRTC [1]. Major components of the WebRTC API are:

- MediaStream - allows a web browser to access the camera and microphone;
- RTCPeerConnection - sets up audio or video calls;
- RTCDataChannel - allows browsers to send data through peer-to-peer connections.

It is important to know that WebRTC is not just a single API, but it is a collection of APIs and protocols defined by the various working groups such as W3C (World Wide Web Consortium) and IETF (Internet Engineering Task Force). Support for each of them develops in different browsers and operating systems [2].

A. MediaStream

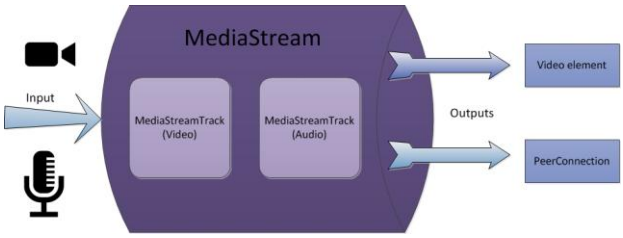


Figure 1. MediaStream

The MediaStream API has a control over the synchronized streams of media [3]. Each MediaStream has an input and output. The input source might be a physical device, such as the camera or microphone. The output might be forwarded to one or more destinations, such as video element or PeerConnection (Figure 1.).

The two main components in the MediaStream API are the MediaStream interface and MediaStreamTrack. The MediaStream interface represents a stream of media content. That media stream can have several parts. Those parts are called tracks and they have explicit type, such as audio and video. MediaStreamTrack represents a type of media that have been obtained from the input source. For example, if it is a microphone, we will get MediaStreamTrack (Audio).

B. RTCPeerConnection

The RTCPeerConnection API allows two peers to communicate directly, browser to browser. The WebRTC architecture diagram (Figure 2.) represents a very simple hierarchy. WebRTC provides a framework to make real-time communications possible.

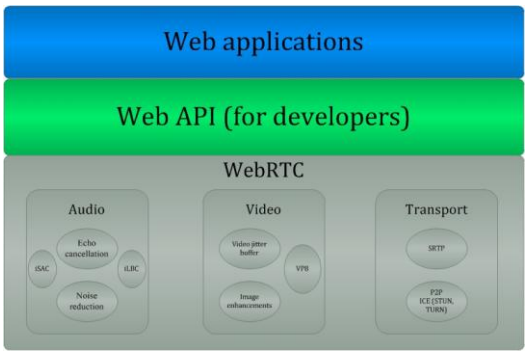


Figure 2. WebRTC architecture

NAPOMENA:
a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Branislava Sredojeva. Mentor je bio dr Dragan Samardžija.
b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji MIPRO, Opatija, maj 2015.

The WebRTC architecture has three basic sections. The first section, WebRTC, consists of an audio, video and transport mechanism.

The main task of the audio mechanism is to handle echo cancellation and noise reduction. Echo cancellation is a method that improves the sound quality, removing the resulting echo or preventing its occurrence. Noise reduction is the process of removing noise from the signal. The audio mechanism contains iSAC and iLBC codecs. iSAC codec represents a wideband audio codec developed by Global IP Solutions. This codec is suitable for audio streams and in June 2011 became a part of the WebRTC technology. Global IP Solutions is also the creator of the iLBC codec. This narrowband audio codec is suitable for voice communication over IP.

The video mechanism is responsible for image enhancement and video jitter buffer. Image enhancement is the process of improving the quality of digital image by manipulation with a certain software. The video mechanism includes VP8 codec. VP8 codec is a video compression format. It was developed by On2 Technologies in September 2008 and is currently supported by Chrome, Mozilla and Opera.

The transport mechanism is responsible for SRTP (Secure Real-time Transport Protocol), P2P and ICE (Interactive Connectivity Establishment). P2P and ICE with STUN and TURN servers will be explained in the following chapter.

The Web API is on the top of the WebRTC section which shields developers from complexities and facilitates their work. The third and last section are Web applications, such as audio, video and chat applications with possibility of file sharing.

C. *RTCDataChannel*

The RTCDataChannel API represents a bi-directional data channel between two peers and enables exchange of arbitrary data between them. Each RTCDataChannel can be configured to provide:

- reliable or unreliable delivery of messages;
- in-order or out-of-order delivery of messages.

The reliable and in-order delivery is equivalent to TCP (Transmission Control Protocol). On the other hand, the unreliable and out-of-order delivery is equivalent to UDP (User Datagram Protocol). There are many potential use cases for the API, including:

- gaming;
- remote desktop applications;
- real-time text chat;
- file transfer.

D. *ICE*

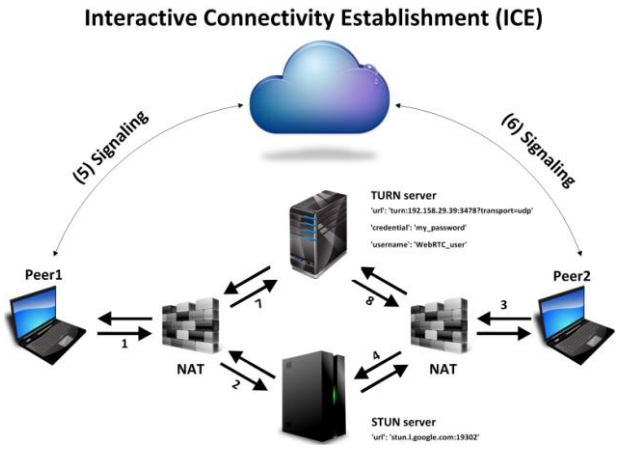


Figure 3. Interactive Connectivity Establishment (ICE)

The Internet addressing system is still using IPv4 (Internet Protocol version 4) and because of that, most of our devices are behind one or more layers of NAT (Network Address Translation). NAT is a mechanism of mapping private addresses to the public address changing address information within IP packets while it is in transit through the device for routing. NAT can be implemented with a home Wi-Fi router.

WebRTC technology developers can use ICE which will simplify complexity of the Internet addressing system. Developers need to pass the ICE server URLs to the peer connection. ICE will try to find the best path to connect two peers (Figure 3.). ICE is using two types of servers, STUN (Session Traversal Utilities for NAT) and TURN (Traversal Using Relays around NAT). ICE is using a STUN server to find out what external address is assigned to a specific peer. If that fails, the traffic is routed via a TURN server. Every TURN server supports STUN, a TURN server is a STUN server with added relaying functionality built in [4].

An analysis by webrtcstats.com in 2014, which lasted 6 months covering over 6 million minutes of one-to-one video calls, shows that 92% of WebRTC video calls are P2P without a relay and just 8% are over a TURN server (Figure 4.) [5].

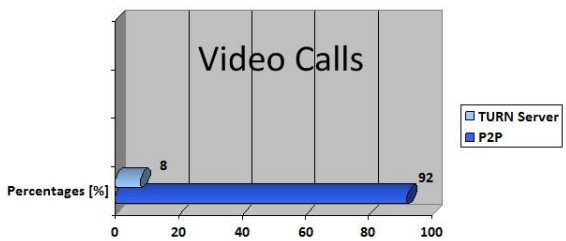


Figure 4. Video calls statistics

II. DESCRIPTION OF REALIZATION

In this section, we describe our implementation of a WebRTC client, server and newly-proposed signaling solution between them. Signaling is a process of exchanging system control information like session

control messages, media metadata, error messages and network data - information important to set up a call. This signaling process needs a two-way (bi-directional) messaging and therefore we have chosen to implement signaling using WebSocket. The server application is implemented as a WebSocket server. The client application demonstrates the use of the WebRTC API for achieving real-time communication.

A. Signaling

Signaling methods are not specified by WebRTC in order to avoid redundancy and to maximize compatibility with established technologies [6].

The signaling process corresponds to protocols such as SIP (Session Initiation Protocol), XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol), XHR (Xml Http Request), and SIP over WebSocket. In this study, the signaling implementation uses the WebSocket mechanism [7]. WebSocket is a relatively new addition to browsers, and it was standardized in 2011. The most important thing about WebSocket is that it opens a session from a peer to the server, leaving it open until the session is closed. Messages can be textual or binary. The message sequence chart of the WebRTC communication describes communication flow between the peers and server. The diagram is depicted in Figure 6.

In our signaling solution we made four types of the control messages: “initialize”, “initiator”, “got user media” and “peerChannel”. Those control messages are textual and they are used to set up flags for certain mechanisms. At start, Peer1 will send “initialize” to the server, because it needs to find out whether it is the session initiator. If so, it will configure the user media after getting the control message “got user media” from the server. Now Peer1 is in a waiting phase until Peer2 appears. Upon its activation, Peer2 sends the equivalent signaling message, and when it finds out that it isn’t the initiator, it will first get “peerChannel” and then “got user media”. After that, both sides can start establishing a peer-to-peer connection.

The offer and answer messages are transmitted in the SDP (Session Description Protocol) format [8]. SDP plays a main role in the setup of WebRTC sessions. SDP is the protocol that has been chosen by IETF and W3C to exchange media information between peers in WebRTC. SDP carries information about media type, format, codecs, and all associated properties that will be used in the media session. The diagram shows that Peer1 will send the SDP offer and ICE candidates to the server and the server will pass that to Peer2. Peer2 will send the SDP answer and ICE candidates to the server and the server will pass that to Peer1.

Figure 5. Signaling process

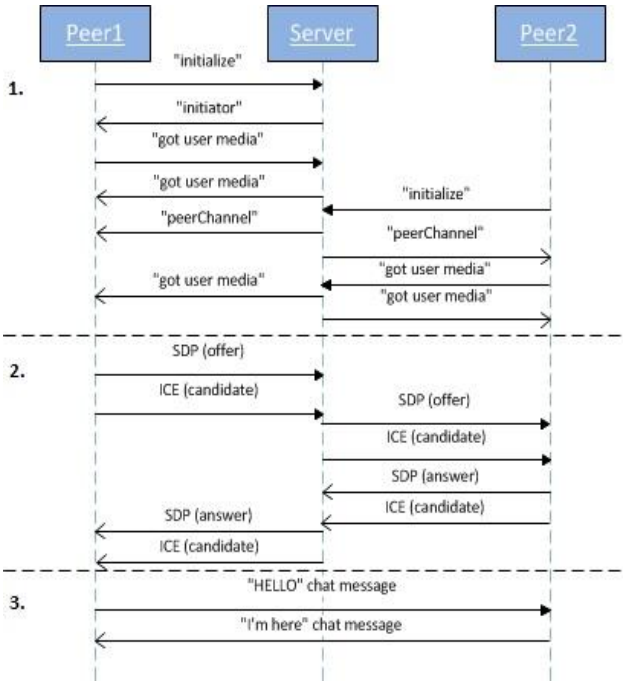


Figure 6. WebRTC message sequence chart

After this, the peer-to-peer connection is established. In addition, we have implemented a real-time text chat and now the peers can directly exchange messages without the server presence.

All signaling SDP and control messages, in our WebRTC application are transmitted as JSON (JavaScript Object Notation) objects (Figure 7.). JSON is a syntactic subset of JavaScript and has a great advantage of being natively interpreted by web browsers. JSON enables information exchange, as well as JSON objects generation and parsing.

In summary, there are three phases in Figure 6. The first phase – the peers are exchanging the control messages with the server, about the initiator, peer channel and user media. The second phase – creation of peer connection based on the SDP exchange. The third phase – the peer-to-peer connection is created and the peers can now exchange messages directly.

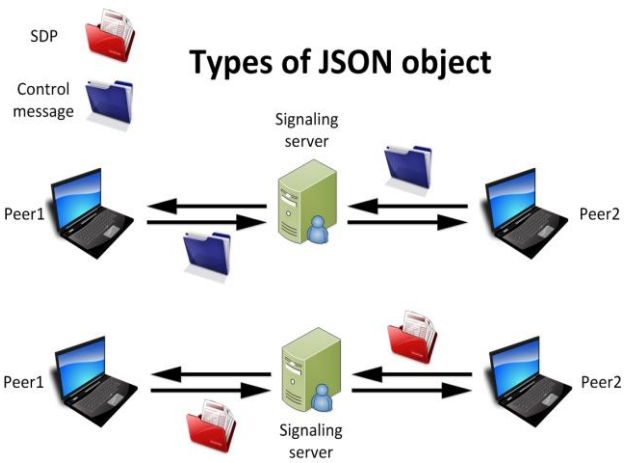


Figure 7. Types of JSON object

B. *Server application*

The server application is implemented as a WebSocket server written in Node and it can be used by any client or a server application. Node.js is an open source, cross-platform runtime environment for the server-side and networking applications. Node.js applications are written in JavaScript. It provides an event-driven architecture and a non-blocking I/O API that optimizes an application's throughput and scalability.

Our WebSocket server is using the WebSocket library. It is running on a localhost at port 2222 and it is available to anyone within the enterprise. The server implements the accepting, processing and forwarding message mechanism.

The WebSocket server is dealing with four types of control messages ("initialize", "initiator", "got user media" and "peerChannel"), two types of media information messages (SDP offer and SDP answer) and one type of network information messages (ICE candidate). Also it manages the number of clients, deciding whether a client is the initiator or should it be removed when the session is over.

C. *Client application*

The client application is implemented using the WebRTC API. The main task is to establish a peer-to-peer connection. Before a peer-to-peer connection gets established, the exchange of local and remote descriptions is performed (the audio and video media information).

In the following we will describe how the signaling offer and answer are exchange using the SDP. First, Peer1 runs the RTCPeerConnection createOffer() method. After that, it sets the local description using the setLocalDescription() method and then sends this session description to Peer2 via the signaling server. Then, Peer2 sets the description that Peer1 sent as a remote description using the setRemoteDescription() method. Peer2 runs the RTCPeerConnection createAnswer() method. In the createAnswer(), it sets the local description and sends it to Peer1. When Peer1 gets the Peer2 session description, it sets that as the remote description with the setRemoteDescription() method.

Figure 9. represents one snap shot of our application screen. Also there is the chat application extension, so peers can send text messages. For example, once installed within an enterprise network, our server (with URL http://localhost:2222/) will enable WebRTC peer-to-peer communication sessions.

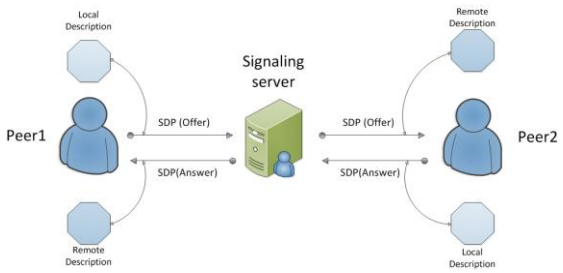


Figure 8. Offer/answer exchange between peers

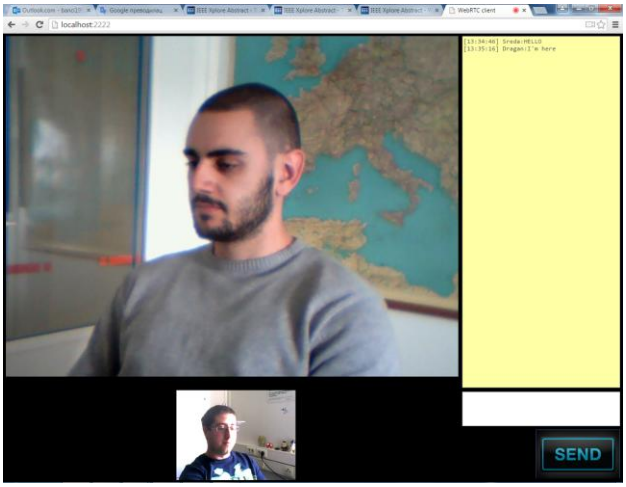


Figure 9. Our application

III. CONLUSION

WebRTC is a powerful technology that benefits all areas of communication accessibility and feature rich tool. This technology has a potential to improve enterprise communications. It can provide a lot of benefits for enterprises. WebRTC technology reduces the costs of using VPN (Virtual Private Network) to connect remote branches and real-time communication is supported without the need for additional third-party software or plugins. Secure communication with employees in within an enterprise and its remote branches is enabled by state of the art encryption standards.

In the future we will develop an additional file sharing option and we will use encryption for both the media and signaling.

ACKNOWLEDGMENT

This work was partially supported by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia under the project TR 36029.

REFERENCES

[1] A. Sergiienko, "WebRTC Blueprints, Develop your very own media applications and services using WebRTC," in Birmingham, Packt Publishing, ISBN 978-1-78398-310-0, May 2014.

[2] A. Zeidan, A. Lehmann, and U. Trick, "WebRTC enabled multimedia conferencing and collaboration solution," WTC 2014, in Berlin, Germany, Print ISBN 978-3-8007-3602-7, June 2014.

[3] W3C Editor's Draft, http://w3c.github.io/mediacapture-main/getusermedia

[4] K. Singh, A. Johnston, and J. Yoakum, "Taking on webRTC in an enterprise," Communications Magazine, IEEE, ISSN 0163-6804, April 2013.

[5] WebRTCstats, http://webrtcstats.com/webrtc-revolution-in-progress/

[6] R. Manson, "Getting Started with WebRTC, Explore WebRTC for real-time peer-to-peer communication," in Birmingham, Packt Publishing, ISBN 978-1-78216-630-6, September 2013.

[7] IETF - WebSocket, https://tools.ietf.org/html/rfc6455

[8] IETF - SDP, https://tools.ietf.org/html/rfc4566

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 621.31

PRORAČUN TOKOVA SNAGA DISTRIBUTIVNIH MREŽA PRIMENOM KOMPENZACIONE METODE

LOAD FLOW CALCULATION OF DISTRIBUTION NETWORKS BASED ON THE COMPENSATION METHOD

Dostana Radić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – *U radu je opisan proračun tokova snaga u elektrodistributivnim mrežama primenom kompenzacione metode zasnovane na algoritmu sumiranja struja i korekcija napona. Rezultati proračuna dobijeni ovom metodom upoređeni su sa rezultatima dobijenim Newton/Raphson-ovim metodom.*

Abstract – *In this paper, calculation of load flow in distribution networks using compensation method based on algorithm of summarizing current and voltage correction has been described. Results obtained with this method were compared with the results from Newton/Raphson's method.*

Ključne reči: *tokovi snaga, elektrodistributivna mreža, uravnotežen sistem, simetričan režim*

1. UVOD

Pri projektovanju i optimizaciji elektrodistributivnih mreža (EDM) neophodno je izvršiti proračun tokova snaga. Proračun tokova snaga predstavlja proračun promenljivih stanja distributivne (prenosne) mreže na osnovu poznatog napona izvora mreže i poznatih potrošnji svih čvorova mreže.

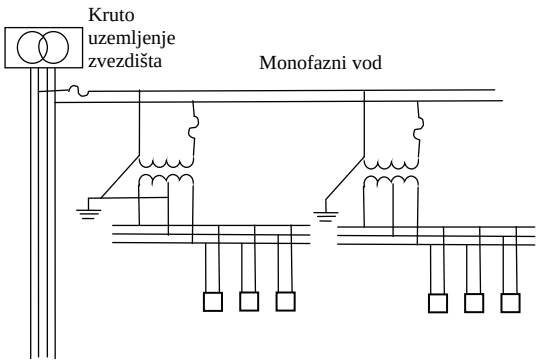
2. STRUKTURA I RAZLIKE U STRUKTURI EDM

Srednjenaponske EDM jesu radijalne, odnosno sa vrlo malim brojem petlji – slabo upetljane. Karakteristične za Severnu Ameriku jesu „mešovite mreže", mreže koje se sastoje od trofaznih, dvofaznih i monofaznih elemenata (neuravnotežene mreže), slika 1.

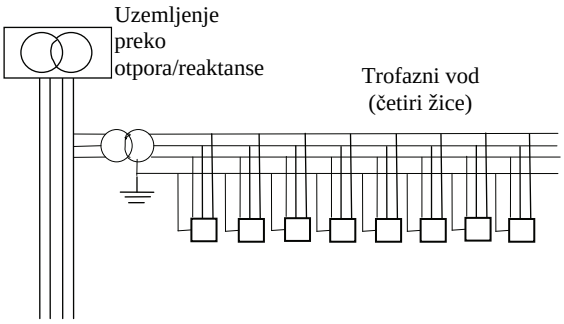
Za Evropu su karakteristične trofazne uravnotežene mreže, slika 2. Otuda primena nesimetričnih tokova snaga u mrežama američkog tipa, odnosno simetričnih u mrežama evropskog tipa.

Pravilo je da se sa povećanjem potrošnje povećava i naponski nivo EDM. Tokovi aktivnih i reaktivnih snaga u EDM isključivo zavise od rasporeda potrošnje i njene topologije. Srednjenaponske EDM svojim radijalnim pogonom omogućavaju dekuplovanje mreže na više delova (izvoda) koji se dalje posmatraju kao poseban sistem.

NAPOMENA:
Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji je mentor dr. Goran Švenda, red.prof.



Slika 1 – *EDM – Američki tip*



Slika 2 – *EDM – Evropski tip*

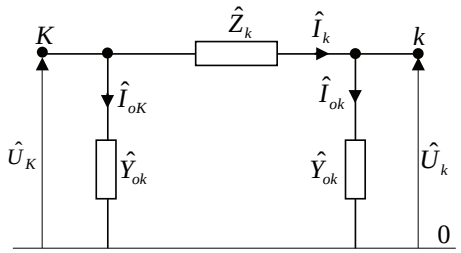
Za proračun tokova snaga u EDM razvijeni su specijalizovani algoritmi orijentisani na grane [1]:

- algoritam *sumiranja struja*
- algoritam *sumiranja snaga*
- algoritam *sumiranja admitansi*
- *kombinovani* algoritam.

3. MODEL EDM I NJENIH ELEMENATA

3.1. Model sekcije voda

S obzirom na linearnost razmatrane EDM, ekvivalentne šeme njenih elemenata sadrže konstantnu (nezavisnu od struje i napona) rednu impedansu, odnosno podužnu impedansu voda $\hat{Z}_k = R_k + jX_k$, gde su R_k i X_k aktivna i reaktivna otpornost voda respektivno i konstantne otočne admitanse $\hat{Y}_{ok} = G_{ok} + jB_{ok}$, gde su G_{ok} i B_{ok} aktivna odvodnost i kapacitivna provodnost, respektivno. Normalizovana pogonska šema sekcije voda koja spaja čvorove *K* i *k*, za simetričan režim direktnog redosleda [2], data je na slici 3.



Slika 3 – *Pogonska šema sekcije voda*

3.2. Model transformatora

Transformatori su statički uređaji koji čine magnetno kolo, namotaji, izolacija, kućište, te dodatna oprema (sistem za hlađenje, konzervatori, itd).

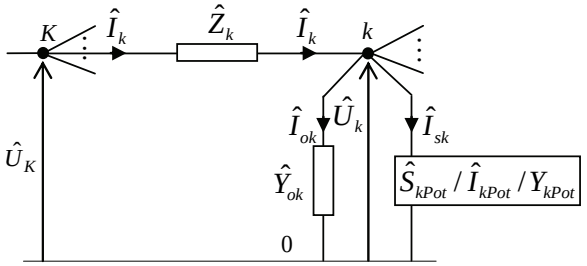
Kada se razmatra EDM sa više naponskih nivoa onda se ona modeluje u domenu relativnih uglova. U slučaju da se modul kompleksnog odnosa transformacije idealnog transformatora ne može svesti na jedinicu, tada se redna veza impedanse i idealnog transformatora realnog odnosa transformacije zamenjuje ekvivalentnom π šemom impedansi (admitansi). Ta šema ima strukturu sekcije voda sa slike 3. Otočne admitanse su jednake kod vodova, dok kod dvonamotajnih transformatora, u zavisnosti od toga da li je eliminisan idealni transformator iz njegove ekvivalentne šeme ili nije, mogu biti iste ili različite.

3.3. Model potrošača

Potrošačima u EDM mogu se smatrati individualni potrošači odnosno potrošačke oblasti. Potrošnja potrošačkih oblasti zavisi od vrste individualnih potrošača. Potrošnja se, u zavisnosti od napona napajanja može predstaviti kao potrošnja konstantne snage, konstantnog modula struje i faktora snage i/ili konstantne impedanse (admitanse). Razlog što je u modelima EDM potrebno uzeti zavisnost potrošnje potrošača od napona napajanja jeste taj što naponi nižih nivoa variraju.

3.4. Model EDM

Normalizovana pogonska šema mreže može da se formira koristeći se monofaznim Γ segmentima [2], slika 4.



Slika 4 – *Segment Γ_k trofazne radijalne EDM*

Raspolažući sa matematičkim modelima elemenata EDM (potrošači, vodovi, transformatori), odnosno sa ekvivalentnim šemama sekcija i transformatora, raspolaže se i sa matematičkim modelima, odnosno ekvivalentnim šemama svakog Γ segmenta mreže. Sintezom tih modela (ekvivalentnih šema) dobija se matematički model mreže.

4. PRORAČUN TOKOVA SNAGA EDM

4.1. Proračun radijalnih EDM

Razmatra se radijalna, trofazna, uravnotežena srednjenaponska EDM sa *n* trofaznih čvorova i *n*–1 grana, *n*≥2. Čvorovi, pa tako i Γ segmenti, numerisani su po slojevima. Prvi čvor (izvor ili koren mreže) jeste balansni čvor, sa specificiranom (poznatom) vrednosti napona. Ostali čvorovi su potrošački sa specificiranom snagom potrošnje, modulom struje i faktorom snage odnosno impedansom (admitansom) potrošača. Proračun se vrši iterativno i u svakoj iteraciji se određuju injektirane struje u čvorovima, struje po granama i naponi svih čvorova u mreži. Injektirane struje, $\hat{J}_k$ se sastoje od struja potrošnji potrošača priključenih u čvorove i od otočnih struja. Proračun struja po granama, $\hat{I}_k$ se izvodi za svaku granu, počevši od grana u poslednjem sloju. Struju grane čine injektirana struja u čvor koji je na udaljenijem kraju grane od izvora mreže i suma struja svih grana koje su incidentne tom čvoru [3]:

$$\hat{I}_k = \hat{J}_k + \sum_{j \in \alpha_k} \hat{I}_j \qquad k = n, n-1, ...2 \tag{1}$$

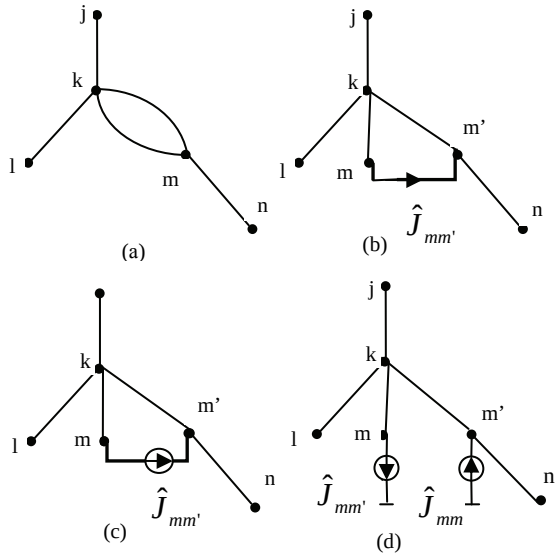
Proračun napona u čvorovima se vrši kretanjem od izvora mreže:

$$\hat{U}_k = \hat{U}_K - \hat{Z}_k \hat{I}_k \qquad k = 2,3,...n \tag{2}$$

gde je *K* oznaka za čvor koji je bliži korenu mreže.

4.2. Proračun EDM sa petljama

U mreži sa petljama ne može da se definiše početak i kraj Γ segmenta na način kako je to urađeno za radijalne mreže. Upravo mreža sa radijalnom strukturom je jedan od osnovnih zahteva za realizaciju proračuna tokova snaga EDM.



Slika 5 – *Mreža sa jednom petljom (a), koraci radijalizacije (b,c,d)*

Do radijalizovane mreže se dolazi kroz sledeće korake:

- Određivanje čvorova prekida petlji
- Zamena struje svakog kratkospojnika jednim idealnim strujnim generatorom
- Zamena strujnog generatora iz prethodnog koraka sa dva ekvivalentna, tako da se režim mreže ne menja ali se menja topologija, mreža postaje radijalna
- Model radijalizovane mreže i njenih elemenata.

Na slici 5 data je mreža sa jednom petljom, na koju su primenjeni navedeni koraci radijalizacije.

Postupak za proračun tokova snaga EDM sa petljama naziva se kompenzacionim, a radijalizovana mreža sa insertovanim kompenzacionim idealnim strujnim generatorima kompenzovana mreža. Umesto modelovanja i rešavanja mreže sa petljama [4], može da se napise i reši matematički model radijalizovane mreže. Model radijalnih mreža se proširuje novim nepoznatim veličinama – strujama rednih grana kompenzovane mreže, tako da se dobija sledeći sistem jednačina:

$$\hat{I}_k = \hat{J}_k + \hat{J}_{ck} + \sum_{i \in \alpha_k} \hat{I}_i \qquad k = 2,3,...n+p \ , \tag{3}$$

$$\hat{U}_k = \hat{U}_K - \hat{Z}_k \hat{I}_k \qquad k = 2,3,..n+p \ , \tag{4}$$

$$\hat{U}_m = \hat{U}_{m'} \qquad (l,m) \in P \ . \tag{5}$$

Gde je $\hat{J}_{ck}$ oznaka za kompenzacionu struju, P skup parova indeksa (osnovni, novogenerisani čvor), a $\hat{J}_k$ u zavisnosti od tipa potrošača i uvažavanje struje u otočnoj grani sekcije voda:

- Potrošač konstantne snage:

$$\hat{J}_k = \frac{\hat{S}_{kPot}}{\hat{U}_k^*} + \hat{Y}_{ok}\hat{U}_k, \qquad k = 2,3,...n \tag{6}$$

- Potrošač konstantnog modula struje i faktora snage:

$$\hat{J}_k = \hat{I}_{kPot} + \hat{Y}_{ok}\hat{U}_k, \qquad k = 2,3,...n \tag{7}$$

- Potrošač konstantne impedanse (admitanse):

$$\hat{J}_k = \hat{Y}_{kPot}\hat{U}_k + \hat{Y}_{ok}\hat{U}_k, \qquad k = 2,3,...n \tag{8}$$

Rešenje se sastoji od napona svih čvorova koji su jednaki naponima mreže sa petljama, te kompenzacionih struja čije vrednosti impliciraju jednakost čvorova u kojima su petlje otvorene ($\hat{U}_m = \hat{U}_{m'}$).

Da bi se primenio kompenzacioni postupak, modelu opisanom relacijama (3), (4) i (5) treba dati ekvivalentnu formu, zasnovanu na Thévenin-ovoj formi:

$$\hat{I}_k = \hat{J}_k + \hat{J}_{ck} + \sum_{i \in \alpha_k} \hat{I}_i \qquad k = 2,3,...n+p \tag{9}$$

$$\hat{U}_k = \hat{U}_K - \hat{Z}_k \hat{I}_k \qquad k = 2,3,..n+p \tag{10}$$

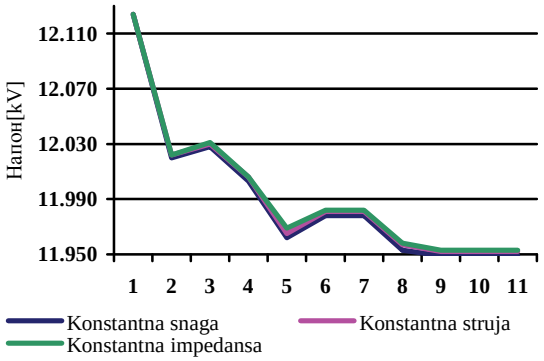
$$\underline{\hat{\mathbf{E}}}_{\mathbf{T}} - \hat{\mathbf{Z}}_{\mathbf{T}} \hat{\mathbf{J}}_{\mathbf{C}} = \mathbf{0} \tag{11}$$

gde je $\underline{\hat{\mathbf{E}}}_{\mathbf{T}}$ vektor Thévenin-ovih elekttromotornih sila, dimenzije $p \times 1$ (p – broj petlji), $\hat{\mathbf{Z}}_{\mathbf{T}}$ Thévenin-ova matrica impedansi, dimenzija $p \times p$, $\hat{\mathbf{J}}_{\mathbf{C}}$ vektor kompenzacionih struja, dimenzije $p \times 1$, $\mathbf{0}$ vektor razlike napona osnovnih i novogenerisanih čvorova, dimenzije $p \times 1$.

5. VERIFIKACIJA MATEMATIČKOG MODELA U EDM SA PETLJAMA

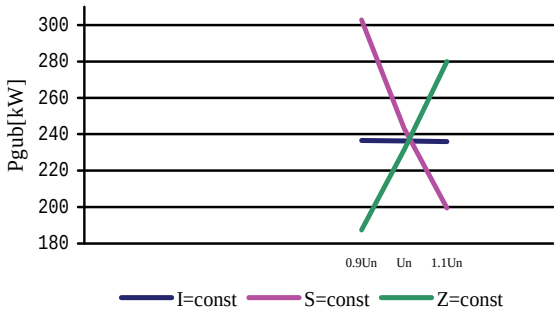
Numerička verifikacija proračuna tokova snaga u EDM vršena je u programskom jeziku Fortran 90. Izvršen je proračun simetričnih tokova snaga uravnotežene mreže u simetričnom režimu sa 3 petlje i 8 čvorova, zasnovan na kompenzacionoj metodi. Proračun je vršen iterativno pri čemu je broj iteracija ograničen na 50. Kriterijum konvergencije je usvojen sa vrednošću 10^{-5}.

Proračun tokova snaga u EDM sa petljama je vršen za tri tipa potrošnje potrošača. Na slici 6 prikazane su vrednost modula faznih napona u svim čvorovima mreže za tri tipa potrošnje.



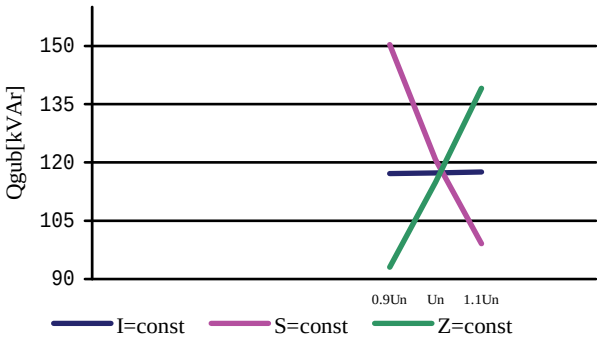
Slika 6 – *Vrednosti napona u čvorovima mreže*

Na slici 7 prikazane su krive vrednosti promene gubitaka aktivne, a na slici 8 reaktivne snage sa promenom modula napona korena mreže.

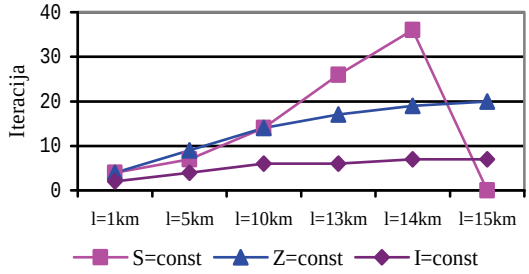


Slika 7 – *Promena vrednosti gubitaka aktivne snage za tri tipa potrošača sa promenom napona korena*

Na slici 9 prikazan je potreban broj iteracija za konvergenciju postupka u zavisnosti od tipa potrošača i dužine sekcija.



Slika 1 – *Promena vrednosti gubitaka reaktivne snage za tri tipa potrošača sa promenom napona korena*



Slika 9 – *Uticaj dužine sekcije na konvergenciju postupka (broj iteracija)*

5.1. Uporedna analiza rezultata proračuna tokova snaga

Upoređivani su rezultati modula fazora napona po čvorovima, modula fazora struje po granama, gubici snage u mreži, kao i tokovi snaga po granama, te potrebnom broju iteracija koje zadovoljavaju uslov konvergencije. Rezultati proračuna tokova snaga dobijenih Newton/Raphson-ovim algoritmom praktično ne odstupaju od rezultata dobijenih primenom kompenzacione metode. Razlika se javlja u potrebnom broju iteracija za konvergenciju postupka ove dve metode. U tabeli 1 prikazan je neophodan broj iteracija

Tabela 1 – *Vrednost broja iteracija potrebnih za konvergenciju proračuna u zavisnosti od tipa potrošača*

Potrošači tipa	Newton/Raphson	Kompenzaciona metoda
konstantne snage	3	4
konstantne struje	5	2
konstantne impedanse	3	4

Razlika u broju iteracija posledica je različitog pristupa problemu. Newton/Raphson-ov iterativni postupak je orijentisan na snage injektiranja u čvorove, dok je kompenzaciona metoda orijentisana na struje grana. To je razlog zbog čega je kompenzaciona metoda dosta brža od Newton/Raphson-ov iterativnog postupka kad se razmatraju potrošači konstantnog modula struje i faktora snage.

Za ostala dva tipa potrošača Newton/Rapshon-ov iterativni postupak je brži u odnosu na kompenzacionu metodu.

6. ZAKLJUČAK

Funkcija tokovi snaga jedna je od najvažnijih funkcija u elektroenergetici. U ovom radu opisan je postupak za proračun tokova snaga u simetričnim, uravnoteženim EDM primenom kompenzacione metode. U cilju njene verifikacije u radu je prikazana uporedna analiza rezultata proračuna tokova snaga koji su dobijeni primenom kompenzacione i Newton-Rapshon-ove metode.

U analizama rezultata uočeni su efekti koji potvrđuju adekvatno ponašanje režimskih veličina. Neki od efekata su: zavisnost naponskih profila od modela potrošača, te uticaj promene napona korena mreže na padove napona po sekcijama sa specificiranim modelima potrošača, itd.

Uočene su sledeće osobine:

kompenzaciona metoda:

- tačnost proračuna opada sa porastom broja petlji u mreži;
- proračun se vrši po granama EDM, čime se potiskuje potreba za rešavanjem slabouslovljenih matričnih jednačina.

Newton-Raphson-ova metoda:

- postupak je originalno razvijen za prenosne mreže;
- jednostavnost formiranja matrice admitansi narušavaju međusobno spregnuti elementi;
- inverzija matrice admitansi.

7. LITERATURA

[1] D.Popović, D.Bekut, V.Dabić*: Specijalizovani DMS algoritim*, Novi Sad, 2011.

[2] P.Vidović: *Nesimetrični tokovi snaga distributivnih mreža, magistarska teza*, Fakultet Tehničkih Nauka Novi Sad, novembar 2008.

[3] D.Shirmohammadi, H.W.Hong, A.Semlyen, G.X.Luo: A Compensation-Based Power Flow Method for Weekly Meshed Distribution and Transmission Network; *IEEE Trans. on PS*, Vol.3, No.2, May 1988, pp. 753-762.

[4] G.X.Luo, A.Semlyen: Efficient Load Flow for Large Weekly Meshed Distribution and Transmission Network; *IEEE Trans. on PS*, Vol.5, No.4, November 1990, pp. 1309-1316

Kratka biografija:

Dostana Radić rođena je u Ljuboviji 1990. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranila je 2013.god.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 004.3

REALIZACIJA BEŽIČNOG UREĐAJA ZA UPRAVLJANJE MOTORIZOVANIM ZAMRAČIVAČIMA U PAMETNIM KUĆAMA

REALIZATION OF WIRELESS DEVICE FOR MOTORIZED SHADES CONTROL IN SMART HOMES

Miloš Grčić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – *U ovom radu je predstavljen razvoj programske podrške uređaja za upravljanje roletnama, tendama ili zavesama. Osnovna funkcija kontrolera za roletne jeste otvaranje i zatvaranje istih na tačno zadati nivo kao i obaveštavanje krajnjeg korisnika o trenutnom stanju sistema. Pored osnovne funkcije uređaja da otvara i zatvara roletnu on takođe treba da se uklopi u postojeći sistem za upravljanje uređajima u pametnoj kući.*

Abstract *– This paper presents a software development for device which controlls shutters, awnings or curtains. The basic function of the shade controller is the opening and closing them at exactly the required level as well as informing the end user about the current state of the system. In addition to the basic functions of the device that opens and closes shades it also needs to fit into the existing system for device control in a smart home.*

Ključne reči: *Kućna automatizacija, ZigBee, Bežična kontrola*

1. UVOD

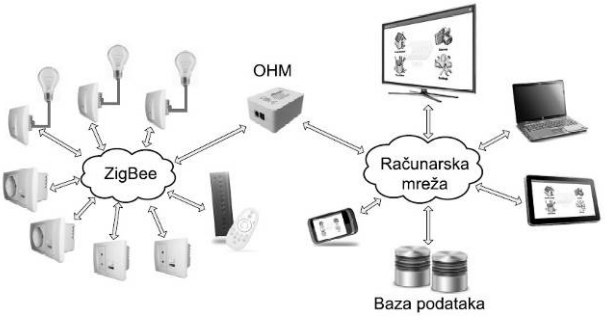
U poslednjoj deceniji automatizovani sistemi sve više nalaze primenu u takozvanim pametnim kućama i time znatno doprinose smanjenju potrošnje električne energije istovremeno obezbeđujući komfor ukućanima. Pametna kuća predstavlja koncept modernog domaćinstva i življenja u njemu. Kuća je "pametna" jer ima mogućnost prilagođavanja trenutnom raspoloženju, navikama i životnom stilu svakog ukućana, a pritom ostvaruje značajne energetske uštede. Motorizovane zavese i roletne, zamračivači ili tende su sastavni deo svakog modernog objekta. Sistem za automatizaciju kuće, zavese, roletne i tende stavlja pod kontrolu, na najjednostavniji način sinhronizuje njihov rad i omogućava njihovo sprezanje u najrazličitija scenarija. Na taj način oni postaju sastavni deo nekog ambijenta, uz rasvetu i ostale uređaje. Ovim se značajno doprinosi ukupnom komforu stanovanja ali i uštedi energije potrebne za klimatizaciju objekta.

2. OBLO SISTEM ZA AUTOMATIZACIJU KUĆE

Koncept sistema za automatizaciju kuće zasnovan je na ideji o međusobnoj komunikaciji između čoveka i uređaja koji ga okružuju kako bi se poboljšali uslovi života, povećala bezbednost i životni prostor učinio zanimljivijim

NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Mezei Ivan, docent.

Takođe, pored svega navedenog, bitna karakteristika ovakvih sistema je i ušteda električne energije. konfiguracija OBLO[1] sistema za automatizaciju kuće prikazana je na slici 1. Pored navedenih osobina, koncept pametne kuće predviđa i određen vid inteligencije koju bi sistem posedovao. Sistem bi mogao samostalno na osnovu unapred definisanih naredbi koje bi se izvršavale u zavisnosti od rezultata očitavanja određenih senzora (npr. temperaturnih ili PIR senzora) da uključuje ili isključuje određene uređaje kako bi se ostvarilo upravljanje, povećao komfor i ostvarila ušteda električne energije bez direktnog uticaja korisnika.



Slika 1. *Konfiguracija sistema za automatizaciju kuće*

Centralnu ulogu u sistemu kućne automatike predstavlja OBLO Home Manager (OHM) programska podrška. OBLO Home Manager vrši akviziciju podataka, nadzor i upravljanje celokupnim OBLO sistemom. OHM je sa ostalim uređajima povezan bežičnom vezom upotrebom ZigBee protokola, a takođe je povezan i na računarsku mrežu (LAN, internet).

2.1. Cevni motori

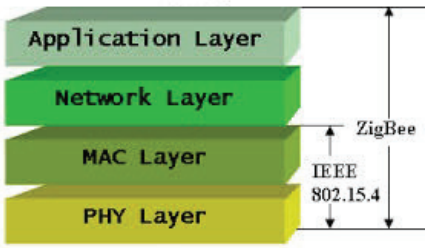
Cevni motor prikazan na slici 2. predstavlja elektromehanički sklop upakovan u cevasto kućište koji se sastoji iz tri osnovna dela: mehanizam za podešavanje graničnih pozicija (skroz otvoreno/skroz zatvoreno), Asinhroni monofazni elektromotor, Reduktor za regulaciju brzine obrtanja sa 2800 rpm na 30-60 rpm

Slika 2. *Cevni motor*

Bitno je napomenuti da ovakvi motori sa malim brojem obrtaja dostižu obrtni moment čak i do 45 Nm te omogućavaju podizanje tereta reda veličine do 100kg težine. Zbog toga se ovakvi tipovi motora koriste i u sistemima za automatsku kontrolu garažnih vrata, kapija i sl.

3. ZIGBEE PROTOKOL

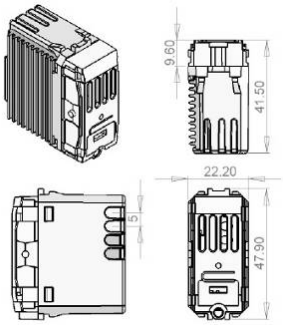
ZigBee se pojavio kao odgovor na zahteve tržišta za standardom koji će zadovoljiti potrebe za minimalnom potrošnjom, ne tako velikom brzinom prenosa podataka, što manjom potrebnom memorijom i malom cenom. ZigBee protokol se nadovezao na IEEE 802.15.4 bežični protokol koji je zauzeo deo tržišta koji nije bio na pravi način obuhvaćen od strane ostalih bežičnih standarda. Primena ovog protokola je pre svega u senzorskim sistemima, gde nije potreban prenos velikih količina podataka, gde je bitno da baterije kojima se senzori napajaju mogu da traju i do nekoliko godina. Osnovne primene ovog protokola obuhvataju senzorske mreže koje imaju za cilj kućnu automatizaciju i senzorske mreže u industrijskim postrojenjima pomoću kojih se ona nadgledaju i upravljaju. ZigBee je standard koji je izgrađen nad IEEE 802.15.4 standardom definisanim za WPAN (Wireless Personal Area Network). ZigBee Aliansa je dodavanjem specifikacija mrežnog i aplikativnog sloja kompletirala strukturu koja se naziva ZigBee stek. Struktura ovako definisanog steka je prikazana na slici 3.



Slika 3. *ZigBee stek*

4. REALIZACIJA UREĐAJA

Uređaj je zasnovan na Texas Instruments CC2530 platformi ugrađenoj u plastično kućište prikazano na slici 4.

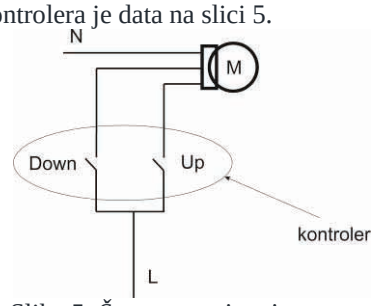


Slika 4. *Izgled kućišta uređaja*

U osnovi, uređaj podržava dva režima rada:

- Režim kućne automatike
- Samostalni režim

U režimu kućne automatike omogućena je udaljena kontrola uređaja preko OHM programske podrške, mobilnog telefona, interneta i sl. U samostalnom režimu uređaj radi bez udaljene kontrole, korisnik pritiskom na glavni taster upravlja radom kontrolera. Takođe je omogućeno upravljanje kontrolerom pomoću daljinskog upravljača. Od dodatnih opcija omogućeno je sprezanje uređaja u grupe i različita scenarija. Šema povezivanja motora i kontrolera je data na slici 5.



Slika 5. *Šema povezivanja motora*

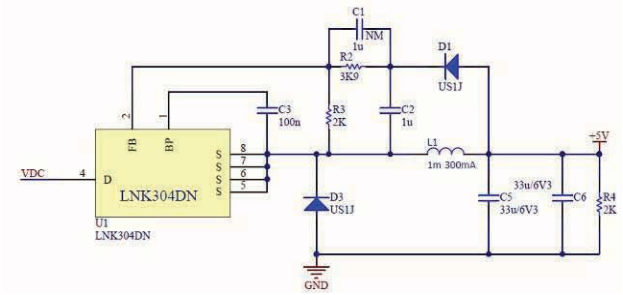
Uopšteno govoreći, kontroler za roletne ima četiri izvoda: nulu, dva izvoda (faze) za izbor smera obrtanja osovine motora i jedan izvod za uzemljenje. U zavisnosti od toga na koji izvod se dovodi faza motor podiže ili spušta roletnu. Korisnik manipuliše radom motora pomoću glavnog tastera na kućištu uređaja. Svakim pritiskom na glavni taster započinje se pomeranje roletne u određenom smeru, a nakon otpuštanja tastera vrši se invertovanje smera tako da se naredno kretanje obavlja u suprotnom smeru od prethodnog. Pored ispunjavanja uslova kompatibilnosti sa postojećim sistemom kućne automatike (u vidu sinhronizacije sa OBLO Home Manager programskom podrškom), kontroler za roletne treba da obezbedi i vremensku kalibraciju uređaja. Vremenska kalibracija uređaja podrazumeva merenje proteklog vremena da bi se ostvario pun otklon roletne u oba smera. Da bi se uspešno izvršila kalibracija kontrolera potrebno je izmeriti vreme za koje se roletna pomeri od krajnje zatvorenog do krajnje otvorenog položaja kao i proteklo vreme za koje se roletna pomeri od krajnje otvorenog do krajnje zatvorenog položaja. Na osnovu ovih parametara moguće je ostvariti pomeranje roletne na tačno zadatu poziciju.

4.1. Fizička realizacija uređaja

U ovom poglavlju predstavljena je fizička realizacija uređaja, sa naglaskom na njegovo napajanje i komunikacioni modul. Takođe, obrazložen je izbor prekidačkih komponenti.

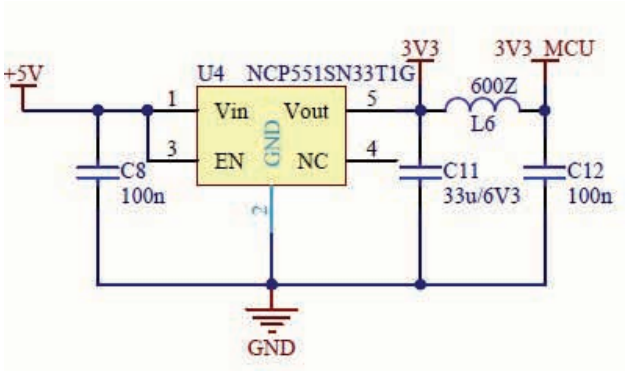
4.1.1 Realizacija napajanja uređaja

Prekidačka napajanja male snage u konfiguraciji za snižavanje napona se pokazuju kao dobro rešenje za napajanje kontrolera. Pomenuto napajanje ima veoma dobre karakteristike u vidu visokog stepena iskorišćenja, malog zagrevanja, zadovoljavajuće talasnosti i dinamičkog odziva. Prema tome, za napajanje kontrolera, kao najbolje rešenje nameće se prekidačko napajanje koje snižava napon. Prekidački regulator realizovan je upotrebom integrisanog kola LNK304[2] kompanije Power Integrations.



Slika 6. *LNK304 prekidačko napajanje*

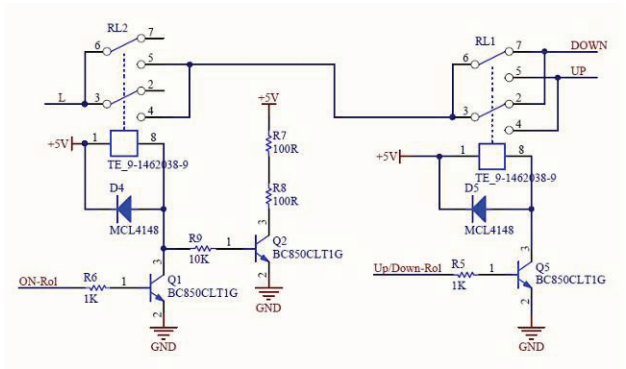
Na slici 6 prikazana je električna šema prekidačkog napajanja kontrolera za roletne. Na izlazu prekidačkog regulatora obezbeđen je napon od 5V potrebnih za pobudu releja.
Da bi se obezbedilo napajanje za mikrokontroler, upotrebljen je linearni naponski regulator koji ulazni napon od 5V snižava na zahtevanih 3.3V. Električna šema povezivanja linearnog naponskog regulatora izvedena je prema referentnom dizajnu koji je dostupan na internet stranici proizvođača. Električna šema linearnog regulatora prikazana je na slici 7.



Slika 7. *Električna šema linearnog regulatora*

4.1.2 Izbor odgovarajućeg releja i pobudnog kola

Što se tiče ograničenja pri izboru releja ona se uglavnom odnose na dimenzije istog. Nakon analize rasporeda držača u kućištu u koje štampana ploča treba da se postavi došlo se do zaključka da je maksimalna visina releja koji može da stane u kućište kontrolera 10 mm. Šema pobudnog kola releja data je na slici 8.



Slika 8. *Šema pobudnog kola releja*

Kolo koje služi za uključivanje i isključivanje ovog releja sastoji se od tranzistora, otpornika i jedne ispravljačke diode. Signal koji upravlja radom kola daje mikrokontroler preko nekog od svojih digitalnih pinova. Taj signal se preko otpornika vodi na bazu tranzistora koji u stvari uključuje ili isključuje relej.
Uloga diode je da zaštiti tranzistor od prenapona koji se mogu javiti prilikom isključenja releja, kao i da ubrzaju isključenje releja čime se produžava njegov radni vek. Prvi deo kola sa slike 8. služi za prekidanje faze odnosno uključivanje ili isključivanje motora, dok se drugi deo koristi za odabiranje smera obrtanja osovine motora.

5. PROGRAMSKA PODRŠKA

U ovom poglavlju predstavljena je programska podrška kontrolera za roletne kao i programska arhitektura ZigBee PRO steka, OSAL[3] i HAL aplikativnih sprega. Takođe, predstavljen je koncept biblioteke ZigBee klastera. Prikazani su algoritmi za ulazak u mrežu i održavanje u istoj. Takođe, predstavljeni su i alati koji su upotrebljeni za razvoj programskog rešenja. Programsko rešenje kontrolera napisano je u C programskom jeziku, a prevedeno pomoću IAR C/C++ prevodioca za 8051 familiju mikrokontrolera.

5.1. Taskovi, događaji i poruke

U OSAL okruženju, task uslovno rečeno predstavlja jednu programsku nit koja izvršava određen skup funkcija. OSAL implementira round-robin algoritam gde task scheduler svakom tasku dodeljuje određeno procesorsko vreme za izvršavanje programa. Korisnik mora definisati najmanje jedan OSAL task u kome će se aplikacija izvršavati. U tabeli 1. prikazan je niz taskova koji se izvršavaju u okviru programske podrške kontrolera za roletne. Poslednja dva taska u tabeli 1 zadužena su za izvršavanje korisničkog programa dok preostali taskovi realizuju funkcionalnosti TI ZigBee steka.

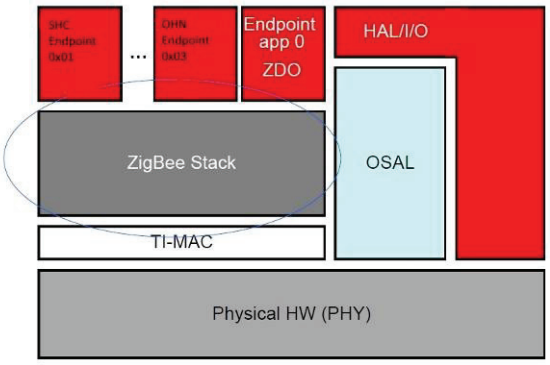
macEventLoop
nwk_event_loop
Hal_ProcessEvent
APS_event_loop
APSF_ProcessEvent
ZDApp_event_loop
ZDNwkMgr_event_loop
zcl_event_loop
SHC_event_loop
OHN_LNS_event_loop

Tabela 1. *Niz OSAL taskova*

5.2. Kontrolne tačke

U aplikativnom sloju ZSTACK-a realizuju se korisnički programi uz podršku ZCL[4] (eng. ZigBee Cluster Library) biblioteke. Pri realizaciji programske podrške koristi se mehanizam kontrolnih tačaka (eng. endpoints) čime je omogućeno međusobno razdvajanje programa koji se izvršavaju na jednom čvoru (uređaju). Ovo praktično znači da se na jednom uređaju može definisati veći broj kontrolnih tačaka (do 240) u okviru kojih se izvršavaju zasebne aplikacije koje ne moraju nužno biti istog ZigBee profila. Ovim je omogućena kontrola različitih tipova uređaja preko jednog čvora u ZigBee mreži. Svim kontrolnim tačkama pridružuje se identifikator u vidu 8-bitnog broja. Kontrolna tačka sa identifikatorom 0 naziva se ZDO kontrolna tačka, razlikuje se od ostalih i ima posebnu ulogu jer obavlja funkcije vezane za održavanje i konfiguraciju uređaja u mreži. ZDO praktično upravlja mrežnim slojem ZSTACK-a, određujući način formiranja, pridruživanja i napuštanja mreže i predstavlja vezu za servise realizovane na nivou mrežnog sloja.

Na slici 9. prikazana je arhitektura programskog rešenja i uloga zstack-a u njoj.



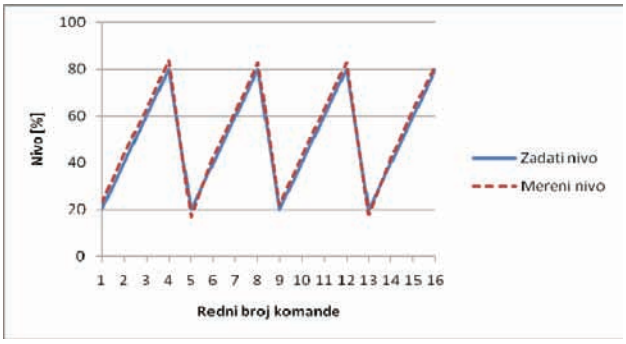
Slika 9. *Arhitektura programskog rešenja*

U okviru programske podrške kontrolera za roletne izuzev kontrolne tačke koja je rezervisana za ZDO modul, definisane su još dve kontrolne tačke za izvršavanje korisničkog programa. SHC kontrolna tačka izvršava naredbe vezane za upravljanje motorom dok je OHN kontrolna tačka zadužena za komunikaciju sa OHM programskom podrškom. Svaka kontrolna tačka definisana na nivou aplikacije, registruje se za određeni task koji je onda zadužen za obradu svih poruka i događaja koji se tiču te kontrolne tačke.

6. ISPITIVANJE I REZULTATI

Nakon fizičke realizacije kontrolera i realizacije programske podrške izvedena su testiranja funkcionalnosti koje su zadate specifikacijom. Precizno pozicioniranje roletne u mnogome zavisi od brzine motora kojim se upravlja. Za upravljanje roletnom u ovom projektu primenjen je motor JET ROLL 20 kompanije Biosco [5] koji je opisan u drugom poglavlju.

Za vreme ispitivanja realizovane programske podrške uočeno je da brzina obrtanja vratila ovog motora nije u potpunosti konstantna i da za vreme rada dolazi do izvesnih varijacija u brzini. Kako se pozicioniranje roletne u potpunosti bazira na pretpostavci da je brzina obrtanja vratila konstantna, pomenute varijacije unose grešku i u pozicioniranje roletne. Zadavanjem niza naredbi za pomeranje roletne tako da se ne dostiže jedan od krajnjih položaja (skroz otvoreno ili skroz zatvoreno) generiše se greška u pozicioniranju. Greška u pozicioniranju koja se unosi na ovakav način vremenom se akumulira ako se roletna ne pozicionira u jedan od krajnjih položaja čime se obavlja postupak dokalibracije.



Slika 10. *Rezultati simulacije*

Na slici 10 prikazani su rezultati testa kojim se inicira pomenuti scenario. Kontroleru se ciklično zadaju naredbe za pomeranje roletne tako da nikada ne stigne u jedan od krajnjih položaja.

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu je projektovana i realizovana programska podrška za bežično upravljanje radom kontrolera za roletne putem ZigBee mreže u sistemu pametne kuće. Realizacija programske podrške za ovaj uređaj zahtevala je usavršavanje i sticanje znanja iz oblasti bežičnih senzorskih mreža sa naglaskom na ZigBee protokol i programiranja mikroprocesorskih sistema. Svi zadaci postavljeni specifikacijom uređaja uspešno su rešeni, ali i pored toga postoji još prostora za unapređenje uređaja, pre svega na polju fizičke realizacije. Kao što je ranije napomenuto, pored ograničenja u dimenzijama, jedan od zahteva pri projektovanju je bio da cena gotovog uređaja bude što niža kako bi uređaj bio konkurentniji na tržištu. Prema tome, prilikom odabira komponenata vodilo se računa da se ugrade samo neophodne komponente koje bi omogućile postizanje svih zadatih funkcionalnosti. Unapređenje naredne verzije uređaja ogleda se u dodavanju dodatne komponente za detekciju prolaska mrežnog signala kroz nulu koje bi se koristilo sa ciljem da se uključivanje i isključivanje releja ostvari u što pogodnijem trenutku.

8. LITERATURA

[1] *OBLO*, official site, http://www.oblo.rs/sr/o-nama/oblo (24.2.2015.)

[2] *Switcher Power Supply*, Power Integrations, http://www.es.co.th/Schemetic/PDF/lnk304306.pdf (24.2.2015.)

[3] *OSAL*, Operating System Abstraction Layer, http://opensource.gsfc.nasa.gov/projects/osal/(15.3.2015)

[4] ZCL, ZigBee Cluster Library http://people.ece.cornell.edu/land/courses/ece4760/FinalProjects/s2011/kjb79_ajm232/pmeter/ZigBee%20Cluster%20Library.pdf (10.3.2015)

[5] *Tubular motor JET-ROLL 20*, Biosco http://biosco.com/component/jshopping/product/view/22/84.html (23.3.2015)

Kratka biografija:

Miloš Grčić rođen je u Bečeju 1985. godine. Osnovne strukovne studije iz oblasti Elektrotehnike završio je 2008. godine u Subotici. Fakultet Tehničkih Nauka upisuje 2009. godine. BSc diplomu stekao je 2013. godine, a diplomski-master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Napredni mikroprocesorski sistemi odbranio je 2015. godine.

Eksperimentalna procena greške u radu jednog rešenja geolokacionog servisa za praćenje stanja u saobraćaju

Dragan Pošarac, Dragan Samardžija, Slavko Radonić, Saša Kartalija

***Apstrakt*—U ovom radu opisane su neke od metoda za eksperimentalnu procenu greške u radu geolokacionih servisa. Predmet ispitivanja je jedno rešenje servisa za praćenje stanja u saobraćaju zasnovano na GPS-u, a bazira se na sistemu komunikacije između: korisnika prenosivih uređaja, servera i krajnjih korisnika servisa. Komunikacija između njih obavlja se putem mobilne bežične mreže, a zasnovana je na TCP/IP protokolu. Pod greškom sistema podrazumeva se svako odstupanje lokacije korisnika ili prijavljenog događaja od predviđenog, a zadatak ovog rada je da tu grešku eksperimentalnim putem odredi i prikaže.**

***Ključne reči*—prenosivi uređaji; server; mobilne mreže; geolokacioni servisi; GPS; TCP/IP protokol;**

I. Uvod

Razvojem i sve širom primenom prenosivih uređaja, povećava se potražnja za servisima koji su usredsređeni na iskorišćenje njihovih brojnih mogućnosti. Omogućen je lakši pristup Internetu, a samim tim i sve raspoložive informacije. Kao jedan od zastupljenijih primera ovakvih servisa su geolokacioni servisi (eng. Location-based service ili LBS), odnosno servisi zasnovani na položaju korisnika [1][2]. Ovi servisi spadaju u informacione servise kojima se može pristupiti putem mobilne mreže preko prenosivih uređaja i koriste lokaciju tih uređaja. Takođe, mogu se definisati kao bežični IP servisi koji putem aplikacija koriste geografske koordinate u službi korisnika prenosivog uređaja. Spadaju u komercijalne servise, sa funkcijom dvosmerne komunikacije, tj. na korisnički zahtev i njegovu trenutnu lokaciju, server pruža odgovarajuću informaciju.

Na pitanja: "Gde se nalazim? Šta se nalazi u mojoj neposrednoj blizini? Kako da stignem do ...? Gde mi se nalaze prijatelji? " i razna druga, geolokacioni servisi pružaju odgovor. Shodno tome, našli su široku upotrebu u zdravstvu, vazduhoplovstvu, kopnenom saobraćaju, nautici, navigaciji, medijima, društvenim mrežama itd [2][3]. Postojanje i funkcionisanje geolokacionih uređaja omogućuje činjenica da gotovo svi današnji "pametni" telefoni i slični prenosivi uređaji imaju GPS prijemnik, a popularnost ovih servisa može se pripisati pružanju izuzetno specifičnih informacija usko vezanih za korisnika pri čemu štede veliku količinu vremena. Poslednjih godina niz geolokacionih servisa zasnovanih na GPS tehnologiji namenjenih praćenju stanja u saobraćaju okupiraju pažnju javnosti i u stalnoj su ekspanziji. Neki od primera takvih rešenja dati su u [4-6].

U ovom radu smo koristili sistem i servis koji je razvijen na Katedri za računarsku tehniku i računarske komunikacije Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Detalje arhitekture i implementacije ovog sistema smo originalno opisali u [7]. Servis je prvenstveno namenjen učesnicima u saobraćaju, praćenju stanja u saobraćaju i putnoj infrastrukturi sa akcentom na sigurnost vozača. U odnosu na ranije predložene servise, u našem slučaju implementiran je širok skup funkcija:

- automatska prijava trenutne lokacije korisnika
- automatsko detektovanje neravnina na kolovozu
- praćenje policijskih patrola u vidu obaveštenja kroz pozadinski alarm
- dojava o saobraćajnoj nesreći na putu
- dojava o postavljenoj kameri koja prati prolazak kroz crveno svetlo na semaforu
- dojava o uređaju koji prati brzinu kretanja vozila
- praćenje zagušenja na pojedinim saobraćajnicama
- opasnost na putu
- opasnost pored puta
- dojava o lošim vremenskim uslovima na putu

Zahvaljujući grafičkom prikazu, korisniku je dodatno omogućeno da efikasno planira svoju putanju [7].

Kao i sve, tako i ovi sistemi imaju svoje nedostatke. Da bi se izmerila greška potrebno je eksperimentalno testirati dati sistem u celini.

Procena tačnosti GPS sistema je objavljena u ranijim radovima, gde se uglavnom koriste namenski (specijalizovani) GPS prijemnici. Originalnost našega rada se vezuje za merenje performansi integrisanog sistema zasnovanog na potrošačkoj elektronici (današnji "pametni" telefoni) i komercijalnim mobilnim i fiksnim mrežama. Još jedna novina koju ovaj rad uvodi jeste procena greške geolokacionih servisa na području naše zemlje.

U poglavlju II dat je opis našeg sistema koji smo testirali. U

Ovaj rad je delimično finansiran od strane Ministarstva za nauku i tehnologiju Republike Srbije, na projektu tehnološkog razvoja TR-36029.

Dragan Pošarac - Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: posarac@gmail.com)

Dragan Samardžija - Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: Dragan.Samardzija@rt-rk.uns.ac.com)

Slavko Radonić – Istraživačko-razvojni institut RT-RK, Narodnog Fronta 23a, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: Slavko.Radonic@rt-rk.com)

Saša Kartalija – Istraživačko-razvojni institut RT-RK, Narodnog Fronta 23a, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: Sasa.Kartalija@rt-rk.com)

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Dragana Pošarca. Mentor je bio dr Dragan Samardžija.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Zlatibor, juni 2013.

poglavlju III opisani su načini kvantitativnog merenja greške sa propratnim matematičkim izrazima. U poglavlju IV opisali smo vršeni eksperiment i prikazali rezultate merenja. U poglavlju V izneli smo zaključak.

II. Opis testiranog servisa

Referenca [7] pokazuje da se testirani sistem sastoji iz tri podsistema prikazanih na Sl. 1. Komunikacija između korisnika prenosivog uređaja, servera i krajnjeg korisnika odvija se putem Interneta i mobilne mreže koristeći TCP/IP protokol.

- Zadatak aplikacije prenosivog uređaja je automatsko i manualno pribavljanje bitnih sistemskih podataka (npr. neravnine na putu, dojava o saobraćajnoj nesreći, zagušenje na saobraćajnici, vremenski uslovi na putu ...) sa što većim stepenom iskorišćenja datog uređaja u cilju neometanog rada samog korisnika (očito iz bezbednosnih razloga). U prilog tome ide i da je prenosivi uređaj takođe i korisnik prikupljenih podataka.
- Zadatak servera realizovan je kroz obradu (npr. računanje udaljenosti korisnika od policijske patrole) i skladištenje podataka pristiglih od klijenata, obaveštavanje klijenata o bitnim informacijama koje se nalaze u sistemu (npr. opasnost na putu) i olakšan grafički prikaz podataka (koristeći neki od servisa npr. *GoogleMaps* [8]).

Sl. 1. Struktura testiranog sistema.

- Krajnji korisnik, iz čisto informativne prirode, ima uvid u celokupno stanje sistema.

Ograničenje u komunikaciji između korisnika prenosivih uređaja i servera ogleda se u pregledu informacija celokupnog sistema dostupno samo za krajnje korisnike. Oba korisnika komuniciraju direktno sa serverom. Server skladišti prikupljene podatke u dve grupe: podaci o događajima i podaci o korisniku. Podaci o događajima sadrže informacije neophodne serveru za stvaranje slike stanja sistema, odnosno da izvesti korisnika o tačkama od interesa i stvori prikaz na mapi. Dobijene informacije se dodaju postojećim informacijama u sistemu a događaji koji su na maloj udaljenosti spajaju u jedan (npr. ako dva korisnika prijave policiju, a nalaze se u neposrednoj blizini). Podatke o korisniku čine identifikacioni parametar korisnika i njegova trenutna lokacija, koja se periodično ažurira. Prilikom svakog ažuriranja server računa udaljenost korisnika od prijavljenih događaja i ako je potrebno, obaveštava datog korisnika.

Podaci o događajima kategorisani su od strane servera u dva pod-tipa: prijava novih događaja i prijava već postojećih događaja koji se smatraju ispravnim. Da bi se događaj smatrao ispravnim potrebno je da više korisnika prijavi isti događaj na određenoj lokaciji. Ova podela je uvedena zbog mogućnosti slučajne (pogrešne) prijave nekog događaja ili u cilju sprečavanja dezinformacija zlonamernih korisnika, ne bi li se očuvala tačnost sistema.

Generisanje poruka i njihov tok čine poruke poslate od strane korisnika i odgovarajućeg odziva od strane servera. Prvi korak, nakon puštanja servisa u rad, sastoji se u iniciranju komunikacije sa serverom od strane korisnika i slanju prikupljenih podataka. Po prijemu poruke, server proverava ispravnost njenog formata i tip, nakon čega ih interpretira na jedan od dva moguća načina:

- Poruke ispravnog formata koje sadrže informacije o događaju se parsiraju (raščlanjuju) i sadržaj im se pripaja postojećim podacima u vidu proširenja ili u vidu ažuriranja.
- Poruke ispravnog formata koje sadrže informacije o korisniku dodaju, uklanjaju ili ažuriraju njegov položaj. Takođe se proverava korisnikova udaljenost od značajnih događaja i ukoliko je potrebno korisnik se o njima obaveštava.

Ukoliko je pristigla poruka neispravnog formata, server kreira odgovor u vidu obaveštenja o grešci koja je nastala.

III. Metodologija merenja greške

U cilju provere ispravnosti i tačnosti uslužnih servisa i njihove primene u svakodnevnom životu, potrebno je testirati razvijane servise i izmeriti grešku koju prave u svom radu. Shodno veličini greške i tačnosti podataka koje pružaju dati servisi, zavisi i njihova upotreba. Kod geolokacionih servisa koji koriste GPS, različit stepen preciznosti je potreban u zavisnosti od usluga koje pružaju, a kao bitne karakteristike se mogu navesti: obilje usluga koje pružaju, količina informacija, preciznost geografskih koordinata, vreme odziva itd.

Za procenu greške našeg servisa, koristili smo dva odvojena slučaja:

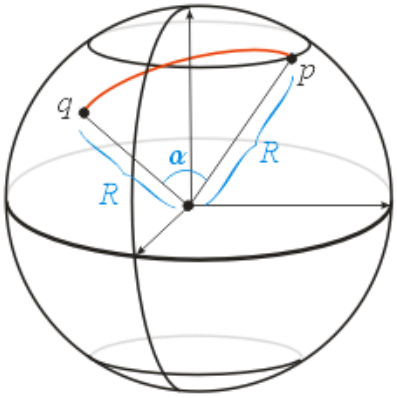
- Prikupljanje podataka u stanju mirovanja
- Prikupljanje podataka u pokretu

A. *Prikupljanje podataka u stanju mirovanja*

Prikupljanje podataka u stanju mirovanja ogleda se u slanju poruka sa prenosivog uređaja sa unapred određene lokacije. U cilju što preciznije procene potrebno je sa što više lokacija uzeti što više uzoraka. Lokacije trebaju biti raznolike, tj. potrebno je izabrati kako urbana tako i manje urbana mesta, sa visokim zgradama i otvorenim prostorom, ne bi li se stvorila prava slika rada sistema.

Ako se lokacija sa poznatim koordinatama sa koje se šalju poruke uzme kao referentna tačka, a koordinate dostavljene serveru kao druga, onda će udaljenost između tih tačaka predstavljati odstupanje sistema za dati uzorak.

Sa Sl. 2. možemo uočiti da posmatrajući Zemlju kao sferu, udaljenost između dve tačke predstavlja krivu, te stoga ne možemo koristiti standardne jednačine Dekartovog sistema.



Sl. 2. Rastojanje dve tačke na površini sfere.

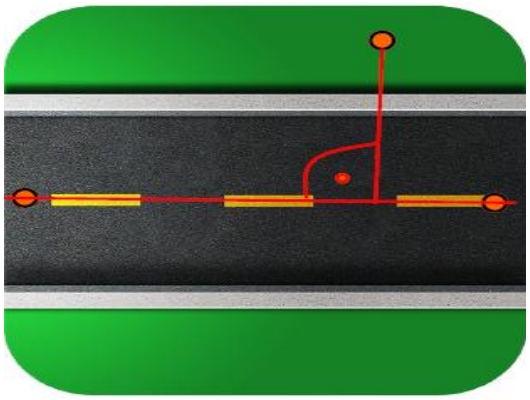
Kako se tačke na površini Zemlje predstavljaju parom ugaonih koordinata (φ,λ) izraženih u stepenima, dužina krive koja predstavlja udaljenost između dve tačke, tj. najkraće rastojanje na Zemljinoj površini, može se predstaviti proizvodom ugla koje one zaklapaju sa centrom Zemlje i poluprečnika Zemlje *R* [9]:

$$d = \arccos\begin{pmatrix} \sin\varphi_1 \times \sin\varphi_2 + \\ \cos\varphi_1 \times \cos\varphi_2 \times \cos(\lambda_2 - \lambda_1) \end{pmatrix} \times R \quad (1)$$

B. Prikupljanje podataka u pokretu

Prikupljanje podataka u pokretu ogleda se u putnim trasama u urbanim delovima grada, gde je gust saobraćaj kako bi se približnije dočaralo realno okruženje u što težim uslovima – gužve u saobraćaju, čekanje na semaforima, uticaj visokih zgrada na preciznost podataka itd.

Računanje greške se u ovom slučaju svodi na računanje najmanje udaljenosti geografskih koordinata poslatih serveru od sredine puta kojim se krećemo. Na Sl. 3. prikazana je kriva koja predstavlja sredinu puta, a sadrži dve manualno izabrane tačke. Podrazumeva se da prilikom odabira ovih tačaka preciznost nije apsolutna, ali je greška zanemarljivo mala. Sa porastom broja tačaka na putu, raste i broj krivih koje se kroz njih povlače čime uvećavamo preciznost merenja greške.



Sl. 3. Udaljenost merne tačke od sredine puta.

Bitna napomena je da se radi o krivama zbog zakrivljenosti Zemlje, a tačka na krivoj koja je najbliža mernoj tački predstavlja presek dve krive pod pravim uglom. Jednačina koja daje najkraće rastojanje date tačke od krive definisane početnom i krajnjom tačkom je [10]:

$$d = \arcsin(\sin(d_{13} \div R) \times \sin(\theta_{13} - \theta_{12})) \times R, \quad (2)$$

gde je

d_{13} - rastojanje merne tačke od početne tačke krive

θ_{13} - azimut merne tačke i početne tačke krive

θ_{12} - azimut početne i krajnje tačke krive

R - poluprečnik Zemlje

Na primer, jednačina kojom se računa azimut:

$$\theta_{12} = a\tan 2\begin{pmatrix} \sin(\lambda_2 - \lambda_1) \times \cos\varphi_2, \\ \cos\varphi_1 \times \sin\varphi_2 - \sin\varphi_1 \times \\ \cos\varphi_2 \times \cos(\lambda_2 - \lambda_1) \end{pmatrix} \quad (3)$$

IV. Opis eksperimenta i rezultati merenja

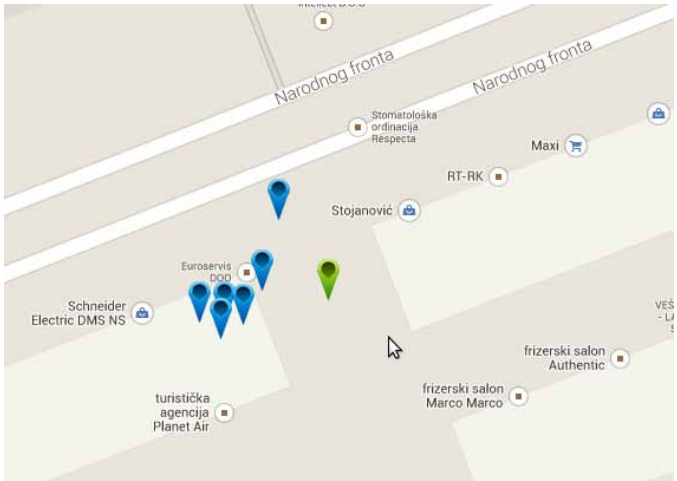
Za testiranje datog sistema kao korisnički prenosivi uređaj koristili smo široko dostupni komercijalni uređaj. Reč je o mobilnom telefonu LG-P500 sa Android 2.2.2 OS. Zadatak servera obavio je standardni računar sa pristupom Internetu. Poruke ka serveru slate su kroz MTS 3G mrežu putem standardnog TCP/IP protokola. Merenja su vršena u Novom Sadu na dva različita načina.

A. Prikupljanje podataka u stanju mirovanja

Odabrano je dvadeset i šest lokacija sa kojih je uzeto po šest uzoraka, tj. poslato je šest poruka serveru sa svake lokacije ponaosob. Lokacije izabrane zbog svoje raznolikosti nalaze se u različitim delovima grada, pri čemu su neke bile na otvorenom prostoru, a druge zaklonjene zgradama različitih visina. Treba napomenuti da je kod prikupljanja podataka u stanju mirovanja isključeno automatsko prijavljivanje lokacije serveru. Manualnim slanjem poruka u

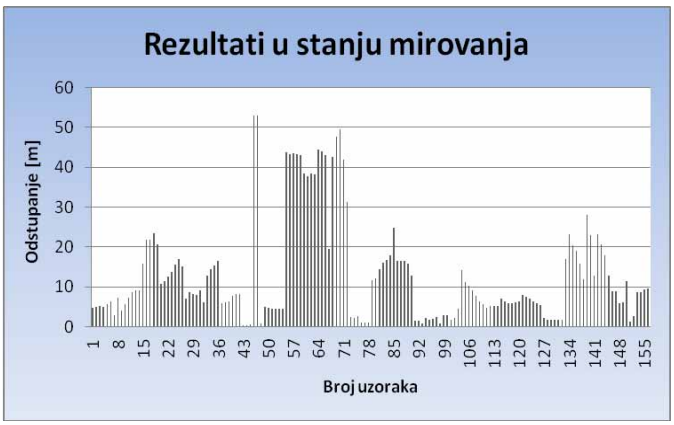
intervalu od po 10 sekundi dali smo vremena sistemu da se stabilizuje radi boljeg očitavanje GPS signala i vrednosti.

Na Sl. 4. prikazan je slučaj merenja na lokaciji sa visokim zgradama u okruženju i gustim saobraćajem (novosadsko naselje Liman 3, poslovni blok zgrada). Lokacija sa koje su prikupljani podaci obeležena je zelenom bojom, dok je šest očitavanja te lokacije prikazano plavom.



Sl. 4. Prikaz jedne merne lokacije sa dobijenim rezultatima.

Dobijene vrednosti obrađene (1), za različite lokacije dale su veoma različite rezultate što je ilustrovano na Sl. 5.



Sl. 5. Rezultati odstupanja za podatke prikupljene u stanju mirovanja.

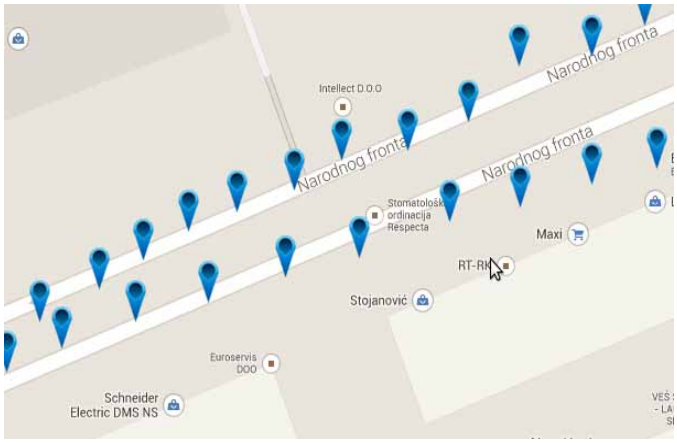
Na osnovu rezultata uočavamo da je u okruženju visokih zgrada odstupanje od zadate lokacije i do pedeset metara (ispred zgrade Dnevnika na bulevaru Oslobodjenja u Novom Sadu), dok je na otvorenim površinama do dva metra (na fudbalskom terenu u okolini Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad). Tabelom I prikazan je odnos veličine greške i procenat uzoraka koji potpadaju pod taj opseg za svih 156 uzoraka prikupljenih u stanju mirovanja.

TABELA I
ODNOS VELIČINE GREŠKE I BROJA UZORAKA PRIKUPLJENIH PODATAKA U STANJU MIROVANJA

Opseg greške	Uzoraka
$x < 5$m	26.92%
5m $\leq x < 10$m	31.41%
10m $\leq x < 20$m	22.44%
20m $\leq x < 30$m	7.05%
30m $\leq x < 40$m	3.21%
40m $\leq x < 50$m	7.69%
$x \geq 50$m	1.28%

B. *Prikupljanje podataka u pokretu*

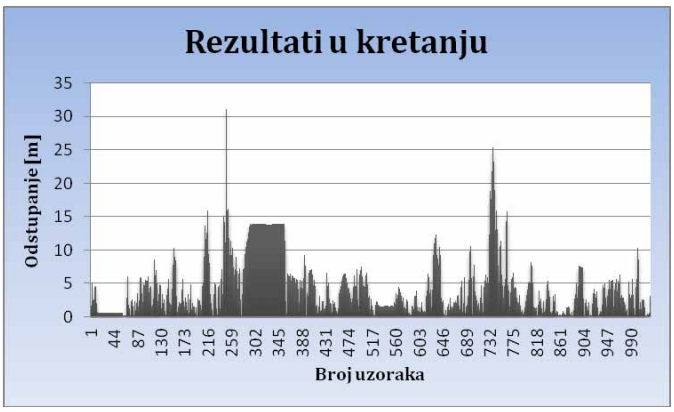
Prikupljanje podataka u pokretu izvedeno je vožnjom po unapred određenim trasama pri brzini koja odgovara gradskom saobraćaju. Trase su birane da budu u urbanim delovima grada, gde je gust saobraćaj uz to imajući na umu da se pokriju oblasti gde je vršeno prikupljanje podataka u stanju mirovanja. Ovo je urađeno sa namerom da se prikažu razlike u radu GPS-a koristeći ova dva pristupa. Ovaj slučaj predstavljen je na Sl. 6.



Sl.6. Prikaz jednog dela puta prilikom prikupljanja podataka u pokretu.

Greška u očitavanju koordinata meri se u odstupanju prikazane lokacije u odnosu na sredinu puta. Računanje odstupanja vršeno je (1), (2) i (3).

Dobijeni rezultati prikazani su na Sl. 7., a odstupanja preko deset metara izazvana su prolaskom i zastojem u blizini visokih zgrada što je dovodilo i do gubitka GPS signala (ispred tržnog centra NORK u strogom centru Novog Sada).



Sl. 7. Rezultati odstupanja za podatke prikupljene u pokretu.

Tabelom II prikazan je odnos veličine greške i procenat uzoraka koji potpadaju pod taj opseg za svih 1026 uzoraka prikupljenih u pokretu.

TABELA II
ODNOS VELIČINE GREŠKE I BROJA UZORAKA PRIKUPLJENIH PODATAKA U POKRETU

Opseg greške	Uzoraka
$x < 5$m	70.67%
5m $\leq x < 10$m	17.74%
10m $\leq x < 20$m	11.11%
20m $\leq x < 30$m	0.39%
$x \geq 30$m	0.09%

V. ZAKLJUČAK

U ovom radu merene su performanse integrisanog sistema, zasnovanog na potrošačkoj elektronici (današnji "pametni" telefoni) i komercijalnim mobilnim i fiksnim mrežama. Utvrdili smo da je ometanje u radu, kao i gubitak GPS signala kod ovakvih servisa uzrokovano:

- greškom u emitovanju lokacije satelita
- greškom satelitskog časovnika
- kašnjenjem signala pod uticajem elektrona u jonosferi
- kašnjenjem signala pod uticajem temperature, atmosferskog pritiska i vlažnosti vazduha u troposferi
- refleksijom signala (ovo je čest uzrok greške kod prijemnika u stanju mirovanja, tj. statičkih prijemnika)
- kvalitetom GPS prijemnika.

Refleksija signala predstavlja i najčešći uzrok greške a ujedno doprinosi i njenoj najvećoj vrednosti [11]. To se pokazalo i na našem sistemu gde smo imali dva tipa merenja: u stanju mirovanja i u pokretu. Preciznije očitavanje koordinata od strane GPS-a uočeno je kod prikupljanja podataka u pokretu. Uticaj visokih zgrada pokazao je povećane vrednosti greške u odnosu na otvorenije sredine, a kao što smo i videli može uzrokovati i gubitak GPS signala. Vrednosti dobijene eksperimentalnom procnom greške spadaju u prihvatljive za planirane aplikacije praćenja stanja u saobraćaju. Dalja analiza ovog integrisanog geolokacionog servisa kroz informacije o putu (automatsko detektovanje neravnina, praćenje policijskih patrola, dojava o kamerama ...) je predmet našeg budućeg rada.

LITERATURA

[1] A. Deuker, *D11.2: Mobility and LBS*, JWG, Germany, 03 July 2008.
[2] S. Steiniger, M. Neun, A. Edwardes, *Foundations of Location Based Services*, University of Zurich, Switzerland
[3] Dr.G.M.Someswar, T. P. S. C. Rao, D. R. Chigorukota, *Global Navigation Satellite Systems and Their Applications*, International Journal of Software and Web Sciences (IJSWS 12-326), February 2013.
[4] M. Rahmani, *Requirements and potential of GPS-based floating car data for traffic management: Stockholm case study*, Intelligent Transportation Systems, 13th International IEEE Conference on, On page(s): 730-735, 19-22 September 2010.
[5] G. Leduc, *Road Traffic Data: Collection Methods and Applications*, Institute for Prospective Technological Studies, European Commission, 2008.
[6] H. Bargera. *Evaluation of a cellular phone-based system for measurements of traffic speeds and travel times: A case study from Israel*, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, vol. 15, pp. 380-391, 2007.
[7] S. Radonić, S. Kartalija, D. Samardžija, "One solution of a Location Based Service for Vehicle Interlinking",20th Telecommunications forum TELFOR, Belgrade, Serbia, November 20-22, 2012.
[8] https://developers.google.com/maps/
[9] K. Gade, *A Non-singular Horizontal Position Representation*, The Journal of Navigation, 2010, 63, 395-417.
[10] E. Williams, *Aviation Formulary V1.46*, 24 April 2011.
[11] B. W. Parkinson, J. J. Spilker Jr., P. Axelrad, P. Enge, *Global Positioning System: Theory and Applications Volume II*, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc. 370 L'Enfant Promenade, SW, Washington, DC 20024-2518.

ABSTRACT

In this paper we describe experimental location error evaluation for a location-based service for traffic monitoring. The system applies commercially available user terminals and TCP/IP communication protocol over 3G cellular networks. We describe evaluation methods and provide details on the experimental measurement campaign.

Experimental Error Evaluation of a Location-based Service for Traffic Monitoring

Dragan Pošarac, Dragan Samardžija, Slavko Radonić, Saša Kartalija

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 004.451.9ANDROID

KONTEKSTNA PRETRAGA UPOTREBOM GOOGLE API-JA

CONTEXT SEARCH USING GOOGLE API

Nikola Bunić, Milan Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj: *U radu je data specifikacija i realizacija Android aplikacije za kontekstnu pretragu upotrebom Google API-ja. Kontekstna pretraga se zasniva na Google-ovim servisima, kao i na obradi rezultata koji se dobijaju na web stranicama Google-ovog sajta. Prikazano rješenje će biti implementirano u Java programskom jeziku uz korišćenje Eclipse razvojnog okruženja. Specifikacija sistema je predstavljena upotrebom UML dijagrama.*

Abstract: *This work presents specification and implementation of an Android application for context search using Google API. Context search is based on Google web services and processed results gets from Google web site. This solution will be implemented using Java programming language using Eclipse IDE. Specification of system will be represented by UML diagram.*

Ključne reči: *Android, Google, Custom Search Engine, Service, JSON, HTML, DOM.*

1. UVOD

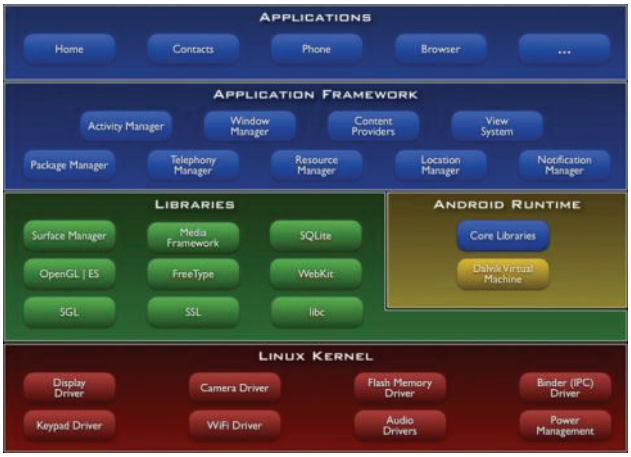
U ovom radu je opisana *Android* aplikacija koja za određene ulazne parametre prikazuje rezultate pretrage *Google* servisa.

U radu je korišćen *Google*-ov CSE [3] (Custom Search Engine) sistem, koji je proširen podsistemom za parsiranje rezultata pretrage koji se dobijaju u klasičnim web pretraživačima.

2. ANDROID OS

Android OS [2] je softver otvorenog koda zasnovan na *Linux* jezgru, trenutno razvijan od *Google*-a. Prvenstveno je razvijan za mobilne telefone sa ekranom osjetljivim na dodir, a sada je platforma za embeded uređaje kao što su pametni telefoni, tablet računari, AndroidTV/GoogleTV, TV idr. Dostupan je pod *Apache* licencom i dopušta slobodnu izmjenu i distribuciju softvera.

Arhitektura *Android* operativnog sistema se sastoji iz više slojeva (Slika 1.) gdje svaki sloj predstavlja grupu programskih komponenti. Svi slojevi zajedno predstavljaju operativni sistem i aplikacije od značaja. Svaki sloj u aplikaciji obezbjeđuje različite servise za sloj iznad.



Slika 1. *Arhitektura Android operativnog sistema*

Korisnički interfejs *Android*-a je zasnovan na direktnoj manipulaciji objektima na ekranu, korišćenjem ulaza u vidu dodira koji odgovaraju pokretima u realnom svijetu.

Aplikacije za android su primarno razvijane u *Java* programskom jeziku, a kao razvojno okruženje najpopularnije je *Eclipse* sa *Android Development Toolkit* (ADT) plugin-om [1]. Aplikacije se izvršavaju u *Java* VM (*Dalvik*).

Linux kernel je osnovni sloj, prilagođen od strane *Google*-a za odgovarajuće hardvere, nad kojim je izgrađen *Android* OS. Ovaj sloj je u interakciji sa hardverom i sadrži sve osnovne drajvere za hardver. Koristi se standardni *Linux kernel* sa dodatnim drajverima: Binder, Ashmem, Power Managment, Logger, Alarm, Low Memory Killer, Kernel Debugger.

Libraries je sloj gdje se nalaze nativne biblioteke, koje omogućavaju uređaju da radi sa različitim tipovima podataka. Ove biblioteke su specifične za određene hardvere, a imamo: bionic libc, uslužne biblioteke (WebKit, MediaFramework, SQLite, OpenGL), nativni serveri (Surface Manager, Audio Manager), Hardware Abstraction Libraries (interface koji drajveri implementiraju: Graphics, Camera, Bluetoot, GPS, Radio, WiFi idr.)

Android runtime se sastoji od *Dalvik* virtualne mašine i standardnih *Java* biblioteka.

Dalvik VM je tip JVM koja se koristi u *Android* uređajima za pokretanje aplikacija koje su optimizovane za okruženja male memorijske i male procesne moći.

Application framework je sloj gdje aplikacije ostvaruju međusobnu komunikaciju i povezuju aplikacije sa nativnim slojem. Takvi programi vode računa o osnovnim funkcijama uređaja. Neki od segmenata ovog *framework*-a su: Activity Manager, Content Providers, Telephony Manager, Location Manager, Resource Manager idr.

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

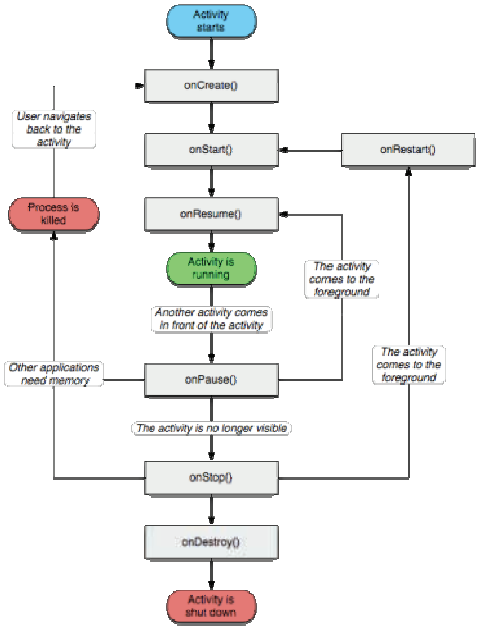
Applications je najviši sloj u *Android* arhitekturi i ovdje se nalaze aplikacije koje uglavnom koristi krajnji korisnik. Neke od aplikacija koje dolaze sistemski instalirane na uređaju: SMS Client, Dialer, Web Browser, Contact Manager idr.

Android aplikacije su pisane u Java programskom jeziku. Složenije procesiranje se delegira nativnom sloju preko JNI (Java Native Invocation) poziva.

Jedna aplikacija može imati više prozora, ali se svaki prikazuje preko cijelog ekrana, a aktivnost jedne aplikacije mogu da koriste druge aplikacije, npr. kamera, kontakti idr.

Vrste Android aplikacija:

- ***Activity*** – grafički element koji najčešće odgovara jednom ekranu (npr. lista e. pošte, slanje e. pošte, čitanje e. pošte)
- ***Service*** – uslužni procesi koji rade u pozadini (npr. reprodukcija muzike dok korisnik koristi drugu aplikaciju)
- ***ContentProvider*** – elementi koji omogućavaju dijljenje podataka u sistemu (čuvanje podataka u fajl sistemu, bazi podataka isl.)
- ***BroadcastReceiver*** – element koji prihvata sistemske broadcast poruke (battery low, message recived)



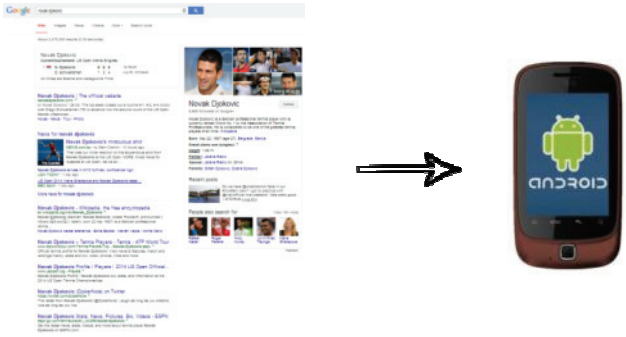
Slika 2. *Životni ciklus aktivnosti*

Android komponente su osnovni blokovi za izdradu android aplikacije. Koriste se u konstrukciji prethodno navedenih entiteta, njihove logike i veze između njih. Neke od Android komponenata su:

- *Fragments* – predstavlja ponašanje ili dio korisničkog interfejsa u aktivnosti
- *Views* – UI elementi koji su iscrtani na ekranu (dugmad, liste idr.)
- *Layouts* – hijerarhija pogleda koji kontrolišu format ekrana i pojavljivanja pogleda
- *Intents* – poruke zajedno povezanih komponenti
- *Resources* – spoljni elementi (stringovi, konstante, slike)
- *Manifest* – konfiguracioni fajl aplikacije

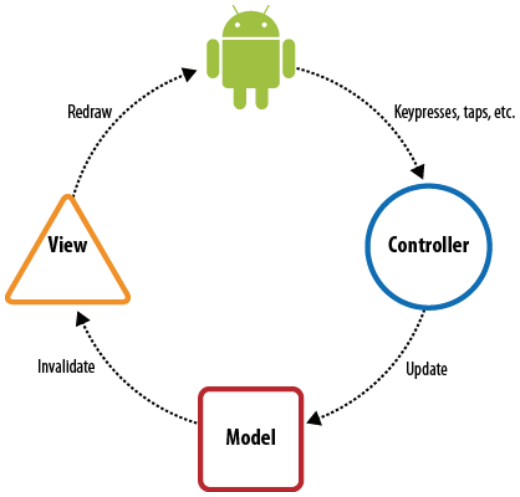
3. KONTEKSTNA PRETRAGA

Kako je aplikacija razvijana u dva koraka tako imamo i dva modula aplikacije. Prvi modul koji je razvijan predstavlja funkcionalnu logiku sistema, a bazira se na internet pretrazi i parsiranju dobijenih HTML [6] i JSON odgovora [5] dobijenih pomoću Google servisa i HTTP zahtjeva.



Slika 3. *Rezultati pretrage Google servisa*

Drugi modul se oslanja na prvi modul razvoja i predstavlja vizualizaciju dobijenih rezultata pretrage prilagođenu za android platforme. Posmatrajući strukturu aplikacije iz aspekta MVC šablona [1] (Slika 4), prvi modul predstavlja kontroler (C) i model (M), dok je drugi modul aplikacije prezentacini sloj (V).



Slika 4. *Android MVC model*

Za nesmetan rad aplikacije potrebno je da je verzija Android OS minimalno 4.1 ili 4.1.1 (*JellyBean*) i da aplikacija ima prava pristupa (android.premission) mreži, internetu i upisu na disk (*INTERNET*, *ACCESS_NETWORK_STATE*, *WRITE_EXTERNAL_STORAGE*) [4].

Pokretanjem aplikacije prikazuje prozor (**Error! Reference source not found.**) na kojem se u tekstualno polje unose ključne riječi pretrage i pokretanjem akcije pretrage, pritiskom na dugme *GO*, prikazuje se prozor sa rezultatima pretrage. Prozor se sastoji iz tri *tab*-a (Slika 5) koji su prikazani u vrhu *view*-a i prostora za prikaz dobijenih podataka. Pokretanje pretrage podataka se izvršava prilikom odabira *tab*-a.

Tabovi prezentuju određene tipove podataka koji postoje za zadate ključne riječi pretrage.

Slika 5. *Prikaz CSE rezultata pretrage*

Custom Search Engine (CSE) [3] je Google-ov web servis, gdje se za određene ulazne parametre kao odgovor dobija JSON objekat [5]. Pomoću ove metode dobija se prvih 10 rezultata pretrage Google-a. Za pribavljanje većeg broja rezultata potrebno je izvršiti upit više puta sa dodatnim parametrima upita. Za prijavljivanje na ovaj servis potrebno je obezbjediti Google *Api Key* i CSE ID.
Slijedi primjer upita za poziv servisa sa parametrima:

https://www.googleapis.com/customsearch/v1?key=API_KEY&cx=CSE_ID&q=KEY_WORDS

- **key** – Api Key koji se kreira za korišćenje Google servisa, a koji identifikuje aplikaciju i dozvoljava aplikaciji konzumaciju servisa
- **cx** – CSE ID kreira se za pretragu određenih internet stranica, čiji se rezultati pretrage naglase, a ostalo su standarni Google rezultati pretrage
- **q –** ključne riječi upita za pretragu, ukoliko ih je više razdvojene su znakom "+", npr. tenis+ana+ivanovic

Simulacija web pretraživača je metoda gdje se kreira HTTP zahtjev koji je identičan upitu internet pretraživača i poziva se *Google* servis za pretragu. Rezultati dobijeni ovom metodom su DOM objekti. Primjer GET upita kojim se aplikacija obraća za dobijanje podataka:

https://www.google.com/search?q=KEY_WORDS&hl=en

- KEY_WORDS - pojmovi za pretragu razdvojeni "+" simbolom
- hl - specifikuje jezik koji se koristi, pošto su dodatni rezultati dostupni samo za engleski jezik koristimo *en*

Za dobijanje prezentacionih podataka kreirane su metode koje procesiraju JSON i DOM objekte u zavisnosti od tipa podataka koji prezentuju:

- parseLiveBlock(Document doc) : *Live*
- parseSummaryBlock(Document doc) : *Summary*
- parseCustomSearch(String jsonRaw) : *List<SearchResult>*

Prve dvije metode parsiraju DOM objekte i pronalaze potrebne elemente na osnovu pozicije u HTML strukturi. Pozicije su određene na osnovu naziva *tag*-ova kao i njihovih atributa HTML strukture.
Druga metoda se zasniva na pretrazi JSON (*JavaScript Object Notation*) strukture objekta. JSON je tekstualno baziran otvoreni standard dizajniran za razmjenu podataka razumljivu ljudima.
Podaci koji se dobijaju kao rezultati pretrage internet pretraživača su:

1. Live Block
2. Summary Block
3. SearchResult

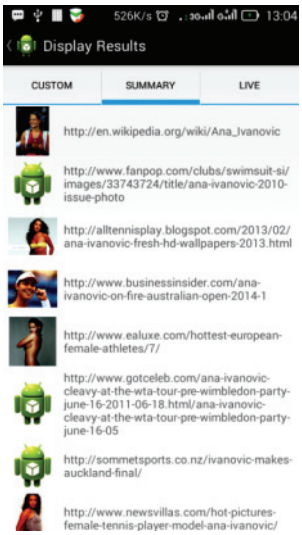
Slika 6. *Podaci koji se prikazuju u Android aplikaciji*

Podaci koji se dobijaju parsiranjem i kojima su prilagođene Android view komponente za prezentaciju su:

- ***SearchResult*** - podaci koji se dobijaju iz JSON objekta [5] koji predstavljaju prvih 10 rezultata pretrage dobijenih od *Google* CSE servisa. Za njihovu prezentaciju koristi se android komponenta list koja se prikazuje u prvom *tab*-u. Svaki od elemenata liste je složena komponenta i sastoji se od naslova, internet adrese i opisa (Slika 5). Akcijom klika se, za odabrani element, otvara internet stranica u standardnom inernet pretraživaču ili se prikaže meni za odabir aplikacije za prezentaciju inernet sadržaja.

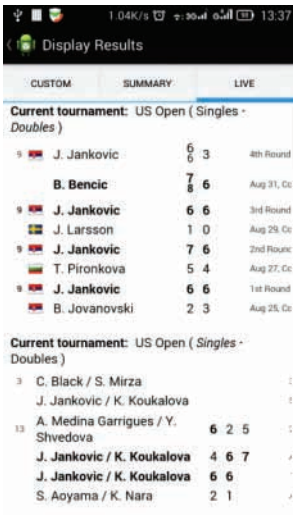
- ***Summary*** - podaci koji se dobijaju na osnovu pozicije elemenata u DOM objektu [6] i koji daju najkraći opis o pretraživanom pojmu. Dostupan je za pojmove za koje je Google servis napravio podršku, a to su uglavnom filmovi, sportisti, glumci, sportski klubovi isl., pojmovi koji su popularni. Ovdje se koristi kompleksna struktura *view*-a za prikaz, a komponente koje su korištene su *ScrollView*, *TableLayout*, *TextView*, *ImageView* koje se

međusobno kombinuju za dobijanje odgovarajuće prezentacije (Slika 7).



Slika 7. *Prikaz Summary rezultata pretrage*

- ***Live*** - podaci koji se dobijaju na osnovu pozicije elemenata u DOM objektu uglavnom za sportove za koje je Google servis napravio podršku, a to se odnosi na poznate sportiste, sportske klubove isl. Prezentuju se u posljednjem (trećem) *tab*-u i za prezentaciju koriste android *WebView* komponentu (Slika 8). Na ovom *view*-u je podešeno da se svaki put prilikom prikaza *view*-a vrši osvježavanje podata, što je korisno ukoliko je u pitanju sportski susret koji se trenutno odigrava, radi osvješavanja rezultata.



Slika 8. *Prikaz Live rezultata pretrage*

4. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bio realizacija *Android* aplikacije koja će za proizvoljan sadržaj prikazati rezultate pretrage *Google* servisa.

Zadatak je realizovan tako što su pomoću *Google* servisa na osnovu ključnih riječi pretrage dobijeni rezultati u vidu DOM i JSON objekata. Iz takvih objekata parsirani su potrebni podaci i prikazani su pomoću odgovarajućih android komponenti.

JSON objekti su parsirani na osnovu adekvatnih java klasa iz paketa net.sf.json.

DOM objekti su parsirani na osnovu pozicije elementa u HTML strukturi. Mana ovog tipa parsera je da, ukoliko se nakon određenog vremenskog perioda promjeni struktura dokumenta, nije moguće naći potrebne elemente za prikaz. Pozitivno je što se strukture ne mjenjaju često, a ukoliko se promjene dogode potrebno je ponovo pronaći i ažurirati poziciju potrebnih elemenata.

Ovakvo rješenje bi se moglo dalje proširiti tako što bi se koristili i drugi servisi za pretragu, pa da se krajnjim korisnicima omogući izbor željenih servisa. Ili druga komercijalna opcija proširenja aplikacije bi bila da se dodaju *AdSense* reklame i da se aplikacija kao takva postavi na *Google PlayStore* na besplatno korišćenje.

5. LITERATURA

[1] Zigurd Mednieks, Laird Dornin, G. Blake Meike, Masumi Nakamura, “Programmingg Android“, 2011

[2] Milan Vidaković, Slajdovi sa predavanja predmeta „Android ljetnja škola“

[3] CustomSearchEngine, https://developers.google.com/custom-search/json-api/v1/using_rest

[4] Android Developers, http://developer.android.com

[5] JavaScript Object Notation, http://www.json.org/

[6] Java HTML Parser, http://jsoup.org/

Kratka biografija:

Nikola Bunić je rođen 26.10.1983. u Banjaluci, Republika Srpska (BiH). Osnovnu školu završio je u Kotor Varošu, a srednju elektrotehničku školu “Nikola Tesla“ u Banjaluci. Školske 2007/08 upisuje Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu odsek računarstvo i automatika. Položio je sve ispite predviđene planom i programom, a diplomirao je u novembru 2011. godine. Od Aprila 2012. radi u firmi koja radi na razvoju i održavanju softverskih proizvoda Lanaco d.o.o. iz Banjaluke.

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

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 004.9

ZNAČAJ INTERNET OGLAŠAVANJA

THE IMPORTANCE OF ADVERTISING ON THE INTERNET

Daniel Nadjbabi, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – *Cilj ovog rada jeste da predstavi i objasni značaj internet oglašavanja., tehnike internet oglašavanja, njegove prednosti kao i da prikaže implementaciju aplikacije potrebne za oglašavanje na Internetu. Biće prikazano koje tehnologije su se koristile prilikom implementacije ove aplikacije, koji su problemi bili prilikom realizacije, osnovne funkcionalnosti kao i smernice za dalje usavršavanje i unapređenje ovakvog rešenja.*

Abstract – *The goal of this paper is to present and explain the importance of internet advertising, internet advertising techniques, its benefits as well as to show the implementation of application required for Internet advertising. It will be shown what technologies were used in implementation of this application, what was the problems during the implementation, basic functionality as well as guidelines for further development and improvement of such a solution.*

Ključne reči: *Internet oglašavanje, Tehnike oglašavanja, Značaj oglašavanja.*

1. UVOD

Oglašavanje na Internetu predstavlja vrstu marketinga i reklamiranje gde se Internet koristi za slanje reklamnih oglasa kupcima, i iz dana u dan postaje sve više zastupljeno i popularnije upravo zbog efekta koji ostvaruje. Internet dakle omogućava kupcu direktan kontakt sa mogućim poslodavcima u bilo koje doba dana i noći, sa bilo kog mesta, kako bi kupac mogao prikupiti željene informacije i obaviti kupovinu. Sama činjenica da će proizvod koji se reklamira u veoma kratkom periodu videti velik broj ljudi, da će biti poznato prema analitici mesta odakle su te osobe, mogućnost stupanja u kontakt snjima, mogućnost da se prijave na listu za obaveštavanje i blagovremeno biti obavešteni, daju uvid zašto je internet oglašavanje jedan od najznačajnijih faktora oglašavanja današnjice.

Dakle, još jedna prednost Interneta je upravo ta jer reklama na televiziji ili radiju zahteva previše vremena i novca za montažu, osmišljavanje, snimanje, prikazivanje i montiranje, a pritom nije poznato ništa o publici i postoji rizik da veliki broj njih uopšte i ne obrati pažnju na reklamu ili jednostavno - promeni kanal [1]. Prednosti Interneta kao oglasnog media za razliku od klasičnih medija (novine, radio, televizija) su delotvornost, brži rezultati, interaktivnost kupca i prodavca, širok doseg vidljivosti itd. U ovom radu biće prikazane prednosti internet oglašavanja, tehnike oglašavanja kao i jedan primer aplikacije za oglašavanje. Rešenje treba da omogući korisniku efikasno predstavljanje na Internetu, u sklopu osnovnih informacija o onome šta korisnik želi da prikaže u oglasima.

NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Kupusinac.

2. TEHNIKE OGLAŠAVANJA

Neke od prednosti oglašavanja na Internetu su [2]:

Prilagodljivost - Oglašavanje usluga i proizvoda može se usmeriti prema određenoj, ciljanoj, grupi ljudi, tako da je moguće odlučiti kome približiti proizvode ili usluge.

Kontrola oglašavanja - Svako oglašavanje na Internetu nudi potpunu kontrolu prikazanih banera ili sličnih načina za željeno prikazivanje, vlasnik oglasa bira koliko želi da uloži tj. koliko puta na baner može da se klikne, čime je omogućena statistika koliko je ljudi kliknulo na njega a samim tim imamo i uvid u to kolika je uspešnost oglašavanja.

Cena - Cena oglašavanja na Internetu je bitno manja nego u ostalim medijima, te se s manjim budžetom uz pametnu internet kampanju može dobiti delotvorniji učinak.

Otvorenost - Reklamne kampanje na Internetu vidljive su izuzetno širokom krugu korisnika Interneta stoga je na vrlo učinkovit način moguće proširiti broj kupaca, klijenata ili partnera.

Delotvornost - Internet marketing je višestruko delotvorniji, jer se jednim klikom miša otvara web stranica, gdje ljudi bez dolaska ili telefonskih poziva, mogu dobiti potpune informacije o uslugama, što svima pruža brzinu i jednostavnost dobijanja informacije i veliku uštedu vremena.

Ciljano oglašavanje - Takav vid oglašavanja na specijaliziranim portalima nudi ciljano oglašavanje korisnicima zainteresiranim upravo za željenu ponudu.

U ovom radu dotaknuli smo se nekih najučinkovitijih i najčešćih internet marketing tehnika.

2.1 Search Engine Marketing (SEM)

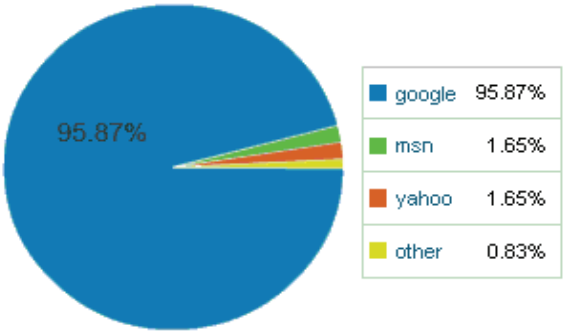
Search Engine Marketing (SEM) - je oblik Marketing-a na Internet pretraživačima koji nastoji prikazati web stranice povećanjem njihove vidljivosti na pretraživačima, odnosno na krajnjim stranicama rezultatima pretrage (SERP- Search Engine Result Pages). Ovaj termin obuhvata dve oblasti: optimizaciju sajtova u vidu promena web sajt sadržaja da bi se omogućilo veće rangiranje u SEO (Search Engine Optimization) pretragama, i poboljšanjem saobraćaja kroz plaćeno

oglašavanje na pretraživačima - (eng. pay per click- PPC). Razlika između ove dve metode je što SEO optimizacija će postaviti sajt na početak stranice pretrage (SERP) optimizacijom sadržaja sajta, dok će PPC metoda to uraditi tako što je potrebno platiti globalnim pretraživačima da postave sajt na početak pretrage. Globalni pretraživači kao što su Google, Microsoft, Yahoo, i Ask koriste SEM programe [3].

2.2 Search Engine Optimization (SEO)

Search Engine Optimization - predstavlja optimizaciju web sajta ili web strane kako bi ona bila vidljiva u rezultatima pretrage pretraživača i kojim redosledom će biti prikazana na stranama rezultata pretrage(SERP). Naravno ovo važi samo za sajtove koji nisu plaćeni da se prikazuju u delu za plaćenu pretragu, već u takozvanim prirodnim rezultatima pretrage (organskih ili algoritamskih). Šta dakle predstavlja SEO optimizacija?

Kada je potrebna neka informacija prostim pretrazivanjem reči u nekim od vodećih pretraživača pojaviće se lista sajtova samo jednim klikom miša. Ovo omogućava upravo optimizacija sajtova za pretragu kao i pretrazivači koji su se tokom godina razvijali i koji su nastali iz potrebe pretrage sve većeg broja sajtova tokom godina. Google je objavio kako njihovi algoritmi koriste preko 200 signala prilikom rangiranja sajtova [4]. Vodeći svetski pretraživači kao što je Google, potom Bing i Yahoo! kriju i ne otkrivaju svoje algoritme. Na slici 1. je prikazana popularnost pojedinih Internet pretraživača u Srbiji.



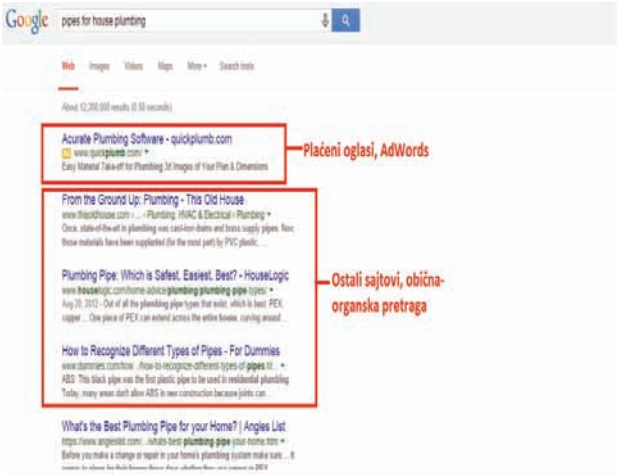
Slika 1. *Popularnost pretraživača u Srbiji*

2.3 PPC – Pay Per Click

Glavna prednost Pay Per Click marketinga jeste ta, što u ovom slučaju se plaćaju tradicionalne kampanje reklamiranja nadajući se da će 1-2% korisnika biti pravi kupci od kojih se može očekivati povraćaj uloženog novca. Takođe baner oglas nije potrebno plaćati u nadi da će ga neko videti, da je zainteresovan za njega i da će kliknuti na njega. Iako je reklamiranje banerima veoma značajno i veoma zastupljno reklamiranje na Internetu,, glavna mana ovog reklamiranja je što ovi baneri-oglasi mogu biti ugrađeni u stranice, sličnog sadržaja, jer neće imati puno smisla ako se npr. oglas odnosi na hranu za pse a nalazi se na strani za popravku kompjutera [5]. Takođe postoji mogućnost da mnogo surfera isključi ovu opciju obaveštenja tako da nije sigurno ni da će vaš oglas svako i videti. Ovo je prednost kod Pay Per Click reklamiranja. Nije potrebno plaćati da oglas bude na web strani, kao ni da bude izlistan u pretraživaču [6]. Plaćanje se vrši samo kad neko klikne na oglas, koji se prilikom pretrage prikaže u pretraživaču kao što je prikazano na slici 2.

Na ovaj način oglas može da bude prikazan milion puta na pretraživaču korisnika a plaćanje se vrši samo onoliko koliko puta su korisnici kliknuli na njega. PPC kompanija će naplatiti samo koliko je puta kliknut oglas a cena će biti kreirana na osnovu cene po broju keyworda koliko ih oglas ima [7].

Svaki keyword ima određenu cenu, kreiranu na osnovu njegove popularnosti u pretraživačima.



Slika 2. *Primer ispisa plaćenih oglasa*

2.4Googlov vodič za početak optimizacije pretraživača

Da bi stranica imala veće šanse da se prikaže među prvim rezultatima pretrage u Google pretraživaču, on je propisao neke uslove koje bi sajt trebao da ispunjava [8]. To su:

- Pravljenje jedinstvenih, preciznih naslova stranice
- Korišćenje meta opisa oznake
- Poboljšanje strukture URL adresa
- Olakšavanje kretanja kroz sajt
- Pravljenje kvalitetanog sadržaja i usluga
- Pisanje boljeg teksta kontrolnog koda
- Odgovarajuće korišćene oznaka naslova
- Optimizovano korištenje slika
- Efikasno korištenje datoteke robots.txt
- Atribut da bude korišten rel=’nofollow’ za veze

2.5 E-mail marketing

E-mail marketing predstavlja oblik marketinga gde se e-mail upotrebljava kao sredstvo komunikacije između grupe ljudi. U širem smislu svaki poslat email može se smatrati kao neki vid marketinga.

Email marketing podrazumeva:

- Slanje poruka već postojećim kupcima i klijentima.

- Slanje e-mailova u reklamno propagandnu svrhu.

Trenutno postoji 2.9 biliona korisničkih e-mail registrovanih naloga. Svaki dan se pošalje oko 56 miliona ne spamovanih e-mail poruka [9].

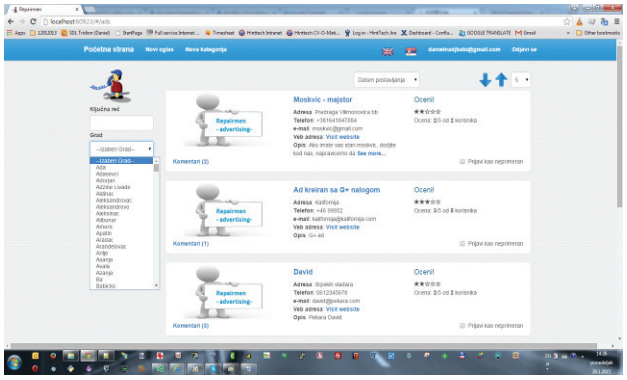
2.6 Social media marketing

Neki od osnovih i najpoznatijih socijalnih medija:
- **Twitter** -Dozvoljava kompanijama da promovišu proizvode u vidu kratkih poruka, limitiranih na 140 karaktera koje se pojavljuju na početnim stranama korisnika koji vas prate.
- **Facebook** - je mnogo detaljniji od twitter-a. Omogućava postavljanje videa, slika i dužih opisa, kao i pratiocima korisnika da vide njegove komentare i lajkove na određen sadržaj, čime i oni bivaju upućeni u taj sadržaj, a samim time i se i proširuje opseg povezanosti na toj mreži.
- **Google+** - predstavlja strane i ima slična svojstva kao facebook, a omogućava i integraciju sa Google pretraživačem. Takođe je integrisan sa drugim Google produktima kao što su AdWords i Google Maps. Google+ je jedan od najbrže rastućih socijalnih medija i može biti od koristi bilo kom vidu biznisa.
- **LinkedIn** - profesionalna mreža vezana za posao i biznis. Omogućava kompanijama da naprave profesionalne profile i da se međusobno upoznaju.
- **Yelp** - omogućava pretragu posla, slično kao žute strane. Ovaj sajt je funkcionalan u sedam država a neke od njih su Kanada i USA.
- **Foursquare** - je socijalna mreža zasnovana na lokaciji gde se korisnici mogu check-inovati preko smart telefona na lokaciji gde se nalaze.
- **Instagram** - predstavlja program za slike. Trenutno ima preko 200 miliona korisnika. Jedan od razloga zašto je ovaj socijalni medij toliko popularan, je taj što kompanija i kupac mogu komunicirati direktno, čime ova platforma predstavlja idealni način da se povežu sa trenutnim kao i mogućim korisnicima.
-**Youtube** - platforma preko koje kompanije najbolje mogu prikazati svoje reklame u vidu video zapisa. Reklame preko ovog medija mogu biti prikazane zajedno sa određenim video zapisima, ako je sadrzaj oba snimka sličan. Primer je dakle da, ako korisnik pretražuje snimke za određenu ključnu reč ili temu, takođe mu budu prikazane reklame koje su vezane za tu temu, ili čak budu ugrađene u video koji želi da pogleda. To znači da mora da pregleda kratak video sa reklamom da bi mogao da pogleda video koji ga interesuje.

3. PRIMER WEB APLIKACIJE ZA OGLAŠAVANJE

Problem koji je rešavan u ovom projektu bila je realizacija malih oglasa koji će biti dostupni online svim korisnicima. Rešenje je implementirano tako da može biti uploadovano konkretno na nekom host serveru i dostupno preko url adrese. Na taj način je testirana ova aplikacija. Ono što će biti prikazano u ovom radu je pozadina tog rešenja, odnosno kako je implementirano rešenje, logika, kod kao i delovi na koje je projekat podeljen, koji zajedno predstavljaju celinu, zavisnu jednu od druge. Ceo projekat rađen je u scrum tehnologiji, tako da je cela implementacija podeljena na sprint-ove [10].

Rešenje koje je opisano u ovom radu će služiti za oglašavanje ljudi na sajtu, konkretno za usluge popravki – poput žutih strana, u zavisnosti od kategorije za koju se korisnik odluči. Online sajt omogućava realizaciju malih oglasa kao što je prikazano na slici 3. uz sve funkcionalnosti koje su potrebne: dodavanje, brisanje, pretraživanje, čitanje oglasa i mnoge dodatke koje unapređuju funkcionisanje jednog ovakvog servisa. Rešenja su implementirana preko tehnologija i alata koji su dostupni besplatno preko Interneta.



Slika 3. *Primer aplikacije*

Za ovu aplikaciju prvo je kreiran model iz kog su posle generisane klase kao i sama baza sistema.

Jedna od prednosti aplikacije je dizajn koji je responsive, tako da je aplikacija upotrebljiva i preko mobilnih uređaja. Takođe, pokriven je širok spektar realizacije na nivou svih aspekata funkcionalnosti.

Kreirani su korisnici koji imaju privilegiju administratora, i imaju kontrolu nad celom aplikacijom (brisanje, dodavanje, menjanje resursa). Možete se lako ulogovati preko svojih facebook i g+ naloga, kao i registrovati sa email adresom. Bez logovanja ne možete ocenjivati, komentarisati i postavljati nove oglase.

Realizovano je slanje e-mail obaveštenja vlasniku oglasa prilikom ažuriranja na njegovom oglasu od strane krajnjih korisnika kao i potpuna implementacija procesa registracije, logovanja i sl.

Takođe realizovani su odgovori na mobilni telefon korisnika putem besplatnih servisa SMS notifikacije (za dobijanje komentara na vaš oglas) koristi se limitirana besplatna verzija jednog komercijalnog servisa, i zbog toga poruke stižu samo na dva predefinisana broja telefona. Za istacanje oglasa za pretragu po datoj kategoriji u datom gradu, može se sa korisničkog panela "kupiti" preko PayPal-a isticanje oglasa na određeni vremenski period, odnosno određeni broj pregleda.

Za sada sve transakcije idu preko paypal-ovog sandboxa (www.sandbox.paypal.com). Dalji napredak celokupnog rešenja bi bio puštanje istog u rad na live okruženje i praćenje kako bi se pokazao u cilju njegovog unapređivanja..

4. KORIŠTENE TEHNOLOGIJE I ALATI

BACK END:

- MSSQL[11]
- WEB API (GENERIC REPOSITRY, UNIT OF WORK)[12]
- ENTITY FRAMEWORK[13]
- UNIT TESTING[14]

FRONT END:

- ANGULAR.JS[15]
- BOOTSTRAP[16]
- LESS.JS[17]
- UNIT TESTING[14]

5. ZAKLJUČAK

Internet pomaže da se dosegne do bilo kog dela sveta , do svake kuće, do svake osobe. Izgradnjom pametnog i jednostavnog rešenja i njegovim postavljanjem na web, dopire se do svih ljudi, a time je neograničen broj ljudi kojima se obraćamao.

Dobra strana rešenja koje je prikazano je brzina odziva u kominukaciji, korištene su tehnologije koje omugućavaju komunikaciju baze sistema i aplikacije a da ne oduzimaju previše vremena. Bazi se ne pristupa direktno jer nije dobra ideja pristupati bazi na nivou same aplikacije Takođe omogućeno je i jednostavno jedinično testiranje. Ovo omogućava Generic repository i Unit of Work pattern. Sigurnost aplikacije je takođe na zavidnom nivou, šifre su upisuju kao hesh vrednosti u bazu, a šifrovane su na osnovu sha 512 algoritma a sajt takođe koristi i tokene za autentifikaciju logovanih korisnika.

Što se tiče unapređenja trenutnog rešenja ono bi moglo da teče u pravcu izgleda aplikacije, u vidu proširenja sa nekim dodatnim banerima, slajdovima i slično, kao i korištenjem tehnologija za lepši prikaz aplikacije (html5). Aplikacija je podeljena na back-end i front-end deo tako da sama proširenje izgleda aplikacije ne bi imalo uticaja na njenu funkcionalnost. U budućnosti treba težiti jednostavnosti, jer ljudi vole da koriste jednostavna i praktična rešenja. Jedan od glavnih ciljeva jeste da to rešenje bude jednostavno za korištenje, ali i da aplikacija bude dostupna za svakog korisnika (mogućnost izbora jezika) kao i da daje više opcija za samog korisnika.

Takođe dalji napredak celokupnog rešenja bi bio puštanje istog u rad na live servere i praćenje kako bi se pokazao korisnicima u cilju njegovog unapređivanja. Aplikacija je testirana preko cloudapp.net host servera.

6. LITERATURA

[1] Wikipedia, InternetMarketing, http://en.wikipedia.org/wiki/Online_advertising

[2] Doc. dr Gordana Radić,'Internet marketing' , Apeiron, Banja Luka, 2009

[3] Varinder Taprail & Priya Kanwar, SEARCH ENGINE OPTIMISATION, Pustak Mahal, New Delhi, Dec 1, 2010

[4] Thompson, Bill (December 19, 2003). "Is Google good for you?". BBC News. May, 2007.

[5] Bruce C. Brown,'The Ultimate Guid to Search Engine Marketing' , Atlantic Publishing Company, Starke, FL, 2007

[6] Boris Mordkovich, Eugene Mordkovich, Pay-per-click Search Engine Marketing Handbook, Lulu.com, North Carolina-United States, 2005

[7] The cost of AdWords Google AdWords Help,

[8] Google, 'Search Engine Optimization Starter Guide', http://static.googleusercontent.com/external_content/untrusted_dlcp/www.google.com/en//webmasters/docs/search-engine-optimization-starter-guide.pdf

[9] DJ Waldow, Jason Falls, The Rebel's Guide to Email Marketing, Grow Your List, Break the Rules and Win, Que Publishing , Aug 15, 2012

[10] Mitch Lacey, 'The Scrum Field Guide', Boston - USA, 2012

[11] MySQL site, from: https://www.mysql.com/

[12] WebApi, Microsoft asp.net, from: http://www.asp.net/web-api

[13] Wikipedia, Entity Framework, http://en.wikipedia.org/wiki/Entity_Framework

[14] Unit Testing , Microsoft asp.net , from: http://www.asp.net/web-api/overview/testing-and-debugging/unit-testing-with-aspnet-web-api

[15] Angular site, from: https://angularjs.org/

[16] Bootstrap site, from: http://getbootstrap.com/

[17] LESS site, from: http://lesscss.org/

Kratka biografija:

Daniel Nađbabi rođen je 1989. godine u Novom Sadu. Fakltet Tehničkih Nauka u Novom Sadu upisao je 2008.godine, diplomirao na smeru Računarstvo i Automatika 2012. godine. Master studije na Fakultetu Tehničkih Nauka upisao je 2012. godine.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 007:004.7

WEB APLIKACIJA ZA UPRAVLJANJE TESTNIM PLANOVIMA I PODRŠKU AUTOMATIZOVANOM TESTIRANJU

WEB APPLICATION FOR TEST PLAN MANAGEMENT AND AUTOMATED TESTING SUPPORT

Bojan Lackanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast: ELEKTROTEHNIKA

Kratak sadržaj – *U ovom radu je prikazana arhitektura web aplikacije koja se koristi kao podrška black box testiranju. Akcenat je stavljen na podsistem za manipulaciju testnim slučajevima i planovima. Opisane su korišćene tehnologije i GWT biblioteka koja je korišćena za implementaciju sistema. Ukratko su objašnjeni i principi black box testiranja.*

Abstract – *This paper shows arhitecture of web application which is used as support for black box testing. Accent is set on subsystem for test cases and test plans. It provides short description of used technologies and GWT library which is used for implementation of described system. Basic principles of black box testing are also explained.*

Ključne reči: *Intent+, Black Box testiranje, test plan, testni slučaj.*

1. UVOD

Intent+ je aplikacija koja služi za unos, organizaciju i grupisanje zahteva, grupisanje i definisanje testova te kreiranje testnih slučajeva. Takođe deo Intent+ aplikacije predstavljaju testni planovi koji omogućavaju izvršavanje testnih slučajeva. Za svaku od ovih stavki moguće je generisati izveštaj stanja. Izveštaj može biti kombinacija teksta, slika, tabela i grafika, i kao takav ljudima predstavlja čitljiv dokument i pruža jasan uvid u trenutno stanje proizvoda. Modul za izveštaje je poseban deo Intent+ aplikacije. Aplikacija je namenjena širem spektru korisnika, te je mogu koristiti oni koji razvijaju uređaj, testeri i menadžeri. Ova namenska aplikacija svoje mesto zauzima u procesu testiranja uređaja. U kombinaciji sa egzekutorom (aplikacija koja može da izvršava python skripte te šalje i čita signale na ulazima i izlazima) može se koristiti za izvršavanje kako automatizovanih testova (testovi koji ne uključuju interakciju sa čovekom) tako i polu-automatizovanih (potrebno je da i čovek bude uključen u izvršenje testa) i manuelnih (čovek izvršava test, bez delova koje izvršava mašina). Na jednom projektu učestvuje više ljudi sa različitim ulogama. Sve počinje definisanjem zahteva između mušterije i menadžera prodaje. Posle toga SW, HW i QA eksperti prave analizu zahteva i kreiraju detaljnije zahteve na osnovu kojih će se kasnije napraviti test definicije i podeliti ih u grupe testova. Sledeći korak podrazumeva da QA inženjeri kreiraju testne slučajeve koji tačno specificiraju način na koji će test biti izvršen. Nakon toga šef razvojnog tima i QA šef kreiraju testni plan koji određuje koji test će biti izvršen sa kojom konfiguracijom i ko će ga izvršiti. Kada je test plan kreiran, testeri počinju izvršavanje. Na osnovu dobijenih rezultata kreira se izveštaj za svaki test plan.

2. BLACK BOX TESTIRANJE

Testiranje je proces analize proizvoda kako bi se ukazalo na razlike između željenog i trenutnog stanja proizvoda. Takođe služi za evaluaciju kvaliteta proizvoda i njegovo unapređivanje, ukazivanjem na njegove mane i defekte. Ova aktivnost je nešto što bi trebalo da se radi u toku celog procesa razvoj proizvoda. Proces testiranja je dinamički proces koji se svodi na izvršavanje konačnog broja testnih slučajeva, obično odabranih iz beskonačnog skupa mogućih testnih slučajeva ali koji pripadaju domenu očekivanog ponašanja. Postoje dva osnovna pristupa testiranju softvera:

- Crna kutija (poznato i kao funkcionalno testiranje), zanemaruje unutrašnje mehanizme sistema već se koncentriše na generisani izlaz pri nekoj pobudi [1].
- Bela kutija (poznato kao strukturalno testiranje), uzima u obzir i unutrašnje mehanizme sistema ili komponente pri generisanju nekog izlaza.

Kod principa crne kutije tester nema uvid u izvršni kod aplikacije. Kod se smatra crnom kutijom, a tester zna samo da može u nju poslati neku informaciju i takođe dobiti neki odgovor. Na osnovu zahteva tester zna koji odgovor da očekuje i može da potvrdi da je dobijen očekivani odgovor. Kod principa bele kutije tester ima uvid u kod i može pozivati metode sa određenim parametrima. Ovo poglavlje će se fokusirati na black box testiranje. Grafički prikaz modela black box testiranja je dat na slici 1.

Slika 1. *Pojednostavljen prikaz Black Box principa testiranja*

NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Branko Milosavljević, red.prof.

Planiranje testa bi trebalo obaviti rano u procesu razvoja. Plan testa je dokument koji se odnosi na obim, resurse, pristup izvršavanju i raspored izvršavanja. Identifikuje šta se testira, koji se testovi izvršavaju, određuje testera. Bitan deo test plana je testni slučaj. Testni slučaj može pripadati grupi testnih slučajeva i zajedno čine ulazne podatke i određuju postupak izvršavanja. Takođe sadrže očekivane rezultate koji su nastali iz korisničkih zahteva. Pravljenje testnih planova i njihovo izvršavanje je iterativni proces. Čim se promene zahtevi i napiše se deo koda potrebno je ponovo revidirati testove i ponovo ih izvršiti. Testiranje bi trebalo posmatrati kao iterativni i jedan od ključnih procesa pri razvoju softverskog proizvoda. Kada se testira po principu crne kutije, najbolje je da testove ne izvršava programer tj. osoba koja je pisala kod, već osoba koja ne poznaje strukturu koda.

3. GOOGLE WEB TOOLKIT

GWT (Google web toolkit) je alat za pravljenje i razvijanje kompleksnih *web* aplikacija [2]. GWT SDK dozvoljava korišćenje skupa JAVA APIja i vidžeta koji omogućavaju da se programiraju AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) aplikacije a da se kod kompajlira na visoko optimizovani Java Script koji se može izvršavati na svim pretraživačima, uključujući i one za Android i MacOS. Programiranja u GWT-u podrazumeva pisanje koda na java jeziku što predstavlja najveću prednost ovog alata. Takođe sve što se može uraditi sa pretraživačevim DOM-om i Java Scriptom može se uraditi i sa GWT-om uključujući i integraciju sa ručno pisanim Java Script kodom. Pronalaženje grešaka u aplikaciji je veoma pojednostavljen postavljanjem prekidnih tačaka u odgovarajućem razvojnim alatima (IDE).

Ako je potrebno napraviti izmene za to je dovoljno nakon prepravljenog koda uraditi osvežavanje stranice i promene su odmah vidljive. Pri tome se mogu pratiti promenljive te koristiti i drugi alati za *debug*. GWT se može instalirati kao proširenje za alat Eclipse te je rad omogućen u poznatom okruženju. Što se tiče mogućnosti GWT-a, on nam omogućava i registraciju Java Script događaja kao što su klik na dugme, fokusiranje *checkbox*-ova i hvatanje pokreta miša preko vidžeta. U GWT-u oni se nazivaju *native* događaji. Takođe postoje događaji specifični za određeni vidžet kao što su npr. događaji vezani za *DatePicker* koji generiše *ValueChangedEvent*. Ovi događaji se nazivaju logički. Moguće je kreirati nove vidžete te sopstvene naprednije logičke događaje. GWT obezbeđuje alat koji se zove *HandlerMenager* koji se koristi kao magistrala događaja. Magistrala događaja je kanal poruka na kojoj proizvođač događaja šalje događaj a svi oni koji su se pretplatili mogu da ga uhvate i reaguju na njega. Razlika između magistrale događaja i osnovnog rukovanja događajima je ta što sa magistralom događaja proizvođač i prijemnik poruke ne moraju da znaju jedan za drugog, već znaju samo za magistralu i prate promene na njoj. Svaki GWT projekt poseduje i jedan gwt.xml fajl. Ovo je xml datoteka koja daje instrukcije kompajleru. Između ostalih stvari u njemu su sadržane putanje do modula koje kompajler sa izvornog java koda prevodi u JavaScript, gde je polazna tačka aplikacije, zatim opis kako se rukuje razlikama između kompajliranja za različite pretraživače, i definisanje različitih svojstvenih fajlova za internacionalizaciju, i podešavanje različitih konfiguracija. Prednost modula je što može da se grupiše potrebne instrukcije za kompajler i da olakša ponovnu upotrebu. Jedan modul može da bude jedna klasa ili cela aplikacija da bude jedan modul.

3.1. Komunikacija preko GWT RPC-a

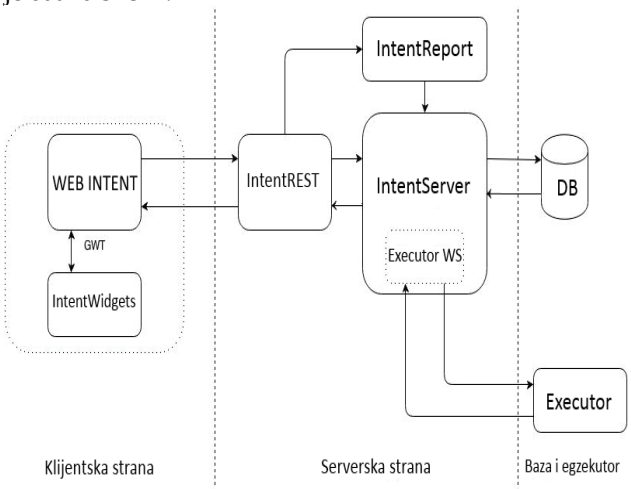
RPC (Remote Procedure Call) dozvoljava pozivanje Java metoda na serveru i prosleđivanje Java objekata i primitivnih tipova između klijentske i serverske strane. On omogućuje klijentu da obavlja asinhrone pozive serverskih metoda. Što se tiče serverske strane, ona nije obuhvaćena GWT kompajlerom, tako da je dozvoljeno korišćenje svega što nudi Java programski jezik.

3.2 Korišćenje JSNI-a

GWT sam rešava probleme oko implementacije razlika u pretraživačima i curenja memorije. Međutim u retkim situacijama koje se tiču integracije sa pretraživačem na niskom nivou potrebno je koristiti JSNI (Java Script Native Interface) [3]. Takođe situacije kada je potrebno koristiti JNSI su pri integraciji sa već postojećim JavaScript kodom i nekim bibliotekama, kao i pružanje funkcija aplikacije preko API-a drugim JavaScript korisnicima. Integracija sa JavaScript kodom ide preko JNSI-a U duhu GWT-a je da se JSNI koristi što ređe jer GWT verovatno pruža potrebne opcije samo je potrebno više istraživanja. Takođe kada se pređe na JavaScript onda rešavanje problema koji nastaju na uobičajenim *web* aplikacijama ne rešava GWT već je potrebno voditi posebnu brigu o takvim stvarima. Pošto se JavaScript ne koristiti na serverskoj strani, JSNI je dostupan samo za rad na klijentskom delu aplikacije. JSNI metoda je kao i bilo koja Java metoda samo sa drugačijom sintaksom. Mora da bude deklarisana kao native, mora da ima prazno telo, i mora da se završi sa „ ; ”.

4. ARHITEKTURA APLIKACIJE

Intent+ aplikacija je višeslojna *enterpise web* aplikacija. Celokupan kod je raspoređen u četiri različita projekta. IntentServer, IntentREST, WebIntent, IntentReport. A koristiti još dva modula, IntentWidgets i RestyGWT, a za izvršavanje testnih slučajeva koristi i egzekutor aplikaciju sa kojom komunicira preko *web* servisa koji se nalazi u okviru IntentServer projekta. Grafički prikaz arhitekture je dat na slici 2.



Slika 2. *Prikaz arhitekture sistema*

Klijentsku stranu čine dva GWT projekta, od kojih WebIntent kao dodatni modul koristiti drugi GWT projekat pod nazivom IntentWidgets. IntentWidgets je projekat koji poseduje API sa nizom funkcija koje služe za kreiranje i rukovanje stablom. Razvijen je kao zaseban modul tako da nema zavisnost od WebIntenta i može se koristiti kao biblioteka i u drugim projektima. Obavlja funkcije kao što su prikaz čvorova, kreiranje i uklanjanje novih, *drag and drop*.

WebIntent je projekat koji predstavlja klijentsku stranu Intent+ aplikacije. Kompletan grafički interfejs je kreiran u njemu kao i funkcije za rukovanje prikazivanjem podataka. Umesto RPC-a korišćen je REST princip za pozivanje serverskih metoda. IntentREST projekat pripada serverskoj strani aplikacije i nije obuhvaćen GWT kompajlerom. On je dinamički *web* projekat. A GWT omogućava prenosivost na različite uređaje. WebIntent koristi REST servise za komunikaciju sa serverom. RestyGWT je biblioteka koja omogućava RESTful zahteve ka serveru i kreira od Java objekata JSON objekte i obrnuto. IntentServer je još jedan dinamički *web* projekat. Potpuno je napisan u Javi, podeljen je u nekoliko paketa: *database*, *sessionbeans*, *mdbs*, *entities*, *database*, *executor.dto* i *util*. U paketu *entity* se nalaze *entity* klase koje predstavljaju objektnu reprezentaciju entiteta i relacija među njima.

Kao objektno-relacioni maper korišćen je *hibernate*, tako da u *entity* klasama postoje anotacije koje *hibernate* korisiti. Sam *entity* paket sadrži nekoliko paketa koji grupišu entitete po zajedničkim karakteristikama ujedno predstavljaju osnovne pojmove koji se vezuju za rad sa Intent+ aplikacijom. To su *requirements*, *testcases*, *testplans*, *users*, *reports*, *common*. Paket *database* sadrži klasu DbImportBean koja sadrži kompletnu logiku vezanu za importovanje podataka iz stare baze u novu, jer je aplikacija kreirana na osnovu već postojeće zastarele aplikacije. Mapiranje starih tabela na tabele novog modela baze kao i pohranjivanje podataka. Metode sadrže upite koji se izvršavaju nad starom bazom a zatim se kreiraju objekti čijim atributima se dodeljuju rezultati upita te se perzistuju u novu bazu. Paket *sessionbeans* sadrži iste pakete kao i paket *entities* sa tom razlikom što svaka klasa tih paketa predstavlja jednu *sessionbean* klasu koja poseduje korespodentnu *entity* klasu i izvršava operacije nad njom. Takođe uz svaku *sesionbean* klasu postoje i dva interfejsa *local* i *remote* koji sadrže skup funkcija date *sessionbean* klase. Ovakva struktura je poželjna kada se radi po principu MVC šablona. Paket *mdbs* sadrži *message driven beans* i u ovom projektu se koristi pri komunikcaiji sa *report* aplikacijom.

Zbog velikog broja klasa i metoda javila se potreba za kreiranjem nekih metoda koje će biti generičke i koje se mogu primenjivati na različite skupove podataka. Ove metode smeštene su u klasama *util* paketa, zajedno sa DTO klasama koje se koriste u raznim situacijama za komunikaciju sa klijentom. DTO klase koje služe za komunikaciju za egzekutorom su smeštene u *executor.dto* paket. Atributi ovih klasa imaju jedan na jedan preslikavanje se atributima tabela stare šeme baze i služe za razmenu podataka sa egzekutorom. IntentReport je Java aplikacija koja generiše izveštaje pravljenjem preseka podataka koji se nalaze u bazi. Za prikazivanje izveštaja koristi *Jasper reports* biblioteku a podatke za prikazivanje uzima ili iz same baze ili iz XML fajlova koje generišu pojedini servisi IntetnREST projekta. Prilikom dodavanja projekata u JbossAS kreiraju se dva fajla: WebIntent.jar i Intent.ear. Ear fajl sadrži IntentREST i IntentServer projekte. Za kreiranje ovih fajlova korišćena je *ANT* skripta a za logovanje i praćenje dešavanja na serverskoj starni log4j biblioteka.

Egzekutor je aplikacija koja je napisana u C# jeziku. A za prilagođavanje komunikaciji sa novom Intent+ aplikacijom napravljen je *wrapper* oko nje. To je *web* servis koji preko interfejsa može da pravi pozive ka IntentREST projektu ali takođe i pruža API preko kog daje pristup njegovim metodama. Egzekutor izvršava testne slučajeve a za to su mu potrebni i dodatni parametri kao što su konfiguracioni fajlovi (sadrže spisak uređaja, nad kojima se test izvršava) i Python skripte koje se pišu za automatske tesne slučajeve a sadrže postupak izvršavanja testnog slučaja. On po završetku vraća rezultat izvršenja testa. Baza koja se koristi je PostgresSQL i ona komunicira sa IntentServer aplikacijom. U pojedinim situacijama se koriste i *native* upiti čija je sintaksa specifična za korišćenu bazu ali dobija se na brzini izvršenja *native* upita.

4.1. Specifikacija podsistema za upravljanje testnim slučajevima i planovima

Neke od ključnih reči koje karakterišu Intent+ aplikaciju su zahtevi, testni slučajevi, test planovi, izveštaji. Rad sa ovim entitetima je organizovan u strukturu podataka tipa stabla. U korenu stabla se nalazi projekat a decu prvog nivoa čine objekti koji sadrže instance ovih entiteta. Ovo poglavlje sadrži opis tih pojmova uz poseban osvrt na podsistem za kreiranje testnih slučajeva i test planova. Pri kreiranju nekog uređaja specificiraju se zahtevi koje je potrebno da završni proizvod zadovolji. Oni se grupišu u grupe zahteva po određenim kriterijumima koji ih čine srodnim. Prikupljanje zahteva se obično obavlja pre početka rada na proizvodu i predstavljaju potvrdu da obe strane, kupac i proizvođač, u svakom trenutku razumeju zahteve i imaju im pristup. Tokom vremena novi zahtevi se mogu kreirati, postojeći se mogu modifikovati ili ukloniti.

Poseban modul Intent+ aplikacije je rezervisan za kreiranje i manipulisanje testnim slučajevima. Kada se testira jedna jasna celina završnog proizvoda, testovi koji se pišu za tu celinu se mogu grupisati u jedan skup testova. U aplikaciji su to grupe testova(*Test Suites*). Kod pisanja testova ključno je da opis testa bude jasan jer podrazumeva se da osoba koja piše testove ne mora da ih i izvršava. Nakon što je proizvod napravljen potrebno ga je testirati i verifikovati da zadovoljava postojeće zahteve. To se postiže izvršavanjem testova koji za kreirani u cilju potvrde ispunjavanja zahteva. Svaka grupa sadrži definicije testova. Jedna definicija testa predstavlja opis izvršenja nekog testa i veže se za određeni zahtev. Jedna definicija testa verifikuje jedan zahtev. Da bi bila jasno definisana jedna test definicija treba da poseduje i dodatna polja za opis. Neka uobičajena su, svrha testa, opis testa, oprema koja se koristi, *test streams*, okruženje, preduslovi, procedura, očekivani rezultati, komentar. Međutim da bi jedan zahtev bio zadovoljen potrebno je

izvršiti više različitih testova sa uspešnim rezultatom. Zbog toga jedna definicija poseduje jedan ili više instanci testnih slučajeva. Naravno jedna testna grupa može da ima i podgrupe. Dok definicija testa može da sadrži samo testne slučajeve koji su sigurno listovi kada govorimo o stablu. Svaki test može da bude automatizovan, polu-automatizovan ili manuelan. Kod manuelnih testova čovek prati korake definisane testnim slučajem a zatim postavlja rezultat izvršenja testa. Automatizovane testove izvršava egzekutor aplikacija i upisuje rezultat. Automatizovani testovi su definisani u skriptama razumljivim egzekutoru.

U ovom primeru to su Python skripte. Polu-automatizovani testovi se takođe izvršavaju u egzekutor aplikaciji ali je potrebna i ljudska intervencija. Testni planovi i slučajevi služe da bi se kreirali i organizovali testovi, međutim za izvršenje testova potrebno je kreirati sledeću veliku podgrupu Intent+ sistema, a to su testni planovi. Kao i testni slučajevi mogu da se grupišu te tako čine grupe test planova. Grupe test planova recimo mogu da sadrže samo test planove koji se izvršavaju za testiranje određene verzije proizvoda. Grupe test planova predstavljaju prvi nivo u podsistemu za rukovanje test planovima. Unutar jedne grupe nalazi se *test suite*, koji kao i u podsistemu testova sadrži definicije testova ali ovaj put one sadrže samo spisak izvršnih testova sa mogućnošću postavljanja rezultata testa.

Unutar svake definicije nalaze se izvršni testni slučajevi, koji ustvari predstavljaju ono najbitnije unutar podsistema za test planove. Jedan testni slučaj se preslikava na jedan izvršni testni sučaj. Sadrži sva polja kao i testni slučaj ali sa dodatnim poljem a to je rezultat izvršenja tasta. Grupe služe za raspoređivanje kako bi rukovanje test planovima bilo jednostavnije i preglednije. Test grupe sadrže testne planove koji po potrebi defiišu potrebne uređaje za izvršenje testova i njihove konfiguracije. Upravo u izvršnim test planovima se nalazi rezultat izvršenja testa. Pri jednom izvršenju može se izvršiti jedan skup testova i pri tome će biti postavljeni rezultati. Nakon toga tom skupu se može dodati još testova ili se pojedini mogu ukloniti. Nakon novog izvršenja ponovo će biti upisani rezultati. Pojedini testovi nakon drugog izvršavanja mogu imati drugačije rezultate.

S obzirom da je moguće generisati izveštaj koji prikazuje rezultate testova, moguće je i pratiti promene rezultata testa. Rezultat jednog testa može da bude: *Passed* (Uspešan test), *Failed* (Neuspešan test), *Pending* (Nalazi se u test planu ali još uvek nije ni jednom izvršen), *Not tested* (Pokušano je izvršenje ali iz nekog razloga je neuspelo). Intent+ je aplikacija koja sadrži razne grupe korisnika i prati promene stanja nad objektima, tako da je moguće vezati rezultate izvršavanja testa sa korisnikom, posmatrati promene rezultata po izvršenjima i praviti razne preseke podataka nad test planovima npr. koliko je jedan tester izvršio testova, u kom periodu, koliko ih je bilo uspešno itd.

Poslednji modul Intent+ aplikacije su izveštaji koji mogu prikazivati različite preglede podataka vezane za testove, verifikacije tesnih planova, izvršenja test planova, istorija test planova, pregled testnih slučajeva. Test plan je plan izvršenja jednog ili više testnih slučajeva.

5. ZAKLJUČAK

Intent+ je aplikacija koja pruža uslove za kompletan proces BBT testiranja. To podrazumeva da različiti ljudi mogu sa različitim ulogama da pristupe jednom projektu. Tako da zahtevi budu nedostupni onima koji nemaju pravo da ih dodaju. Isto važi i za testove, test planove i izveštaje. Tako da na jednom projektu sa jasnom podelom posla i odgovornosti mogu da učestvuju i menadžeri, programeri, testeri, QA inženjeri i autori. Podela na module kao što su zahtevi, testni slučajevi, test planovi i izveštaji predstavljaju jasno organizovane celine a kreiran projekat predstavlja ujedno i bazu podataka koja se može ponovo iskoristi u drugom projektu, jer postoji mogućnost izvoza i uvoza podataka između projekata. Sam koncept kompletnog testiranja unutar jedne aplikacije je obezbedio da se stvori potpuno zadovoljavajuće okruženje za razvoj svih komponenti testa i ubrza proces testiranja. Paralelnim radom više ljudi na jednom projektu ovakav način testiranja je obezbedio i jasno praćenje napredovanja jednog procesa testiranja, obima korišćenih testova kao i rezultata testiranog uređaja. Intent+ podržava i pravljenje različitih šablona koji se mogu odnositi na bilo koji moduo testiranja što ga čini alatom koji se može prilagoditi i različitim potrebama za različite projekte. U celokupnom procesu BBT testiranja Intent+ velikim delom ubrzava i olakšava proces testiranja.

6. LITERATURA

[1] Black Box Testing, http://agile.csc.ncsu.edu/SEMaterials/BlackBox.pdf

[2] GWT, Google Web Toolkit, http://www.gwtproject.org

[3] JSNI, Java Scrip Native Interface, http://www.gwtproject.org/doc/latest/DevGuideCodingBasicsJSNI.html

Kratka biografija:

Bojan Lackanović je rođen 2.11.1988. godine u Sarajevu, Bosna i Hercegovina. Osnovnu školu „Meša Selimović“ je završio 2003. godine u Janji a srednju elektrotehničku školu „Mihajlo Pupin“, smer elektrotehničar računara je završio 2007. godine u Bijeljini. Iste godine se upisao na smer Računarstvo i automatika na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Položio je sve ispite predviđene planom i programom i diplomirao 2013 god.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 624.012.3/.4

UPOREDNA NUMERIČKA ANALIZA PROBIJANJA TEMELJNE PLOČE ZIDOVIMA I STUBOVIMA NA MODELU ZGRADE PR+9 PROGRAMSKIM PAKETOM SAP2000

COMPARITIVE NUMERIC ANALYSIS OF FOUNDATION SLAB SHEAR PUNCHING BY WALLS AND COLUMNS ON GROUND+9 FLOORS BUILDING MODEL IN SAP2000

Igor Gilanji, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast: GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – *Radom je data uporedna numerička analiza probijanja temeljne ploče zidovima i stubovima na objektu spratnosti PR+9 na kojem su varirani dužina seizmičkog platna, debljina temeljne ploče, seizmička sila i koeficijent posteljice tla.*

Abstract – *This work contains comparative numeric analysis of foundation slab shear punching by walls and columns on ground+9 floors building with variation of seismic wall lenght, foundation slab thicknes, seismic force and ground bearing capacity.*

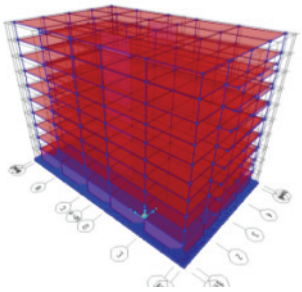
Ključne reči:*probijanje ploče zidovima, probijanje ploče stubovima, temeljna ploča, seizmičko platno*

1. UVOD

Problem probijanja ploče javlja se kod nosećih sistema kod kojih se opterećenje sa ploča na zidove ne pronosi preko nosećih greda već su ploče direktno oslonjene na stubove i zidove. U tom slučaju usled velikih smičućih sila na razmaku od ivica vertikalnih nosećih elemenata, koji nazivamo kontrolni obim, dolazi do narušavanja strukture betona. Problematici probijanja i definisanju kontrolnog obima se pristupa na mnogo načina kroz različite pravilnike. Ovim radom analizirano je probijanje temeljne ploče stubovima i zidovima kao često korišćenog konstruktivnog sklopa kod fundiranja.

2. IZRADA SIMULACIJE

Za potrebe ovog istraživanja u programskom paketu SAP2000 urađen je model karakteristične betonske zgrade spratnosti PR+9 osnove 20x32,75 m u skeletnom sistemu sa 26 nosećih stubova i 2 zida za prijem seizmičke sile u podužnom pravcu. Kako bi problem probijanja ploče bio što bolje sagledan kroz modele su varirani sledeći parametri: 5 debljina temeljne ploče (80, 70, 60, 50 i 40 cm) 3 dužine seizmičkog zida (755, 655 i 555 cm), seizmička sila za sve tri seizmičke zone (VII, VIII i IX), dve kategorije nosivosti tla (20.000 i 10.000 KN/m³) i sagledan je uticaj opasavanja najniže etaže zgrade obodnim zidovima. Različitim kombinacijama elemenata dobijeno je 45 modela na kojima su poređeni rezultati. Izgled modela dat je na slici 1.



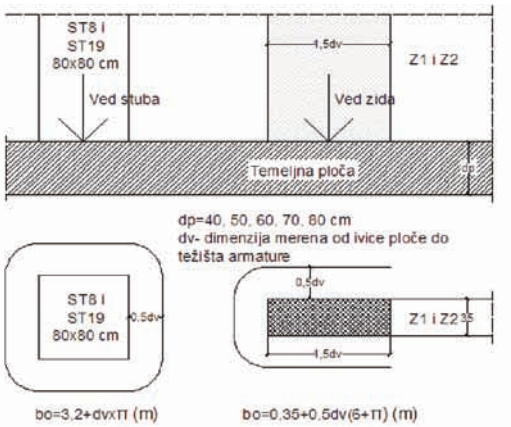
Slika 1. *Izgled proračunskog modela*

2. 1 Metodologija

Dimenzije vertikalnih elemenata usvojene su tako da ispunjavaju naponske uslove iz domaćeg pravilnika [2] i [3], tj. da je napon od gravitacionog dejstva u stubovima manji od $0{,}35\sigma_{dop}$, a u zidovima $0{,}2\sigma_{dop}$. Usvojena dimenzija merodavnih stubova za ovo istraživanje (sa najvećom normalnom silom) je 80x80 cm, dok je za debljinu seizmičkog platna usvojeno 35 cm.

Za proračun i poređenje sila probijanja u karakterističnim elementima korišćen je pravilnik *CEB-FIPModel Code 2010* u daljem tekstu MC2010 [1]

Izračunavanje kontrolnog obima prema MC2010 [1] karakteristične elemente u modelu dato je na slici 2.



Slika 2. *Izračunavanje kontrolnog obima stuba i zida*

Ukupna sila probijanja koju presek može da primi definisana je izrazom:

$$V_{rd} = V_{rd,c} + V_{rc,s} \geq V_{ed} \quad (1)$$

NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Zoran Brujić, red.prof.

V_{rd} - ukupna sila probijanja koju presek može da prihvati

$V_{rd,c}$ - ukupna sila probijanja koju prihvata beton

$V_{rc,s}$- ukupna sila obezbeđena armaturom

V_{ed} - proračunska sila probijanja u stubu ili u kraju zida

Prema *MC2010 [1]* maksimalna sila koju prihvata beton bez dodatnog osiguranja definiše kao:

$$V_{rd,c} = \frac{k_\psi \cdot \sqrt{f_{ck}}}{\gamma_c \cdot b_0 \cdot d_v} \quad (2)$$

$$k_\psi = \frac{1}{(1{,}5 + 0{,}9 \cdot k_{dg} \cdot \psi \cdot d)} \leq 0{,}6 \quad (3)$$

f_{ck} - čvrstoća projektovanog betona u MB

γ_c- koeficijent sigurnosti za beton koji iznosi 1,5

k_ψ - koeficijent koji zavisi od nagiba ploče

d_v - odstojanje od težišta armature do gornje ivice preseka na osloncu

k_{dg} - koeficijent koji zavisi od veličine maksimalnog zrna agregata i definisan je izrazom:

$$k_{dg} = \frac{32}{(16 + d_g)} \geq 0{,}75 \quad (4)$$

d_g - maksimalna veličina zrna agregata u mm, za potrebe simulacije usvojena je 16 mm te je koeficijent k_{dg}=1

ψ - obrtanje ploče oko zone oslonca. Za ploče bez značajnije preraspodele unutrašnjih sila definisano izrazom:

$$\psi = 1{,}5 \cdot \frac{r_s}{d} \cdot \frac{f_{yd}}{E_s} \quad (5)$$

f_{yd}- granica razvlačenja čelika

E_s - moduo elastičnosti čelika

r_s- položaj nulte tačke na dijagramu momenata, po preporuci *MC2010* [1] za ploče sa odnosima strana L_x/L_y=0,5-2 usvaja se kao $0{,}22 \cdot L_x$ ili $0{,}22 \cdot L_y$ u zavisnosti od posmatranog pravca

Maksimalna sila koju presek može da prihvati limitirana je lomom pritisnutog betona i u ovom slučaju iznosi:

$$V_{rd,max} = \frac{\sqrt{f_{ck}}}{\gamma_c} \cdot b_o \cdot d_v \quad (6)$$

Analizirane su 4 gravitacione kombinacije opterećenja sa parcijalnim koeficijentima sigurnosti 1,35 za stalno i 1,5 za povremena opterećenja, kao i sve seizmičke kombinacije za VII, VIII i IX seizmičku zonu bez koeficijenata sigurnosti, a prema pravilniku *MC2010* [1].

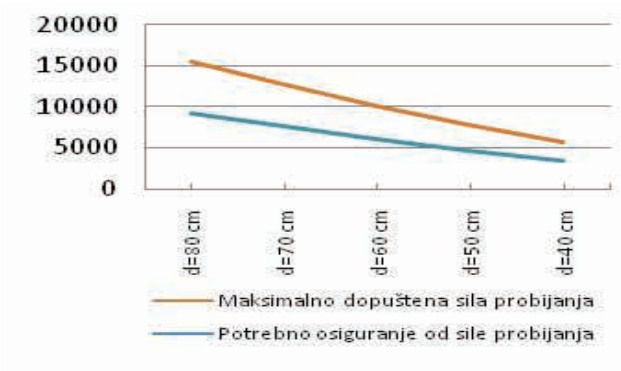
Prema ovim formulama na slikama 3 i 4 prikazana je promena dopuštene sile probijanja stubom i krajem zida u odnosu na promenu debljine temeljne ploče.

2.2 Rezultati

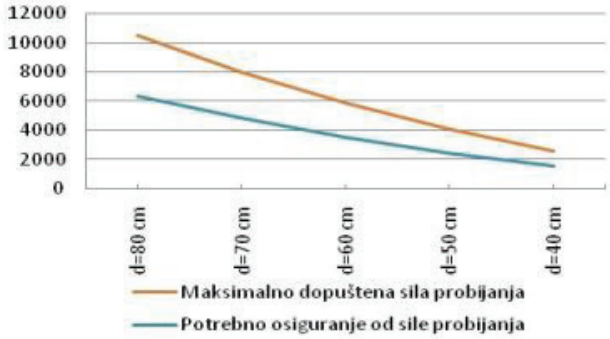
Usled različite vrednosti dopuštene sile probijanja, a kako bi rezultati bili lakše grafički prikazani na ordinati dijagrama koji slede je umesto dobijenih sila korišćen odnos:

$$\frac{P_{(gravitaciono,VII,VIII,IX)}}{V_{rd,max}} \ (\%) \quad (7)$$

što ujedno predstavlja iskorišćenost maksimalno dozvoljene nosivosti preseka. Maksimalno dozvoljena nosivost betona je takođe naznačena na dijagramima pošto ona ujedno definiše početak probijanja na ploči.



Slika 3. *Promena vrednosti dopuštene sile probijanja stubovima u odnosu na promenu debljine temeljne ploče*



Slika 4. *Promena vrednosti dopuštene sile probijanja zidovima u odnosu na promenu debljine temeljne ploče*

Rezultati simulacijena 45 modela pokazali su da su merodavna opterećenja stubova na ovom modelu za probijanje gravitaciona, dok je za zidove merodavna u većini slučajeva bila seizmička kombinacija za IX seizmičku zonu i u manjem broju slučajeva gravitaciona kombinacija opterećenja.

Kako MC2010 [1] dopušta da najveća vrednost sile koju može poneti betonski presek bez ojačanja iznosi 60% od maksimalno dopuštene sile koja je i usvojena u skladu sa pravilnikom MC2010 [1] u tabeli 1. može se videti da je kod svih modela pri simuliranoj debljini ploče od 60 cm došlo do potrebe za osiguranjem betonskog preseka u uglovima zidova.

Kako bi rezultati bili jasniji na slikama 5, 6 i 7 prikazana je promena merodavne sile probijanja za stub i zid za obe nosivosti tla i za objekat opasan zidom u najnižoj etaži, a za seizmički zid dužine 655 cm.

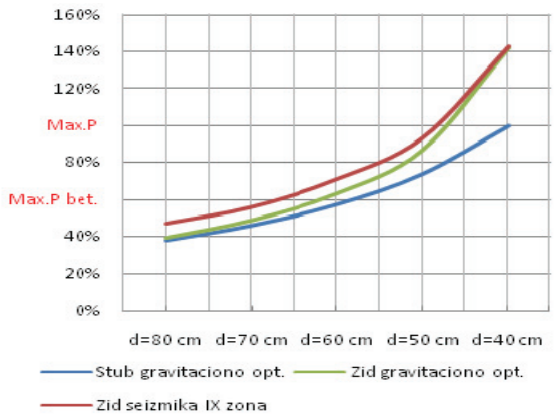
Kao što je napomenuto u komentaru tabela na dijagramima se jasno vidi da je za probijanje ploče, kako za iskoršćenje nosivosti betona tako i za iscrpljivanje nosivosti preseka, merodavno probijanje uglom zida.

Merodavno opterećenje probijanja zidom za tlo sa koeficijentom posteljice 20.000 KN/m³ je seizmička kombinacija za IX zonu, kod tla sa koef. posteljice 10.000 KN/m³ su vrednosti gravitacionog i sezmičkog

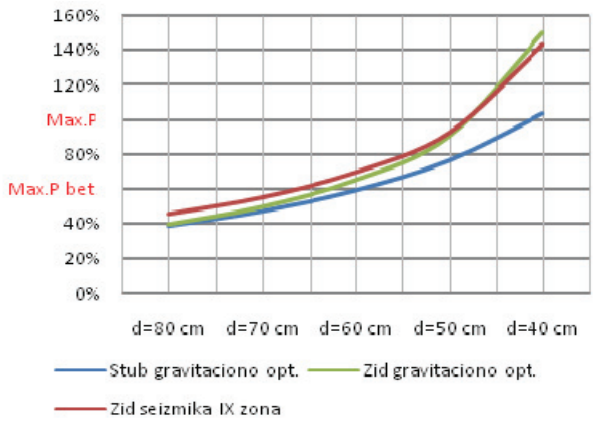
opterećenja bliske za kompletno iscrpljivanje nosivosti preseka, dok je kod modela koji je opasan temeljnim zidovima merodavno gravitaciono opterećenje.

Tabela 1. *Iskorišćenost nosivosti AB ploče na probijanje*

Iskorišćenost nosivosti betonskog preseka za dp=60 cm					
Model tla	Dužina zida	Stub		Zid	
		G	IX	G	IX
koef. Post. 20.000 KN/m3	Lz=755 cm	57,05%	43,56%	59,24%	68,38%
	Lz=655 cm	58,96%	44,56%	62,82%	70,85%
	Lz=555 cm	59,53%	44,46%	66,13%	72,29%
koef. Post. 20.000 KN/m3	Lz=755 cm	57,40%	43,75%	61,09%	66,41%
	Lz=655 cm	59,29%	44,80%	65,50%	69,64%
	Lz=555 cm	60,03%	44,94%	70,20%	72,57%
Sa temeljnim zidom	Lz=755 cm	56,33%	43,06%	58,74%	59,91%
	Lz=655 cm	58,30%	44,12%	61,04%	60,43%
	Lz=555 cm	58,87%	44,06%	63,25%	60,00%



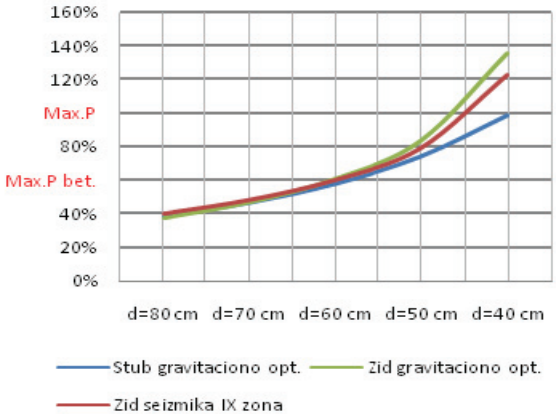
Slika 5.*Iskorišćenost dopuštene nosivosti pri probijanju stubom i zidom (L_{zida}=655 cm , k_p=20.000KN/m3)*



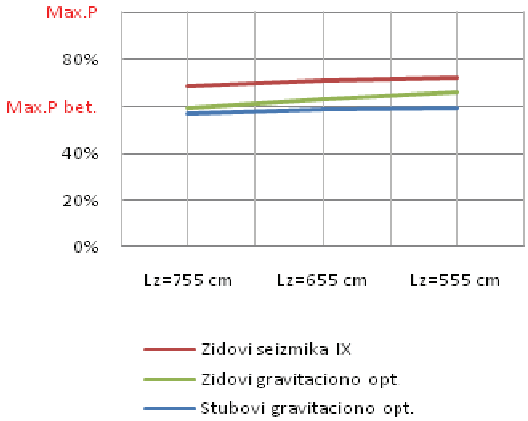
Slika 6.*Iskorišćenost dopuštene nosivosti pri probijanju stubom i zidom (L_{zida}=655 cm, k_p=10.000 KN/m3)*

Na slikama 8, 9 i 10 dat je uticaj promene dužine zida na silu probijanja za merodavna opterećenja stubova i zidova i može zaključiti da promena dužine seizmičkog zida utiče veoma malim priraštajem na silu probijanja u temeljnoj ploči bez obzira na nosivost tla. Na slici 10. može se videti da skraćenjem zida kod objekta koji je opasan obimnim zidom dolazi do neutralisanja seizmičkog uticaja na probijanje ploče.

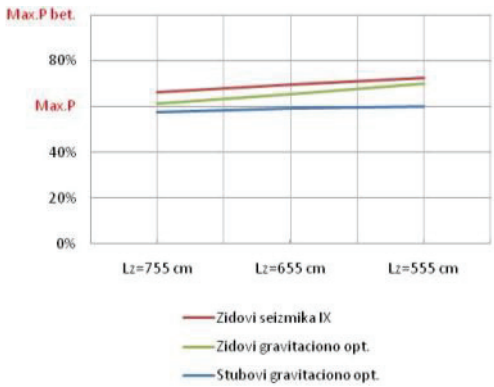
Na slici 11. prikazan je uticaj odnosa dužine zida i debljine temeljne ploče za gravitaciono opterećenje na priraštaj sile probijanja na ploči. Može se zaključiti da će kritična konfiguracija elemenata biti kratak zid i tanka ploča.



Slika 7.*Iskorišćenost dopuštene nosivosti pri probijanju stubom i zidom (L_{zida}=655 cm , sa obimnim zidovima, k_p=20.000 KN/m3)*



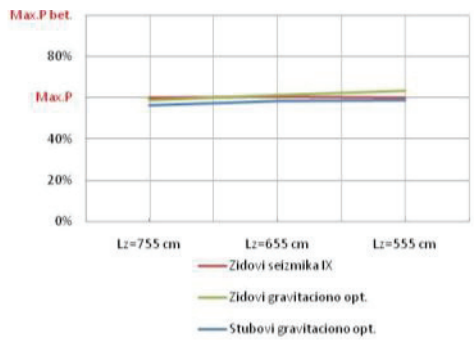
Slika 8.*Iskorišćenost dopuštene nosivosti preseka pri probijanju stubom i zidom (d_p=60 cm, k_p=20.000 KN/m³)*



Slika 9. *Iskorišćenost dopuštene nosivosti preseka pri probijanju stubom i zidom (d_p=60 cm, k_p=10.000 KN/m³)*

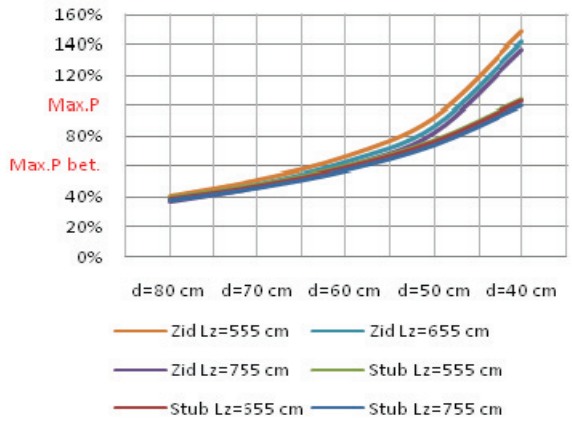
Uticaj smanjenja koeficijenta nosivosti tla prikazan je na slici 12. Iz poređenja vrednosti sile probijanja u uglovima zidova može se zaključiti da smanjenje nosivosti tla

deluje nepovoljno na probijanje ploče pošto sila probijanja kod ovog modela ima veći priraštaj.

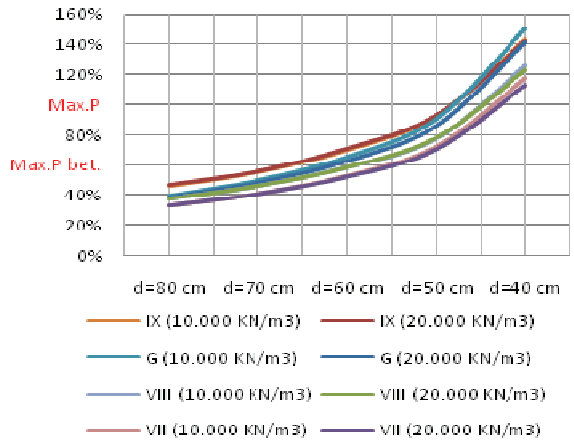


Slika 10. *Iskorišćenost dopuštene nosivosti preseka pri probijanju stubom i zidom (d_p=60 cm, k_p=20.000 KN/m³ sa obimnim zidovima)*

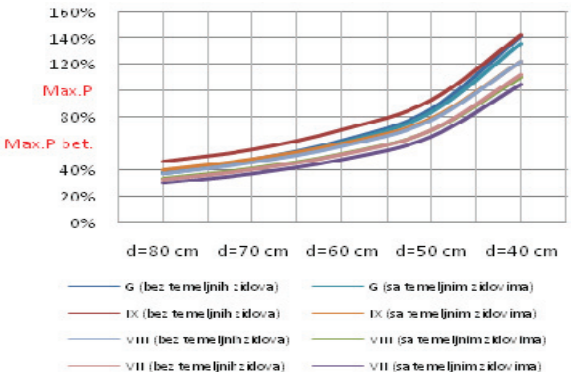
Uticaj opasavanja zgrade obimnim zidom u najnižoj etaži na priraštaj sile probijanja može se videti na *slici 13*. Iz priloženog se vidi da uvođenje ovakvih zidova u konstrukciju deluje povoljno time što se potpuno umiruje seizmički uticaj, a za slučaj proračuna probijanja merodavno opterećenje postaje gravitaciona kombinacija.



Slika 11. *Uticaj odnosa dužina zida-debljina ploče na iskorišćenost maksimalno dopuštene sile probijanja stubom i zidom za gravitacionu kombinaciju opt.*



Slika 12. *Poređenje iskorišćenosti nosivosti betonskog preseka pri probijanju zidovima u odnosu na promenu debljine temeljne ploče prema koeficijentu posteljice (L_{zida}=655 cm)*



Slika 13. *Poređenje iskorišćenja nosivosti betonskog preseka pri probijanju zidovima (L_{zida}=655 cm, k_p=20.000 KN/m3 sa i bez obimnih zidova)*

3. ZAKLJUČAK

1. Na objektima fundiranim na ploči sa malim brojem zidova za prijem seizmičkog opterećenja probijanje ploče dogodiće se primarno po uglovima zidova što ukazuje na neophodnost kontrole sile probijanja u uglovima zidova.

2. Objekti fundirani na pločama koji se nalaze na tlu čija je nosivost loša biće u nepovoljnijem položaju po pitanju probijanja temeljne ploče uglovima zidova, tako da prelazak sa npr. temeljnih roštilja na temeljnu ploču radi zadovoljenja dopuštenih napona u tlu nas može uvesti u problem probijanja ploče.

3. Izvođenje zidova u najnižoj etaži po obodima objekta može poslužiti kao jedno od rešenja za smanjenje sile probijanja na ploči. Seizmička kombinacija sila u slučaju ovog modela zamenjena je mnogo manjom gravitacionom kombinacijom opterećenja za probijanje zidovima.

4. LITERATURA

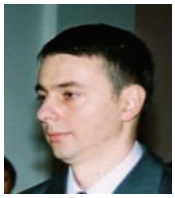
[1] *CEB-FIP* Model code 2010 Vol. 2.

[2] Zbirka jugoslovenskih pravilnika i standarda za građevinske konstrukcije Pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima Privremeni tehnički propisi za opterećenje zgrada. Opterećenje snegom

[3] Grupa autora: BETON I ARMIRANI BETON prema BAB 87, knjiga 1, Univerzitetska štampa, Beograd 2000. [3]

[4] Grupa autora: BETON I ARMIRANI BETON prema BAB 87, knjiga 2, 2007

Kratka biografija:



Igor Gilanji rođen je u Odžacima 1976. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo kons–trukcije odbranio je 2015.god

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 624.012.3/.4

PROJEKAT KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE STAMBENO - POSLOVNE ZGRADE U NOVOM SADU

DESIGN OF A MULTISTOREY REINFORCED CONCRETE RESIDENTIAL - COMMERCIAL BUILDING IN NOVI SAD

Stevan Budić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj - *U radu je prikazan projekat konstrukcije višespratne armiranobetonske stambeno-poslovne zgrade Su+Pr+5, kao i uporedna analiza proračuna graničnog stanja ugiba prema PBAB 87 i EC 2.*

Abstract - *The project of structure of multistory reinforced concrete residential-commercial building basement + ground floor + 5 stories, and a comperative anaysis of limit state deflection by PBAB 87 i EC 2.*

Ključne reči: *armiranobetonska zgrada, ukrućeni skeletni sistem , ugibi.*

1. UVOD

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje stambeno-poslovne zgrade spratnosti: suteren + prizemlje + pet spratova. Zgrada je u osnovi pravougaona, definisani su gabariti, rasteri stubova, namena pojedinih površina, lokacija i konstruktivni sistem.

2. OPIS PROJEKTA

2.1. Projektni zadatak i arhitektonsko rešenje

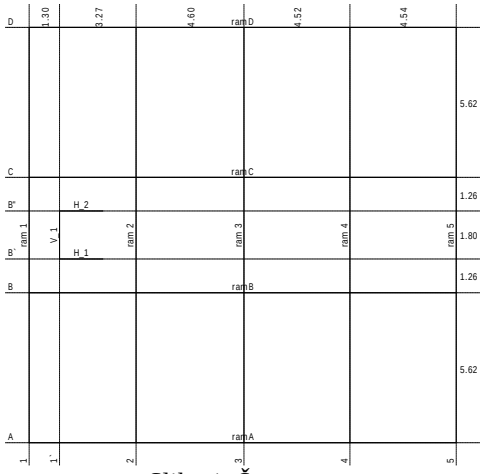
Konstrukcija zgrade se izvodi kao armiranobetonski skeletni sistem ukrućen potrebnim zidovima za ukrućenje. Ramovi obeleženi slovnim oznakama A, B, C, i D se pružaju u *X* pravcu na međusobnim rastojanjima: 4,32 m , 5,62 m i 4,32 m, dok se ramovi obeleženi brojnim oznakama 1, 2, 3, 4 i 5 pružaju u pravcu *Y*, na međusobnim rastojanjima: 4,57 m , 4,60 m, 4,52 m i 4,54 m (slika 1).

Objekat je projektovan kao stambeno-poslovni, sa dvokrakim stepeništem i liftom. U suterenu zgrade su predviđene ostave, vodomer i toplotna podstanica. U prizemlju su smeštene dve stambene jedinice i dva poslovna prostora. Na svakom od ukupno pet spratova nalazi se po četiri stambene jedinice.

Zidovi (sa unutrašnje strane) i plafoni se malterišu produžnim malterom *d*=2,0 cm i boje poludisperznom bojom. U sanitarnim prostorijama i kuhinjama zidovi se oblažu keramičkim pločicama, u kupatilima od poda do plafona, a u kuhinjama do visine od 1,5 m.

Podovi u sobama, trpezarijama i hodnicima su od klasičnog parketa *d* = 2,2 cm, a u kupatilima i kuhinjama su od keramičkih pločica *d* = 1,0 cm.

U kupatilima i terasama na konstrukciju treba postaviti hidroizolaciju. Stepeništa i hodnici obrađuju se keramičkim pločicama *d* = 1,0 cm. Fasadni zidovi su debljine *d* = 30,0 cm (puna opeka 25,0 cm + izolacija 5,0 cm). Unutrašnji zidovi su od pune opeke, debljine *d* = 25,0 cm i *d* = 12,0 cm. Tavanice iznad negrejanih prostorija oblažu se stiroporom *d* = 5,0 cm, a tavanica prema tavanu i konstrukcija kosog krova koji ograđuju stambeni prostor izvode se sa slojem termoizolacije *d* = 10,0 cm.



Slika 1. *Šema osa*

2.2. Konstruktivni sistem zgrade

Objekat je projektovan u klasičnom sistemu skeletne armiranobetonske (AB) konstrukcije, kombinacijom AB stubova i AB ploča, sa AB platnima za ukrućenje objekta. Marka betona svih elemenata konstrukcije jeste MB35, osim vertikalnih elemenata stubova i zidova za ukrućenje u nivou suterena, prizemlja i prvog sprata gde je marka betona MB40. Marka betona temeljne ploče je MB40. Armatura za stubove, zidove i temeljnu ploču je RA400/500, dok se ostale ploče armiraju sa MA500/560 i RA400/500, a armatura za uzengije RA400/500.

Međuspratna konstrukcija je projektovana kao puna armiranobetonska ploča oslonjena na sistem greda. Međuspratne konstrukcije su debljine 16,0 cm, primaju gravitaciono opterećenje jednog sprata i prenose ga na stubove objekta. Pored toga međuspratna konstrukcija ukrućuje sistem u horizontalnom pravcu i prima horizontalne sile i prenosi ih dalje na vertikalne elemente. Glavno stepenište u objektu se sastoji iz dve kose ploče i horizontalnog međupodesta. Stepenište se u nivou spratova oslanja na međuspatne konstrukcije.

NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Đorđe Lađinović.

Dimenzije greda u podužnom i poprečnom pravcu su 30/40 cm, a armiranje greda izvršeno je prema PBAB 87 i pravilniku za seizmiku.

Fasadni stubovi su konstantnog poprečnog preseka dimenzija *b/d* = 40,0/40,0 cm (ukupno 14 stubova), unutrašnji stubovi, u suterenu su dimenzija : 50,0/50,0 cm, dok su u prizemlju dimenzija 45,0/45,0 cm, u nivou prvog sprata su dimenzija 40,0/40,0 cm i tih dimenzija se protežu do krovne konstrukcije (ukupno 6 stubova). Projektovani su tako da zadovoljavaju propisane uslove iz pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju u seizmički aktivnim područjima.

Zidovi za ukrućenje postavljani su u oba ortogonalna pravca i njihova uloga je da prime i prenesu na temeljnu ploču horizontalna seizmička opterećenja i doprinesu celokupnoj krutosti zgrade. Zidna platna su u poprečnom i podužnom pravcu dimenzija *d* = 25,0 cm, a zidovi liftovskog okna su debljine *d* = 15,0 cm. Zidovi za ukrućenje su projektovani tako da zadovoljavaju propisane uslove iz pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima. Armiranje zidova izvršeno je prema PBAB 87 i pravilniku za seizmiku.

U suterenu su projektovani armiranobetonski zidovi debljine *d* = 25,0 cm. Oni zajedno, sa temeljnom pločom i pločom suterena čine nedeformabilni podzemni deo konstrukcije.

Fundiranje objekta je izvršeno na temeljnoj ploči debljine *d* = 60,0 cm. Temeljna ploča se izvodi od armiranog betona. Ispod temeljne ploče nasipa se tampon sloj šljunka debljine *d* = 10,0 cm i sloj „mršavog“ betona debljine *d* = 5,0 cm. Preko sloja „mršavog“ betona se postavlja hidroizolacija koja je sa gornje strane zaštićena slojem nearmiranog betona debljine *d* = 5,0 cm. Dozvoljeni napon u tlu je dobijen u geomehaničkom elaboratu i on iznosi σ_{doz} = 210,0 kN/m^2. Temeljna ploča je izvedena u betonu marke MB 40.

Krovna konstrukcija je prosta drvena. Pored uticaja od sopstvene težine, konstrukcija je proračunata i na dejstvo vetra i snega. Opterećenje od krovne ravni preuzimaju drveni rogovi. Predviđen je osovinski razmak rogova *e* = 91,0 cm, a rogovi su dimenzija 12,0/14,0 cm.

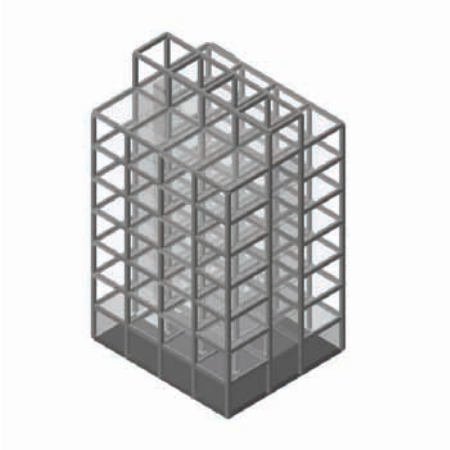
Opterećenje sa rogova prenosi se na venčanice i rožnjače. Dimenzije rožnjača su 14,0/16,0 cm, a dimenzije venčanica su 12,0/10,0 cm. Opterećenje sa rožnjača se prenosi na drvene stubove, dimenzija 14,0/14,0 cm, a opterećenje sa venčanica se prenosi na betonsku konstrukciju. Krov sadrži još konstruktivne elemente: pajante dimenzija 10,0/12,0 cm i klešta 2x4/12 cm. Dimenzionisanje je izvršeno metodom dozvoljenih napona. Celokupnu drvenu krovnu konstrukciju treba izvesti od četinara II klase maksimalne vlažnosti 18%.

2.3. Analiza opterećenja

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja: stalno opterećenje, prema SRPS U.C7.123/1988, čine sopstvena težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna, tavanice) i težine nenosivih elemenata (zidovi ispune, podovi, krovne obloge), korisno opterećenje, u funkciji namene prostorija, opterećenje snegom iznosi 1,0 kN/m^2 osnove krova, opterećenje vetrom je računato prema važećim standardima SRPS U.C7.110, 111 i 112, seizmičko opterećenje je analizirano metodom statički ekvivalentnog opterećenja saglasno Pravilniku [2] (II kategorija objekta, III kategorija tla, VIII seizmička zona).

2.4. Statički i dinamički proračun

Konstrukcija je modelirana ravanski i prostorno u programskom paketu Tower 6.0, korišćenjem linijskih i površinskih konačnih elemenata. Korišćena su tri modela, dva modela krovne konstrukcije i model AB konstrukcije. Pošto su rogovi svi identični urađen je model samo jednog roga, a reakcije dobijene iz tog modela iskorišćene za opterećenje novog modela koji formiraju rožnjače, stubovi i pajante. Konačno, urađen je i model AB konstrukcije (slika 2).



Slika 2. *3D izgled konstrukcije*

Opterećenja na model su aplicirana kao linijska i površinska, saglasno analizi opterećenja, a posebno za svaki slučaj osnovnog opterećenja. Pri formiranju proračunskog modela korišćena je gusta mreža konačnih elemenata (stranica elementa 0,5 m).

Opterećenje od sopstvene težine nosećih armiranobetonskih elemenata konstrucije se dobija softverski, automatskim generisanjem tako što se zapremina elementa pomnoži sa zapreminskom težinom γ = 25,0 KN/m^3.

Dodatno opterećenje od sopstvene težine nenosećih zidova se zadaje kao linijsko, sračunato tako što se zapreminska težina materijala pomnoži sa širinom i visinom, a dodatno opterećenje od podova i plafona se zadaje kao površinsko opterećenje dobijeno množenjem sopstvene težine materijala sa debljinom podova i plafona.

Opterećenje od vetra je na model aplicirano u osama tavanica. Razmatrana su dva slučaja opterećenja, vetar u podužnom i vetar u poprečnom pravcu.

Seizmički proračun je sproveden pomoću softverskog paketa Tower 6.0, gde su seizmičke sile automatski generisane nakon modalne analize. Proračun je sproveden za dva upravna pravca *X* i *Y*.

Tlo je modelirano pomoću Vinklerovog (Winkler) modela elastične opruge koje odgovaraju koeficijentu posteljice od 10 MN/m^2/m. Statički i dinamički proračun sproveden je na modelu kod koga su kombinovani linijski i površinski elementi. Tlo je modelirano kao apsolutno

kruto množenjem krutosti oslonaca sa 1000, u cilju sprečavanja vertikalnog oscilovanja konstrukcije i dobijanja realnijih oblika oscilovanja. Krutost oslonaca je zatim vraćena da bi se dobili realni uticaji u tlu i u konstrukciji.

Modalna analiza je sprovedena softverski. Zadato je da na konstrukciju deluje stalno opterećenje, opterećenje od snega u punom iznosu i 50% korisnog opterećenja.

2.5. Dimenzionisanje i armiranje elemenata

Svi elementi su dimenzionisani saglasno važećim propisima, prema uticajima merodavnih graničnih kombinacija opterećenja, za šta je iskorišćena opcija korišćenog softvera.

Elementi su međusobno kruto vezani jer je konstrukcija izvedena monolitno, te je obezbeđena armatura koja obezbeđuje uslov krute veze i prihvatanja odgovarajućih uticaja.

Grede su dimenzionisane kao jednostruko armirane, dok su stubovi dimenzionisani kao koso savijani, obostrano simetrično armirani. AB zidovi su dimenzionisani saglasno Pravilniku [2].

Dimenzionisanje svih elemenata krovne konstrukcije je izvršeno metodom dozvoljenih napona. Urađena je kontrola napona pritiska u stubovima i zidovima, kao i provera ploča na probijanje.

3. UPOREDNA ANALIZA PRORAČUNA GRANIČNOG STANJA UGIBA PREMA PBAB 87 I EC 2

3.1. Opšte

Proračunom prema graničnim stanjima nosivosti nije istovremeno obezbeđeno da se elementi i konstrukcije na željeni način ponašaju i u različitim fazama eksploatacije, pri dejstvima znatno manjeg inteziteta od onih koja bi izazvala lom, odnosno dovela konstrukciju u stanje granične ravnoteže. Da bi se obezbedilo zahtevano ponašanje elemenata i konstrukcije u eksploataciji, mora se posebno dokazati da nisu prekoračena ni granična stanja upotrebljivosti.

Pod graničnim stanjima upotrebljivosti se podrazumevaju naponsko-deformacijska stanja konstrukcija ili elemenata pri kojima je, pod uticajem najnepovoljnije kombinacije dejstava u eksploataciji, dostignut neki od propisanih ili konvencijalno utvrđenih kriterijuma o pogodnosti konstrukcije za upotrebu.

U slučaju prekoračenja tako utvrđenog graničnog stanja upotrebljivosti, konstrukcija ili konstrukcijski element se više ne smatraju podobnim za projektovanu namenu.

U AB elementima, u toku gradnje i u toku eksploatacije, kao posledica veoma različitih uzroka, pojavljuju se prsline. Relativno vrlo niska čvrstoća betona pri zatezanju osnovni je uzrok njihove pojave.

U toku građenja, prsline u AB elementima mogu se pojaviti još pre očvršćavanja betona. Pravilno spravljanje, ugradnja i negovanje betona najbolje su mere protiv njihove pojave. Posle ugradnje betona prsline se mogu pojaviti usled plastičnog sleganja, plastičnog skupljanja, hidratacije cementa, sprečenosti slobodnih dilatacija itd.

3.2 Proračun graničnog stanja ugiba prema PBAB 87

Proračunom prema graničnom stanju ugiba, potrebno je dokazati, da maksimalni ugib υ_{max} (t) AB elementa, usled najnepovoljnije kombinacije dejstava u toku eksploatacije, u proizvoljnom trenutku vremena t, nije veći od granične vrednosti ugiba $\upsilon_{u.}$.

$$\upsilon_{max}(t) \leq \upsilon_{u.} \qquad (1)$$

Ugib υ (t) armiranobetonskog elementa, izloženog složenom savijanju, u proizvoljnom trenutku vremena t, često se u praksi proračunava primenom postupka, koji se bazira na principu virtualnog rada. Prema tom postupku, ugib υ (t) određuje se integracijom po dužini elementa l, proizvoda srednje krivine k_s (t) i fiktivnog momenta savijanja M^f, usled jedinične sile, koja po položaju, pravcu i smeru odgovara traženom ugibu:

$$\upsilon(t) = \int_l k_s(t)\, M^f\, dz_b \qquad (2)$$

Element po dužini treba podeliti na proizvoljan broj delova. Najjednostavnije je da ti delovi budu jednaki. Međutim, pri integraciji funkcija koje imaju prelome ili skokove u pojedinim presecima, tačnije je usvojiti poklapanje podele sa tim presecima.

Preseci elementa, u kojima je moment savijanja M jednak momentu pojave prslina M_r, predstavljaju granicu između neisprskalog dela elementa, u stanju I, i isprskalog dela elementa, u stanju II. U tom preseku pojavljuje se skok, pa to treba imati u vidu prilikom podele elementa na delove.

Tačnost proračuna ugiba, numeričkom integracijom, zavisi od izabrane podele elemenata na delove. Sa povećanjem broja delova, tačnost proračuna se povećava, ali se povećava i obim posla.

Obimnost posla na numeričkoj integraciji, ili potreba stalne primene računara pri proračunu ugiba armiranobetonskih elemenata, inicirali su razvoj drugih, jednostavnijih, ali za praksu dovoljno tačnih metoda, baziranih na uvođenju odgovarajućih dopunskih pretpostavki.

Veoma praktična je bilinearna metoda. Ona se bazira na pretpostavci, da je, ne uzimajući u obzir uticaj skupljanja betona, ugib $v(t)$ bilinearna funkcija momenta savijanja M.

Za neisprskali armiranobetonski element, ugib υ (t), u trenutku vremena t, identičan je sa ugibom υ^I (t) za stanje I, sračunatim za proračunski model preseka bez prslina.

$$\upsilon(t) = \upsilon^I(t), \text{ za } M < M_r \qquad (3)$$

Vrednost ugiba $\upsilon(t)$ isprskalog AB elementa, nalazi se između najmanje moguće vrednosti ugiba υ^I (t) za stanje I, sračunate za proračunski model preseka bez prslina i najveće moguće vrednosti ugiba υ^{II} (t) za stanje II, sračunate za proračunski model preseka sa prslinom. Određuje se iz izraza:

$$\upsilon(t) = (1-\zeta_b)\, \upsilon^I(t) + \zeta_b\, \upsilon^{II}(t), \text{ za } M > M_r \qquad (4)$$

3.3 Proračun graničnog stanja ugiba prema EC 2

Deformacija elementa ili konstrukcije ne sme da bude takva da negativno utiče na njihovo pravilno funkcionisanje i izgled. U principu, nije neophodno da se ugib izračuna eksplicitno kao jednostavno pravilo, na primer ograničenje odnosa raspon/debljina može biti određeno, koje će biti dovoljno za izbegavanje problema ugiba u normalnim okolnostima. Rigoroznije provere su neophodne za članove koji su izvan tih granica, ili gde su ograničenja ugiba drugačija u odnosu na ona koja su u pojednostavljenoj metodi.

Izgled i opšta korisnost elementa bi mogla biti smanjena kada se obračunava ulegnuće za grede ,ploče ili konzolu podvrgnute kvazi trajnom opterećenju, tako da ugib prelazi vrednost raspon /250.
Ugib koji bi mogao oštetiti susedne delove objekta jeste ograničen na vrednost raspon/500.

Slučajevi kada proračun ugiba po EC2 može biti izostavljen , pod uslovom da su armiranobetonski elementi dimenzionisani tako da su odnos raspon/debljina u saglasnosti sa :

$$\frac{l}{d}=K\left[11+1{,}5\sqrt{f_{ck}}\,\frac{p_o}{p}+\,3{,}2\sqrt{f_{ck}}\left(\frac{p_o}{p}-1\right)^{3/2}\right],\ p\le p_o \qquad (5)$$

$$\frac{l}{d}=K\left[11+1{,}5\sqrt{f_{ck}}\,\frac{p_o}{p-p''}+\,\frac{1}{12}\sqrt{f_{ck}}\sqrt{\frac{p''}{p_o}}\right],\qquad p>p_o \qquad (6)$$

Tamo gde je proračun neophodan ,deformacija se izračunava na osnovu opterećenja koje odgovara svrsi kontrole.

Elementi za koje se ne očekuje da budu opterećeni većim opterećenjem od onih koji bi izazvali prekoračenje čvrstoće na zatezanje betona , bilo gde ,element bi trebalo da se smatra kao neispucan.

Za elemente od kojih se očekuje da ispucaju, ali ne mogu u potpunosti da ispucaju, pa će se ponašati na način između neispucanog i potpuno ispucalog elementa, odgovarajuće predviđanje ponašanja je dato sledećim izrazom :

$$\alpha=\zeta\,\alpha_{ll}+(1-\zeta)\,\alpha_{l} \qquad (7)$$

4. ANALIZA REZULTATA

Proračunom prema PBAB 87 ugib grede se dobija 17,01 mm, a prema EC 2 ugib je 8,66 mm.

Ta razlika se može objasniti analizirajući izraze po kojima se računaju ugibi. PBAB 87 daje dve varijante za određivanje konačnog ugiba:

$$\upsilon\,(t)=\upsilon^{I}\,(t),\ \text{za}\ M<M_r \qquad (8)$$

$$\upsilon\,(t)=(1-\zeta_b)\,\upsilon^{I}\,(t)+\zeta_b\,\upsilon^{II}\,(t),\ \text{za}\ M>M_r \qquad (9)$$

gde je Mr moment pojave prslina, dok je po EC 2, za slučaj kada je potreban proračun, formula za određivanje konačnog ugiba:

$$\alpha=\zeta\,\alpha_{ll}+(1-\zeta)\,\alpha_{l} \qquad (10)$$

Izrazi (7) i (8) su potpuno identični, u njima se vrednost ugiba u stanju I množi sa (1-ζ), a ugiba u stanju II sa ζ. Kako je i izraz za određivanje konačnog ugiba identičan, razlike u rezultatu proizilaze iz različitih izraza za određivanje ukupnog momenta inercije.

Deo izraza koji se odnosi na moment inercije betonskog dela ima najviše razlike. Razlike momenta inercije armature, su u tome što se množe različitim koeficijentima.

U PBAB 87 taj koeficijent je *n*, i on je jednak odnosu modula elastičnosti armature i betona $n = E_e/E_b$, a u EC 2 koeficijent je (*m*-1), gde je *m* odnos modula elastičnosti armature i efektivnog modula elastičnosti betona $m = E_c/E_{c,ef}$.

Takođe u izrazu za određivanje ugiba, PBAB 87 koristi običan modul elastičnosti betona, a EC 2 efektivni modul elastičnosti betona.

5. ZAKLJUČAK

Dopušteni ugib po PBAB 87 je *l*/300, a EC 2 daje veće granične vrednosti *l*/250. Proračunom prema PBAB 87 dobijaju se nešto veće vrednosti ugiba, nego proračunom prema EC 2.

Iako su proračuni slični, vrednosti ugiba se razlikuju jer prema EC 2 računamo ugibe sa efektivnim modulom elastičnosti, koji je u proračunu oko tri puta manji od modula elastičnosti koji koristi PBAB 87.

Razlikuju se i moment inercije što takođe utiče da dobijemo različite rezultate.

6. LITERATURA

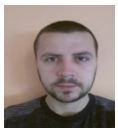
[1] B. Petrović: *Odabrana poglavlja iz zemljotresnog građevinarstva*, Građevinska knjiga, Beograd, 1989.

[2] Grupa autora*: Beton i armirani beton* prema BAB 87, knjiga 1 i 2, Univerzitetska štampa,.

[3] Ž. Radosavljević, D. Bajić: *Armirani beton 3*, Građevinska knjiga, Beograd, 2007.

[4] *Eurocode 2*: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings, Management Centre, Brussels, december 2004.

Kratka biografija:



Stevan Budić rođen je u Pakracu, R. Hrvatska 1984. godine. Diplomski - master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo - usmerenje konstrukcije odbranio je 2015. godine.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 624.041:69.059.25

OJAČANJE AB KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE STAMBENE ZGRADE U BEOGRADU NAKON DOGRADNJE

STRENGTHENING OF RC STRUCTURE OF MULTI - STOREY RESIDENTIAL BUILDING IN BELGRADE AFTER UPGRADE

Ognjen Petrićević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – *U prvom delu ovog rada date su teorijske osnove za projektovanje i izvođenje radova na fundiranju objekata, odnosno neophodne mere i rešenja za zaštitu iskopa temeljnih jama. U drugom djelu rada prikazana je procena stanja, dogradnja i ojačanje AB noseće konstrukcije stambenog objekta u Beogradu, spratnosti Po+S+Pr+5+Pk. Rad sadrži osnovne tehničke podatke o zgradi, detaljan pregled i projekat dogradnje jednog sprata na postojeću konstrukciju objekta. Formiran je novi prostorni model za za proračun konstrukcije sa dograđenim spratom. Dati su detalji izvođenja radova na ojačanju karakteristočnih elemenata noseće konstrukcije, kao i načini povezivanja novoprojektovane i postojeće konstrukcije.*

Abstract – *The first part of this study is a theoretical part with the topic "Protection of the excavation of foundation pits". The second part of this study is an assessment, one floor upgrade and strengthening of RC structure of residential building in Belgrade, consisting of two basement floors + ground floor + 5 floors + attic. The paper contains basic technical information of the building, as well as a detailed overview of the project of upgrading one floor to the existing building structure. A new spatial model of an upgraded building has been created. Procedures and details of the strengthening of the structure have been given, and it also contains detailed solutions for connection of the new and existing structure.*

Ključne reči*: Zgrada, skeletni sistem, procena stanja, dogradnja, sanacija, ankeri*

1. UVOD

Rad se sastoji od dve međusobno povezane celine.

Prvi deo rada predstavlja teorijsko – istraživački deo u kome je data analiza projektantskih i izvođačkih zahteva u pogledu zaštite iskopa temeljnih jama.

Drugi deo rada posvećen je proceni stanja, dogradnji i ojačanju konstrukcije postojećeg stambenog objekta u Beogradu.

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

2. ZAŠTITA ISKOPA TEMELJNIH JAMA

2.1. Uvod

Temeljne jame se kopaju ispod nivoa površine terena u njegovu dubinu, ali samo sa površine terena. U njima se izvodi konstrukcija podzemnog dijela budućeg objekta, što znači da su one uglavnom privremeni prazni prostori koji moraju biti sigurni za izvođenje ostalih radova u njima. Za razliku od rovova, široki iskop građevinskih jama u nekom tlu ili stijeni, kao i osiguranje stranica iskopa u slučaju očekivanog urušavanja, izvodi se bez međusobnog razupiranja konstrukcije za osiguranje jer ono nije ekonomično ali i zbog toga što uglavnom smeta kasnijem izvođenju radova. Prema načinu zaštite od urušavanja bočnih strana iskopa mogu se primeniti sledeća rešenja:

- temeljna jama bez zaštite bokova,
- zaštita bočnih strana jame posle iskopa,
- zaštita bočnih strana jame paralelno sa kopanjem,
- zaštita sa prethodno u tlo pobijenim zaštitnim zidovima
- zaštita *bokova iskopa sa prethodno u tlo ugradjenim zaštitnim zidovima.*

2.2. *Temeljna jama bez zaštite bokova*

Bočne strane temeljne jame, iskopane u nekom tlu, mogu biti nepoduprte samo dotle dok se u tlu ne iscrpi trenje i kohezija, odnosno otpornost na smicanje. Temeljna jama bez zaštite bočnih strana iskopa može opstati samo onda ako se gradi sa kosinama. Ovakav način građenja je ekonomski opravdan i moguć kada u okolini temeljne jame nema objekata i kada u tlu nema podzemne vode, ili ako je ima, ako postoje mogućnosti za njeno crpljenje i odstranjivanje.

2.3. *Osiguranje bokova temeljne jame posle iskopa*

Kada je reč o osiguranju bokova temeljne jame posle iskopa, ovaj postupak je primenljiv pod sledećim uslovima: kada je iskop plići i kada nema podzemne vode, ili je nivo podzemne vode veštački spušten. Pod plićim iskopom se podrazumeva dubina t= 2.0 – 4.0m, i ona je moguća kod tvrđeg vezanog tla i kod zbijenog nevezanog tla. U bokovima ovakve nepoduprte jame javiće se neko vreme posle iskopa pukotine u tlu, kao posledica napona zatezanja u tlu. Vreme pojave pukotina u tlu zavisi od vrste tla. Zbog toga, a da bi obezbedili siguran rad u temeljnoj jami, obavezno je osiguranje od odrona bokova jame, koje se gradi odmah posle iskopa.

2.4. *Osiguranje bočnih strana iskopa paralelno sa kopanjem*

Postupak osiguranja bočnih strana iskopa paralelno sa kopanjem se koristi u tlu sa malom kohezijom, kada se tlo osipa i kada u tlu nema podzemne vode ili je priliv podzemne vode neznatan, a dotok ne izaziva unutrašnju eroziju okolnog tla. Ovaj način obezbeđivanja bokova temeljne jame se često koristi u praksi.

Postoji više načina zaštite bočnih strana temeljne jame paralelno sa iskopom. Ti postupci podgrađivanja zavise od vrste tla u kome se kopa, od dubine temeljne jame, od materijala sa kojim se štiti bok iskopa. Tehnika iskopa i njegove zaštite sastoji se u tome da se odmah posle delimičnog iskopa štiti otkopani dio od zarušavanja.

Čak i tlo bez kohezije zbog svoje prirodne vlažnosti i zbog svoje zbijenosti, može izvesno kraće vrijeme da stoji u obliku vertikalnog zaseka. Materijal zaštite bočnih strana iskopa, paralelno sa kopanjem može biti drvo, kombinacija čelika i drveta ili samo armirani beton.

2.5. Zaštita bočnih strana temeljne jame prethodno u tlo pobijenim zaštitnim zidovima

Priboj je zaštićeni prostor u tlu, u kome se kopa temeljna jama, u kojoj se gradi objekat. Postupak se koristi kada se u toku iskopa očekuje veći priliv podzemne vode. On se sastoji u tome što se po obimu temeljne jame pobijaju talpe zida priboja, a zatim se kopa temeljna jama, obično uz paralelno crpljenje vode.

Priboj se uglavnom koristi u tlu velike vodopropusnosti, znači u pretežno nevezanom tlu. Zidovi priboja se pobijaju u tlo ispod dna iskopa, pa štite od zarušavanja okolnog tla i od priliva vode u iskop. Zidovi priboja su praktično vodonepropusni. Voda iz iskopa se crpi uglavnom površinskim pumpama. Posle građenja objekta u priboju, zidovi priboja se čupaju, ili ostaju kao sastavni deo temelja, što se određuje projektom.

Zid priboja se sastoji od niza talpi, koje se međusobno priljubljuju, ili spajaju perom i žlebom. Talpe zida priboja mogu biti od drveta, betona ili čelika.

2.6. *Zaštita bočnih strana temeljne jame, prethodno u tlo, izbetoniranim zaštitnim zidovima*

U tlu se grade, po obodu temeljne jame, armiranobetonski zidovi po specijalnom postupku. Posle očvršćavanja betona, za vreme kopanja temeljne jame, služe kao zaštita od zarušavanja njenih bokova i kao zaštita od priliva vode u iskop. Ovaj postupak zaštite iskopa se dosta koristi u gradovima i u urbanom području.

Za građenje ovakvih zaštitnih zidova ima različitih tehnologija i različitih alata. Iskop grajfer kašikama, korišćenje alata za drobljenje stijena i sl. Građenju ovih zidova ne smeta podzemna voda. Kroz slobodnu vodu, vodu iznad tla, teško se mogu graditi. Ovakve zaštite temeljnih jama su naročito ekonomski opravdane, kada su ti zidovi i deo budućeg objekta u eksploataciji. Postoje dva postupka građenja armiranobetonskih zidova direktno u tlu:

- opremom za građenje šipova, kada se iskop za šip štiti čeličnim cjevima, i
- opremom kod koje se rov u tlu štiti suspenzijom gline i vode.

3. DOGRADNJA VIŠESPRATNE ZGRADE

3.1. Uvod

U drugom delu rada prikazana je nadogradnja od jednog sprata na postojeću konstrukciju višespratne stambene zgrade u Preševskoj ulici br. 34 u Beogradu.

Slika 1. – *Izgled objekta*

4. OPIS POSTOJEĆE KONSTRUKCIJE

4.1. Namena i gabariti objekta

Objekat je stambeni, spratnosti *Po+S+Pr+5+Pk*. Dimenzije objekta u osnovi su 26.74 x 12.92m. Stambeni i garažni deo su razdvojeni dilatacionom razdelnicom. Podrum objekta je predviđen za parking, prostorije za vodomere, toplotnu podstanicu i ostave stanara. Ulaz u podrum je pomoću lifta ili stepeništa širine 1.20 m. U suterenu je takođe predviđen parking, poslovni lokal i galerije.

Prizemlje objekta je projektovano kao stambeni prostor sa tri stambene jedinice. Projektovane stambene jedinice su u rasponima od jednosobnih do četvorosobnih stanova. Prizemlje i drugi sprat su projektovani sa tri stambene jedinice, dok su sve ostale etaže sa po dve stambene jedinice. Stambene jedinice sadrže sve uslove za funkcionalno i savremeno stanovanje, iste imaju neto površine od 30.5 m² do 83.3m².

Tavanski prostor nema posebnu namenu, može da služi za skladištenje materijala potrebnih za eventualne popravke krova.

Spratna visina podruma je 2.80m, visina suterena je 3.20m, a visina ostalih etaža je 2.88m. Vertikalna komunikacija objekta je obezbeđena pomoću trokrakog armiranobetonskog stepeništa i lifta.

4.2. Konstruktivni sistem zgrade

Konstruktivni sistem objekta je skeletni, sa AB platnima za ukrućenje. Stubovi se nalaze na različitim razmacima u oba ortogonalna pravca. Fundiranje objekta je izvršeno na punoj AB temeljnoj ploči debljine 65cm. Međuspratna tavanica je izvedena kao puna AB ploča debljine 18cm. Zidovi suterena su armirano betonski d=25cm i d=20cm. Spoljašnji zidovi objekta su izrađeni od blokova d=25cm, dok su pregradni zidovi d = 12cm. Armiranobetonska zidna platna su postavljena u dva glavna ortogonalna pravca i debljine su: d = 20cm i d = 16cm. Stepenište je trokrakokrako debljine d = i oslanjaja se na podestne grede poprečnog preseka b/d = 25/18cm i b/d = 25/40cm. Dimenzije stubova su konstantne po visini objekta, i one

iznose b/d: 16/16; 40/30; 60/30; 60/40; 45/50; 30/20; 20/20; 30/30; 25/25 i 40/40cm. Projektovani su tako da zadovoljavaju propisane uslove iz Pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima. Grede su pravougaonog poprečnog presjeka dimenzija b/d = 25/18cm i b/d = 25/40cm. Armirane su rebrastom armaturom prečnika Ø12 i Ø14 koja je utegnuta uzengijama URØ6. Debljina zaštitnog sloja betona iznosi a=2cm. Svi betonski elementi izvedeni su od betona marke MB 30, armirani su armaturom RA 400/500 i MA 500/560.

5. PROCENA STANJA POSTOJEĆEG OBJEKTA

Prilikom pregleda elemenata konstrukcije, pojava prslina i većih oštećenja koja bi ozbiljno narušila integritet konstrukcije nisu uočena. Unutrašnjost objekta je omalterisana tako da nije bilo moguće uočiti postojanje oštećenja vizuelnim pregledom. Budući da je reč o objektu koji nije star, veća oštećenja, nisu ni očekivana. Posmatrajući konstrukciju u celini, na osnovu vizuelnog pregleda, zaključeno je da nije ugrožena nosivost, stabilnost, trajnost i funkcionalnost postojećeg objekta.

Slika 2. – Izgled stepeništa

Slika 3. – Izgled garažnog prostora

6. NADOGRADNJA I OJAČANJE POSTOJEĆE KOSTRUKCIJE NEDOVOLJNE NOSIVOSTI

6.1. Nadogradnja

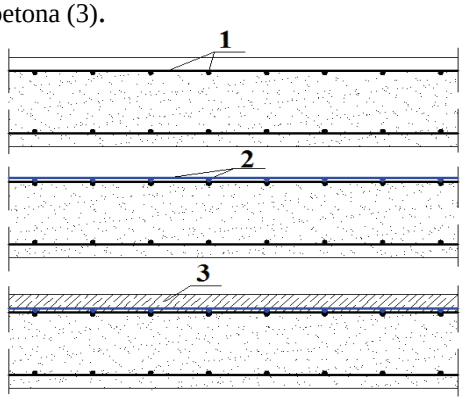
Projektom je predviđena dogradnja od jednog sprata na postojeću konstrukciju objekta, tako da se dobija novi objekat spratnosti: *Po+S+Pr+6+Pk*. Osnova dodatog sprata je projektovana tako da je po rasporedu konstrukcijskih elemenata i prostorija ista kao i tipski spratovi.

Krovna konstrukcija je izvedena na isti način kao prije dograđenog stanja, složeni drveni krov na dvije vode. Kao glavni nosači koriste se drvene rešetke, nagiba α =12°, 15° i 18°. Krovni pokrivač je trapezasti lim. Konstruktivni sistem je i dalje skeletni sa AB platnima za ukrućenje, sa zadržanim dimenzijama stubova. Nova međuspratna konstrukcija je puna AB ploča debljine 18cm. Za vertikalnu komunikaciju u ovom dijelu zgrade izvedeno je novo AB trokrako stepenište a postojeći lift je nastavljen do nove etaže. Novoformirani objekat je promjenio spratnost i visinu tako da je neophodno formirati novi model konstrukcije i izvršiti provjeru napona u stubovima, AB platnima kao i provjeru horizontalnog pomjeranja vrha objekta usled horizontalnih dejstava.

Nakon formiranja novog prostornog modela, apliciranja postojećeg i dodatnog opterećenja od dogradnje, sprovedena je statička i dinamička analiza. Zaključeno je da su naponi u određenom broju stubova prizemlja i suterena prekoračeni. Takođe je potrebna i dodatna armatura na pojedinim djelovima temeljne ploče kao i u određenom broju greda. Što se tiče maksimalnog pomeranja vrha zgrade i normalnih napona u AB platnima usled seizmičkog dejstva, oni su u dopuštenim granicama prema Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima. Donesen je zaključak da se predvide konkretne mere ojačanja određenog broja stubova podrumu i suterenu izvođenjem plašta i da se izvrši postavljanje dodatne armature u gredama kao i u gornjoj zoni temeljne ploče.

6.2. Ojačanje temeljne ploče

Ojačanje temeljne ploče izvršiće se postavljanjem dodatne armature u naznačenim zonama. Postupak ojačanja sastoji se u uklanjanju zaštitnog sloja do armature (1), postavljanje dodatne armature za ojačanje (Q188) u odgovarajućim zonama (2) i izlivanja novog zastitnog sloja betona (3).



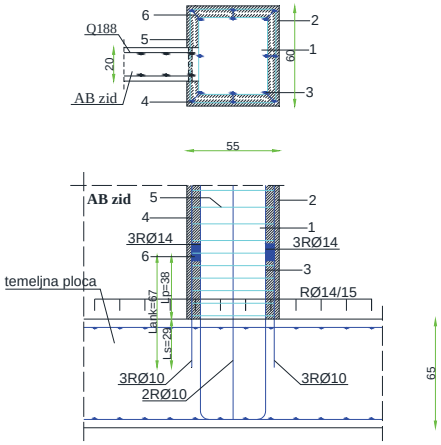
Slika 4. – Izgled stepeništa

6.3. Ojačanje armiranobetonskih stubova

Potreba za ojačanjem popriječnog presjeka stubova proizilazi iz analize prekoračenja normalnih napona. Ojačanje osnovnog presjeka izvršiće se novim betonskim "plaštom" uz ugrađivanje dodatne armature odgovarajućih prečnika prema potrebi. Na postojećim stubovima koje je potrebno ojačati izvršiće se štemovanje tj. uklanjanje zaštitnog sloja betona do armature pri čemu će se obrazovati pojasevi sa jasno vidljivom armaturom. Oko tako pripremljenih stubova stubova oformiće se AB plašt odgovarajuće debljine i u njega smjestiti nova armatura i uzengije.

Na sledećim slikama dat je prikaz ojačanja stubova:

1. Postojeći stub 2. "Plašt"– dodatni beton 3. Postojeća armatura 4. Nova podužna armatura u plaštu 5. Uzengija u "plaštu" 6. Mjesto zavarivanja novih i postojećih uzengija



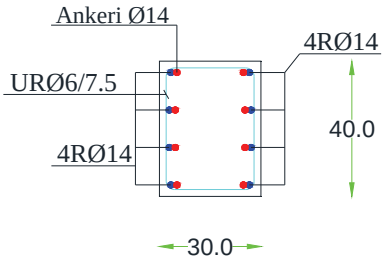
Slika 5. – Izvođenje AB ”plašta” radi ojačanja stuba S2H5 u ramu H5

7. POVEZIVANJE NOVOPROJEKTOVANE I POSTOJEĆE KONSTRUKCIJE

Za novoprojektovano stanje nadogradnje potrebno je izvršiti povezivanje postojećeg i novog dela konstrukcije. Princip povezivanja sastoji se u ugrađivanju metalnih ankera u prethodno izbušene rupe u postojećoj armiranobetonskoj konstrukciji. Kod ovakvog sistema ankerovanja athezija se ostvaruje pomoću materijala za zalivanje ili injektiranje na bazi epoksida. Kao ankeri će se u ovom slučaju koristiti armaturne šipke.

7.1. Stubovi

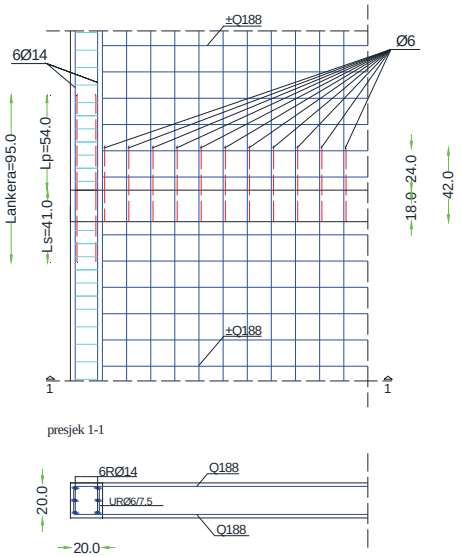
Prvo je potrebno štemovanjem ukloniti zaštitni sloj betona do armature u oslonačkim zonama postojećeg AB stuba, i obaviti čišćenje odstranjenog betona. Pošto je armatura u oslonačkim zonama postala vidljiva, onda se može pristupiti bušenju rupa za ankere. Ukupna dužina jednog ankera je jednaka zbiru dužine preklapanja *lp* armaturnih šipki stubova i dužine sidrenja *ls* armaturne šipke ankera.



Slika 4. – Poprečni presek stuba S7H7 u ramu H7 i položaj rupa za ankerovanje stuba nadogradnje

7.1. AB platna

Povezivanje novih i postojećih AB platana vrši se bušenjem rupa u postojeća platna prečnika koje su za 2mm veće od prečnika armature i dubine koja odgovara dužini sidrenja. Ukupna dužina jednog ankera je jednaka zbiru dužine preklapanja ***lp*** armaturnih šipki stubova i dužine sidrenja ***ls*** armaturne šipke ankera. U ovom slučaju ankerovanja, kao ankeri, koriste se armaturne šipke iste debljine kao i armatura koja se nastavlja. U srednjem dijelu platna koji je dužine $0.8*l_p$ koristi se mreža Q188 (e1 = Ø6/15; e2 = Ø6/15) pa se ankeri postavljaju na svakih 15 cm dok se na ivičnim djelovima platna, dužine $0.1*l_p$, ankeri postavljaju pored svake podužne šipke što je u ovom slučaju 6R Ø14.



Slika 6. – Povezivanje novoprojektovanog AB platna sa postojećom konstrukcijom

8. LITERATURA

1. Zbirka Jugoslovenskih pravilnika i standarda za građevinske konstrukcije

2. Grupa autora: Beton i armirani beton 87, knjiga 1, Beograd, 1995.

3. Grupa autora: Beton i armirani beton 87, knjiga 2, Beograd, 1995.

4. Z. Brujić: Materijal sa predavanja – Višespratne zgrade

5. V. Radonjanin, M. Malešev: Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija – material sa predavanja

6. V. Radonjanin, M. Malešev: Sanacija betonskih konstrukcija – material sa predavanja

7. Čedomir Vujičić: Fundiranje, Beograd, 1989.

8. Stevan Stevanović: Fundiranje 1, Beograd, 1987.

9. Internet adresa: http//www.radimpex.co.yu- upustvo za primjenu Tower 6

10. Internet adresa: http:// www. inteco.hr/

Kratka biografija:

Ognjen Petrićević rođen je u Bijeljini, 6. marta 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti građevinarstvo – modul konstrukcije – Procena stanja i sanacije betonskih konstrukcija, odbranio je 2015. god.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 624.012.45:69.059.25

PROCENA STANJA SA PROJEKTOM RUŠENJA PROIZVODNE HALE I PROJEKAT KONSTRUKCIJE ZGRADE STUDENTSKOG DOMA U NOVOM SADU

ASSESSMENT, DEMOLITION PROJECT OF PRODUCTION HALL AND STRUCTURAL DESIGN OF STUDENT DORMITORY IN NOVI SAD

Žarko Vitor, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – *Zadatak ovog rada jeste procena stanja AB dvobrodne hale. Pošto je utvrđeno da hala ne zadovoljava nosivost, stabilnost, trajnost i upotrebljivost urađen je projekat rušenja a zatim na tom mestu projektovana nova zgrada. Tema teorijskog dela su ravni krovovi u okviru kojih su detaljno obrađene sve vrste ravnih krovova sa posebnom obradom ravnih zelenih krovova. U praktičnom delu izvršen je detaljni vizuelni pregled konstrukcije hale na osnovu čega je izvršena procena stanja elemenata konstrukcije. Detaljno su opisani i kroz fotografije prikazani defekti i oštećenja, nakon čega je tabelarno prikazana njihova zastupljenost na konstrukciji. Nakon procene stanja urađen je projekat rušenja u kome su opisane sve faze rušenja delova konstrukcije kao i alati i mašine koje će biti korišćene da bi se rušenje obavilo i parcela dovela u uredno stanje. Na pripremljenoj parceli isprojektovana je nova zgrada.*

Abstract – *The task of this study is to assess the condition of reinforced concrete two-ship hall. Since it was established that the hall does not meet load, stability, durability and usability requirements, demolition project was made and then the new building was projected. The topic of the theoretical part* ***are*** *flat roofs within which are discussed in detail all types of flat roofs with specially treated flat green roofs. The practical part includes a detailed visual inspection of the facilities on the basis of which an assessment is made of structural elements conditions. There are detailed descriptions and photos of defects and damage, after which their tabulated representation is displayed. After assessment of the situation the demolition project was made, in which are described all phases of demolition of structure as well as the tools and machinery that will be used to perform the demolition and parcels brought in good condition. On the prepared land the new building was designed.*

Ključne reči: *hala, ravni krovovi, defekti, oštećenja, procena stanja, rušenje, nova zgrada.*

1. PRIKAZ TEORIJSKOG DELA

1.1 Ravni krovovi

Od kad je čovek počeo da gradi sklonište i prebivalište za sebe, da bi se zaštitio od kiše, sunca, vetra, nastali su i krovovi i zamisao o njima.

Ravan krov (*Slika 1)* predstavlja kompleksnu konstrukciju koja služi da u potpunosti štiti neki objekat od prodiranja atmosferske vode i vlage kroz tu konstrukciju kao i da trajno zaštiti korisnike objekta od nedovoljne ili suvišne toplote postavljanjem termoizolacionih materijala.

Slika 1. *Ravan krov*

Podela ravnih krovova prema nagibu:

- Sa malim nagibom od 0.5-1 %
- Sa normalnim nagibom 1-2.5 %
- Sa većim nagibom od 2.5-4 %
- Sa velikim nagibom od 4-15 %
- Nagnuti krovovi od 15-40 %

Podela ravnih krovova prema prohodnosti:

- Prohodni i
- Neprohodni ravni krovovi

Podela ravnih krovova prema provetravanju:

- Neprovetreni (topli)
- Provetreni (hladni)
- Kombinovani

Slojevi u ravnim krovovima i materijali koji se koriste za njih:

- Sloj za nagib (nearmirani beton, perlit beton, keramzit beton)
- Sloj za izjednačavanje (bitumenizirane trake sa uloškom od staklenog voala)
- Parna brana (bitumenske trake)
- Toplotna izolacija (penoplasti, ekspandirana pluta, mineralna i staklena vuna, penasto staklo)
- Hidroizolacija (bitumenske trake)
- Zaštita hidroizolacije (cementni malter)

NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Mirjana Malešev.

1.2 Ravni zeleni krovovi

Pozitivni efekti zelenih krovova:

- Poboljšana zaštita od toplote i hladnoće
- Poboljšanje mikroklimatskih uslova
- Poboljšanje efikasnosti rada solarnih sistema
- Vezivanje prašine iz vazduha
- Oblast ekološke kompenzacije
- Štiti hidroizolaciju krovova
- Poboljšanje radne i životne okoline
- Prigušenje buke
- Zadržavanje kišnice
- Smanjenje opterećenja prilikom jakih pljuskova

1.2.1 Ekstenzivni ravni zeleni krovovi (*Slika 2)*

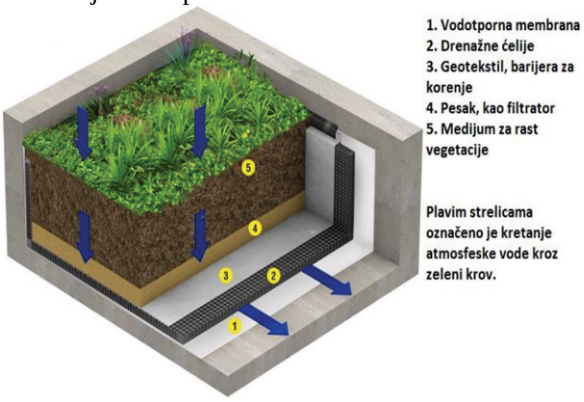
Slika 2. *Ekstenzivni zeleni krov*

Težina: približno 90 – 140 kg/m^2
approximately 0,9 – 1,4 KN/m^2
Ugradna visina: 70 – 100 mm
Vegetativni sloj:
Sedum – bilje - trava
Zadržavanje vode: približno 50 %

1.2.1 Intezivni ravni zeleni krovovi (*Slika 3)*

Slika 3. *„Krovna bašta“ intezivni zeleni krov*

Težina: približno 320 – 680 kg/m^2
approximately 3,2 – 6,8 KN/m^2
Ugradna visina: 260 – 600 mm
Vegetativni sloj:
Žbunje – drvenasto bilje - travnjak
Zadržavanje vode: približno 70 – 95 %



Slika 4- Slojevi ravnih zelenih krovova

2. PROCENA STANJA AB DVOBRODNE HALE

2.1 Uvod

Radi procene stanja konstrukcije AB dvobrodne hale, koja se nalazi na Bulevaru despota Stefana br. 9 u Novom Sadu, izvršen je detaljan vizuelni pregled. Na *Slici 5* dat je izgled hale.

Slika 5. *Opšte stanje objekta, spoljašnja strana*

Objekat datira iz 1954. godine. On je na svojim krajevima povezan sa halama koje se pružaju upravno u odnosu na objekat. Takođe, upravno na objekat, za njega se veže još jedna hala. Objekat je za vreme svog eksploatacionog veka bio korišćen za proizvodnju prefabrikovanih stubova i greda. Dimenzije objekta su 12.55x76m.

2.2. Konstruktivni sistem

Konstruktivni sistem objekta (*Slika 6)* čine AB prefabrikovani stubovi i grede. Stubovi su fundirani na temeljima samcima, koji su postavljeni u tri ose. Stubovi u spoljašnjim osama su „I“ poprečnog profila, dok su stubovi u središnjoj osi sastavljeni od dva „I“ profila. Središnji stubovi, kao i stubovi u spoljašnjim osama, su povezani AB gredama koje čine dva prefabrikovana „L“ profila međusobno sastavljena po donjoj ivici, dok je prazan prostor između njih naliven monolitnim betonom koji je posebno proračunat i armiran.

Slika 6. *Izgled konstrukcije objekta*

2.3. Detaljan vizuelni pregled

Vizuelnom pregledu su podvrgnuti svi dostupni elementi konstrukcije, odnosno:

- AB Stubovi i AB grede
- Zidani zidovi i drvena krovna rešetka.

Rezultati pregleda dati su u vidu fotografija koje ilustruju stanje objekta.
Vidljivi defekti uočeni vizuelnim pregledom prema [5] su:

- Rupičasta površina-mehurići zarobljenog vazduha uz oplatu
- Nedovoljna debljina zaštitnog sloja betona (*Slika 7)*
- Geometrijska imperfekcija-stubovi i grede nisu u projektovanom položaju
- Odstupanje rastojanja između uzengija od projektovanog položaja.

Vizuelnim pregledom detektovana su sledeća oštećenja:

- Ljuskanje završnog premaza (kreča), (*Slika 8)*
- Mehanička oštećenja ivica elemenata, (*Slika 9)*
- Lokalno drobljenje i otpadanje delova elemenata usled udara i deformacija armature (usled čega je značajno redukovan poprečni presek)
- Korozija armature (vidljiva armatura)
- Prsline i pukotine usled korozije armature
- Prsline usled savijanja
- Ugib grede usled preopterećenja
- Lokalno drobljenje betona na spoju stub-greda usled ugiba
- Odvaljen deo montažne grede u zoni oslanjanja
- Pukotine u oslonačkom delu grede
- Tragovi gareži
- „Nagrizanje“ površine betona (slivanje kiše)
- Erozija površinskog sloja usled konstantnog slivanja vode, (*Slika 10)*
- Promena boje i gubitak mehaničkih karakteristika betona usled dejstva vlage
- Rastvaranje i ispiranje $Ca(OH)_2$ i taloženje $CaCO_3$ na površini betona

Nedovoljna debljina zaštitnog sloja betona je najizraženiji defekat i prisutan je na svim elementima konstrukcije, *Slika 7*.

Slika 7. *Nedovoljna debljina zaštitnog sloja*

Ljuskanje završnog premaza *(Slika 8)*, mehanička oštećenja ivica *(Slika 9)* i erozija površinskog sloja betona (*Slika 10)* su najizraženiji defekti i prisutni su kod svih elemenata.

Slika 8. *Ljuskanje završnog premaza*

Slika 9. *Mehanička oštećenja ivica*

Slika 10. *Erozija površinskog sloja betona*

2.4. Nedestruktivna ispitivanja

Da bi se imao uvid u kvalitet ugrađenih materijala vršena su nedestruktivna ispitivanja. Od nedestruktivnih metoda korišćeno je kuckanje čekićem i kolorimetrijska metoda. Radi provere čvrstoće betona na pritisak izvršena je metoda ispitivanja površinske tvrdoće betona sklerometrom. Kolorimetrijskom metodom je utvrđeno da je beton zahvaćen procesom karbonatizacije, a sklerometrom je dobijena čvrstoća betona pri pritisku.

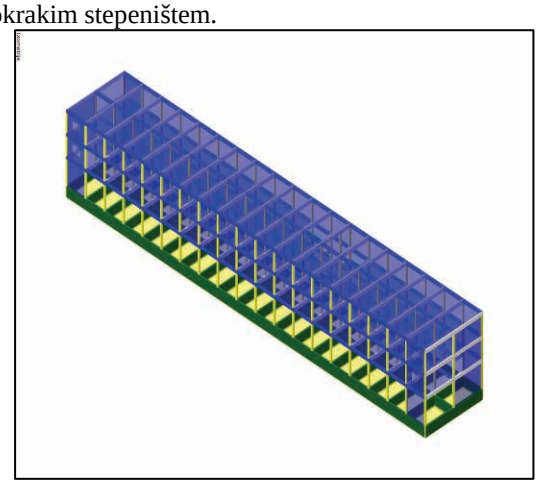
3. PROJEKAT RUŠENJA

Redosled uklanjanja delova objekta:

- *Uklanjanje krovnog pokrivača-„salonit“ ploča-* vrši se ručno s tim što radnici moraju imati posebnu opremu i odela za uklanjanje jer ploče sadrže azbest koji je kancerogen materijal.
- *Uklanjanje drvenih rožnjača*-vrši se ručno tako što se rožnjača oslobodi na svoja dva kraja i odlaže na deponiju.
- *Uklanjanje krovnih rešetki* vrši se autodizalicom tako što se rešetke kače za kuku od dizalice pomoćnom opermom.
- *Uklanjanje AB greda* vrši se autodizalicom tako što se greda na svoja dva kraja kači o kuku dizalice poliesternim trakama kao pomoćnim sredstvima za prihvatanje elementa.
- *Uklanjanje AB stubova* se vrši tako što se vrh stuba oko kojeg je omotana poliesterska traka pridrži autodizalicom, a u dnu se odseče mašinom za sečenje betona.
- *Uklanjanje zidova od Durisol blokova* vrši se uz pomoć mehanizacije.
- *Uklanjanje podne ploče* takođe se vrši mehaničkim putem tj. uz pomoć vozila koje ima automatski čekić.
- *Uklanjanje temelja samaca* se vrši uz pomoć vozila koje sadrži automatski čekić da bi se beton usitnio na manje komade.

4. PROJEKAT NOVE ZGRADE

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje studentskog doma, spratnosti P+2. Prizemlje objekta je namenjeno za studentsku menzu i fitnes salu dok su dva sprata namenjena za smeštaj studenata.
Posmatrano u osnovi objekat je pravougaonog oblika a spoljašnje gabaritne dimenzije su 76.50m x 12.50m, (*Slika 11)*.
Spratna visina prizemlja je 4m, dok su spratovi visine 3m. Vertikalna komunikacija u objektu je obezbeđena liftom i dvokrakim stepeništem.



Slika 11- Izgled modela nove zgrade

Konstruktivni sistem objekta je skeletni ukrućen armirano betonskim platnima. Rasteri stubova su 4m u podužnom pravcu i 6m u poprčnom pravcu. Stubovi su dimenzija 30x30cm, a međusobno su povezani gredama 30x40cm u podužnom pravcu i gredama 30x50cm u poprečnom pravcu.
Međuspratna konstrukcija je projektovana kao sistem kontinualnih krstasto armiranih ploča, debljine 15cm.
Zidovi za ukrućenje, debljine 15cm, i simetrično rasporedjeni u odnosu na težište objekta. Noseća konstrukcija lifta su AB platna debljine 15cm.
Stepenište je izvedeno kao dvokrako. Debljina stepenišne ploče je 15cm. Temeljnu kostrukciju čine AB temeljna ploča debljine 40cm koja je ojačana AB kontragredama visine rebra 80cm. Marka betona svih elemenata glavnog nosećeg konstruktivnog sistema je MB35, a kvalitet armature je RA 400/500.

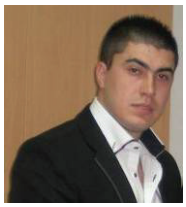
5. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize dostupne projektno-tehničke dokumentacije AB dvobrodne hale koja se nalazi na Bulevaru despota Stefana broj 9 u Novom Sadu, njenog detaljnog vizuelnog pregleda konstrukcije makroskopskim putem, kao i primene nedestruktivnih metoda ispitivanja **zaključeno je da su nosivost, stabilnost, trajnost i upotrebljivost (funkcionalnost) ugroženi.**
Neupotrebljivost objekta, odnosno njegova ugroženost sa svih aspekata posledica je pre svega starosti koja iznosi 60 godina, ali i zahvaćenosti cele konstrukcije defektima i oštećenjima.
Pošto bi objekat bilo neracionalno sanirati urađen je projekat rušenja za postojeću konstrukciju. Projektom rušenja su detaljno opisane sve faze rušenja pojedinih delova konstrukcije kao i alati i mašine koji će biti korišteni da bi se rušenje obavilo i parcela dovela u uredno stanje.
Na pripremljenoj parceli predviđena je izgradnja novog objekta P+2. Konstrukcija je modelirana prostorno u programskom paketu TOWER 6.0.

6. LITERATURA

1. Srpski standard sa obaveznom primenom od 1988 - stalna opterećenja građevinskih konstrukcija (SRPS U.C7.123)
2. Srpski standard sa obaveznom primenom od 1988 - korisna opterećenja stambenih i javnih zgrada (SRPS U.C7.121)
3. Srpski standard sa obaveznom primenom od 1992 - opterećenje vetrom (SRPS U.C7.110-112)
4. Grupa autora: BETON I ARMIRANI BETON prema BAB 87, knjiga 1, knjga 2 Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
5. M. Malešev, V. Radonjanin: materijal sa predavanja- Trajnost i procena stanja građevinskih objekata, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
6. Momčilo Radović: Ravni krovovi, Beograd 2006.

Kratka biografija:



Žarko Vitor, rođen je u Sarajevu 1990. god. Oktobra 2009. god. upisuje odsek za Građevinarstvo na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Juna 2014. god. stiče zvanje diplomiranog inženjera građevinarstva. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Procena stanja i sanacija građevinskih objekata odbranio je u junu 2015. godine.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 624

ANALIZA GRANIČNIH STANJA UPOTREBLJIVOSTI PREMA PRAVILNIKU BAB 87 I EVROKODU 2

COMPARISON OF SERVICEABILITY LIMIT STATES ACCORDING PRAVILNIK BAB 87 AND EUROCODE 2

Miloš Ranković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – *U radu se upoređuje proračun prema graničnim stanjima upotrebljivosti prema Pravilniku BAB 87 i Evrokodu 2. Osim teoriskog poređenja odredbi dva propisa, kroz proračun na praktičnim primerima se upoređuju širine prslina i veličine ugiba.*

Abstract – *Comparison of calculation of serviceability limit states according Pravilnik BAB 87 and Eurcode 2 and calculating of cracks and deflections on practical examples.*

Ključne reči: *Armiranobetonske konstrukcije, proračun konstrukcija, granična stanja upotrebljivosti, prsline, ugibi.*

1. UVOD

U bliskoj budućnosti predstoji usvajanje evropskih propisa za projektovanje građevinskih konstrukcija. Kako se domaći propisi za projektovanje armiranobetonskih konstrukcija razlikuju od odgovarajućih evropskih, cilj ovog rada je da se ustanovi u čemu je razlika u projektovanju prema domaćim i evropskim propisima, kada je reč o odredbama kojima se definiše način proračuna prema graničnim stanjima upotrebljivosti. Konkretno u rada će se uporediti širine prslina i veličine ugiba posebno sračunata prema oba propisa.

2. O GRANIČNIM STANJIMA UPOTREBLJIVOSTI

Prilikom projektovanja betonkih konstrukcija potrebno je proračunati konstrukcije prema graničnim stanjima nosivosti i graničnim stanjima upotrebljivosti. Najčešće se prilikom projektovanja konstrukcija prvo dimenzioniše prema graničnim stanjima nosivosti, a zatim se kontrolišu granična stanja upotrebljivosti za usvojene dimenzije elementa i usvojenu armaturu. Sam proračun graničnih stanja upotrebljivosti se sastoji iz kontrole širine prslina i kontrole ugiba konstruktivnih elemenata, pri čemu računska vrednost širine prsline ili veličina ugiba treba da je manja od granične propisane vrednosti. Granična stanja upotrebljivosti pre svega utiču na upotrebljivost i trajnost konstrukcije. Samim tim prilikom određivanja graničnih veleičina prslina i ugiba se i polazi od uslova proisteklih iz namene objekta, uslova sredine, životnog veka konstrukcije...

Sve armiranobetonske konstrukcije su u većoj ili manjoj meri podložne pojavi prslina.

NAPOMENA:

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

Uzrok njihove pojave može biti različit, ali se uvek manifestuje kao prekoračenje zatežuće čvrstoće betona.

Prsline se u betonu najviše razvijaju dok je beton mlad, odnosno dok ne dostigne veće čvrstoće. Brojni su razlozi pojeve prslina, a u ovom radu se posmatraju samo prsline nastale usled spoljašnjeg opterećenja.

Ugibi nastaju kao neizbežna posledica deformacije svakog armiranobetonskog elementa. Za razliku od prslina koje utiču i na trajnost i na funkcionalnost armiranobetonskih konstrukcija, ugibi pre svega nepovoljno utiču na funkcionalnost konstrukcija.

Velika pomeranja konstruktivnih elementa mogu nepovoljno uticati na okolne elemente. Takođe veliki ugibi mogu ugroziti nesmetan rad mašina oslonjenih na armiranobetonske elemente. Osim ugrožavanja funkcionalnosti konstrukcije, ugibi mogu narušiti estetski izgled konstrukcije i čak dovesti do nelagode kod korisnika objekta.

3. PRORAČUN PREMA GRANIČNIM STANJIMA UPOTREBLJIVOSTI

3.1. Proračun prema Pravilniku BAB 87

Proračunom prema Pravilniku BAB 87 potrebno je dokazati da je granična širina veća od karakteristične širine prslina. Karakteristična širina prslina se određuje tako što se srednja širina uveća za 70%. Ova vrednost je dobijena na osnovu eksperimentalnih istraživanja (ustanovljeno je da srednje kvadratno odstupanje širine prslina najčešće iznosi oko 40% srednje širine) i na osnovu definisanog fraktila od 5%:

$$a_k(t)=1,7a_s(t) \tag{1}$$

Srednja širina prslina predstavlja izduženje elementa, koje odgovara proizvodu srednjeg rastojanja prslina i relativne srednje dilatacije donje zategnute armature u odnosu na zategnuti beton u njenoj neposrednoj okolini:

$$a_s(t)=l_{ps}\times[-\varepsilon_{a,s,r}(t)] \tag{2}$$

Srednje rastojanje prslina se računa prema preporuci iz modela propisa CEB-FIP:

$$l_{ps}=2\times(a_0+e_\Phi/10)+k_1\times k_2\times\Phi/\mu_{1z,ef} \tag{3}$$

Relativna srednja dilatacija zategnute armature predstavlja proizvod srednje dilatacije zategnute armature i koeficijenta sadejstva zategnutog betona. Srednja dilatacija zategnute armature predstavlja količnik napona u armaturi u preseku sa prslinom i modula elastičnosti armature.

Proračun ugiba podrazumeva dokazivanje da maksimalni ugib, $v_{max}(t)$ u bilo kom trenutku eksploatacije konstrukcije nije veći od graničnog ugiba v_u.

Kontrola ugiba se gotovo uvek sprovodi za elemente kod kojih se razvijaju prsline. Ukoliko je u preseku došlo do formiranja prsline, proračun ugiba se vrši sa srednjom krivinom armiranobetonskog elementa, koja predstavlja vrednost između krivine sračunate za presek bez prslina, $\kappa^I(t)$ (stanje I) i vrednosti krivine sračunate za presek sa prslinom, $\kappa^{II}(t)$ (stanje II):

$$\kappa_s(t)=(1-\zeta)\times\kappa^I(t)+\zeta\times\kappa^{II}(t) \qquad (4)$$

Koeficijentom ζ se u proračun uvodi sadejstvo zategnutog betona između prslina.

Ukoliko u preseku nije došlo do formiranja prsline, ugib se računa sa krivinom sračunatom za presek bez prsline.

Kako je već napomenuto za proračun ugiba je prvo potrebno sračunati srednju krivinu, koja zavisi od krivine armiranobetonskog elementa za stanje I i stanje II sračunate za početni trenutak, odnosno u toku vremena. I krivine u početnom trenutku ($\kappa^I(t_o)$ i $\kappa^{II}(t_o)$) i krivine u toku vremena ($\kappa^I(t)$ i $\kappa^{II}(t)$) se mogu izraziti u funkciji krivine neisprskalog betonskog elementa, koeficijenta tečenja, slobodnih dilatacija skupljanja betona i šest koeficijenata preko kojih se uvodi uticaj armature, tečenja i skupljanja betona.

Nakon sračunate krivine elementa moguće je izračunati i ugib elementa. Pravilnik BAB 87 propisuje dva načina sračunavanja ugiba. Tačniji način proračuna je numerička integracija proizvoda srednje krivine i fiktivnog momenta savijanja po dužini elementa. Fiktivni momenat savijanja dobijamo tako što nanesemo jediničnu silu na mestu na kome želimo da izračunamo ugib.

S obzirom da ovakav proračun ugiba može da bude dugotrajan, postoje i jednostavniji načini, poput proračuna bilinearnom metodom, koji se zasniva na pretpostavci da je ugib bilinearna funkcija momenta savijanja. Tačnije, dok je momenat savijanja manji od momenta pojave prslina, ugib odgovara naponskom stanju I, $v^I(t)$, a za momente savijanja veće od momenta pojave prslina ugib ima vrednost između najmanje moguće vrednosti za stanje I, $v^I(t)$ i najveće moguće vrednosti ugiba za stanje II $v^{II}(t)$:

$$v(t)=(1-\zeta_b)\times v^I(t)+\zeta_b\times v^{II}(t) \qquad (5)$$

Koeficijen ζ_b, slično kao i ranije pomenuti koeficijent ζ, zavisi od odnosa momenta savijanja i momenta pojave prslina, ali i od reoloških svojstava betona i stepena prijanjana betona i armature (u proračun se uvode preko koeficijenta $\beta1$, odnosno $\beta2$):

$$\zeta_b = 1-\beta_1\times\beta_2\times[M/M_r]^2 \qquad (6)$$

3.2. Proračun prema Evrokodu2

Proračunom prema Evrokodu 2 potrebno je dokazati da je granična vrednost računske širine prslina, w_{max} (zadata projektnim zadatkom ili proistekla iz funkcije objekta), veća od karakteristične širine prslina, w_k. Karakteristična širina prslina se računa kao proizvod maksimalnog konačnog rastojanja prslina i razlike dilatacija u armaturi i betonu.

$$w_k = s_{r,max}\times(\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}) \qquad (7)$$

Evrokod 2 ne propisuje proračun ugiba detaljno i nedvosmisleno kao Pravilnik BAB 87. U Evrokodu 2 nije propisan način na koji je potrebno proračunati krivinu elementa ili konačni ugib elementa. Navedeno je jedino da metoda proračuna mora da odgovara stvarnom ponašanju konstrukcije pod relevantnim opterećenjem, sa tačnošću koja odgovara cilju proračuna. Takođe kaže se da je najtačnija metoda proračuna ugiba kada se sračunaju krivine u dovoljno velikom broju preseka duž elementa i onda sračuna ugib numeričkom integracijom i da je dovoljno tačno ugib sračunati dva puta, jednom za element bez prslina i drugi put pretpostavljajući da je element sa potpuno obrazovanim prslinama.

Iz napisanog u Evrokodu 2 sledi da je ugib u potpunosti moguće računati kao i prema Pravilniku BAB 87, ali je moguće računati i na pojednostavljen način. Pojednostavljenje postupka se pre svega ogleda u tome da se uticaj tečenja uvodi na jednostavniji način - preko efektivnog modula elastičnosti. Takođe, s obzirom da Evrokod 2 ne propisuje obaveznu kontrolu ugiba u početnom trenutku, u ovom radu ugib će se računati samo u krajnjem trenutku vremena.

3.3. Poređenje Pravilnika BAB 87 i Evrokoda 2

I Pravilnik BAB 87 i Evrokod 2 propisuju samo maksimalne granične širine prslina. Namena i uslovi korišćenja objekta mogu prouzrokovati potrebu za manjim graničnim širinama prslina, što treba utvrditi pre početka projektovanja objekta. Prema Pravilniku BAB 87 najveće vrednosti zavise od dugotrajnosti opterećenja, agresivnosti sredine i od zaštitnog sloja betona, a kreću se u granicama od 0,05 mm do 0,4 mm. Prema Evrokodu 2 granična vrednost širine prslina zavisi od klase izloženosti površine konstrukcije i vrste čelika i kreće se od 0,2 mm do 0,4 mm.

Srednje rastojanje prslina se prema oba propisa računa na sličan način i zavisi od istih parametara. Na rastojanje prslina utiču pre svega veličina zaštitnog sloja betona i koeficijent armiranja. Oba izraza za srednje rastojanje prslina se sastoje iz dva sabirka, a takođe, koeficijenti koji figurišu u izrazima su slični.

Prema oba propisa uticaj tečenja betona se u proračun uvodi preko efektivnog modula elastičnosti, koji predstavlja redukovani modul elastičnosti betona.

$$E_b^*(t)=E_b/[1+\chi(t,t_o)\times\varphi(t,t_o)] \quad (BAB\ 87) \qquad (8)$$

odnosno

$$E_{c,eff}=E_{cm}/[1+\varphi(t,t_o)] \quad (EC\ 2) \qquad (9)$$

Treba napomenuti da u delu o prslinama Evrokod 2 ne spominje način uvođenja tečenja u proračun. S obzirom da u delu o ugibima Evrokod 2 daje preporuku da se tečenje u proračun uvede prema izrazu 9, jasno je da isti izraz treba primeniti i prilikom proračuna prslina.

I Pravilnik BAB 87 i Evrokod 2 propisuju samo najveće vrednosti graničnog ugiba. U zavisnosti od uslova korišćenja objekta moguće je da projektnim zadatkom budu propisane veće vrednosti. Najveće vrednosti definisane Pravilnikom BAB 87 su raspon podeljen sa

300 za grede, raspon podeljen sa 150 za konzole i raspon podeljen sa 750 za kranske nosače. Najveća vrednost graničnog ugiba definisana Evrokodom 2 je raspon podeljen sa 250 i za grede i za konzole. S tim što ugibi posle završetka gradnje za kvazi-stalna opterećenja ne bi trebalo da su veći od raspona podeljenog sa 500.

I Pravilnik BAB 87 i Evrokod 2 propisuju određene slučajeve kada nije neophodan proračun ugiba. Prema oba propisa to se odnosi na elemente kod kojih je zadovoljen granični odnos količnika raspona i visine.

Oba pravilnika predviđaju uvođenje skupljanja u proračun preko krivine preseka koja nastaje usled skupljanja. Uticaj tečenja se u proračun uvodi na isti način kao i za prsline.

4. NUMERIČKE ANALIZE

Kako bi se utvrdile razlike u rezultatima proračuna između dva propisa sračunate su širine prslina i veličine ugiba u više praktičnih primera. Proračun je sproveden za grede ili ploče statičkog sistema proste grede opterećene raspodeljenim opterećenjem duž čitavog raspona. Da bi rezultati bili uporedivi, elementi dimenzionisani prema oba pravilnika su armirani armaturom B500 i korišćena je marka betona MB30, odnosno C25/30.

4.1. Proračun prslina

S obzirom na različit postupak proračuna i različite koeficijente sigurnosti prema graničnim stanjima nosivosti, za isti element (usled istog opterećenja) dimenzionisan prema Pravilniku BAB 87 i Evrokodu 2 moguće je da će biti usvojena različita količina armature. Različita usvojena armatura će dodatno povećati razliku u širini prslina. Da bi se izbegao uticaj različito usvojene armature, te ustanovilo kolika je razlika koja potiče samo od postupka proračuna prema graničnim stanjima upotrebljivosti, izračunate su širine prslina za elemente sa istom usvojenom armaturom.

Posmatra se ploča debljine 20 cm, armirana armaturom B500 sa ϕ10/10, MB30, odnosno C25/30, debljine zaštitnog sloja 2,5cm, koeficijent tečenja se usvaja 2. Vrednost karakteristične širine prslina prema Pravilniku BAB 87 je 0,311mm, dok je vrednost karakteristične širine prslina prema Evrokodu 2 0,269 mm. Dakle vrednost karakteristične širine prslina prema EC 2 je za oko 16% manja od širine prslina sračunate prema BAB 87. Osim što kao rezultat proračuna daje veće vrednosti karakteristične širine prslina, Pravilnik BAB 87 propisuje manje dozvoljene širine prslina. Za uslove umereno agresivne sredine 0,2 mm, dok EC 2 propisuje 0,3 mm (elementi u zgradarstvu).

Na istom primeru je i ustanovljen uticaj debljine zaštitnog sloja na širinu prslina. Rezultati su prikazani u Tabeli 1.

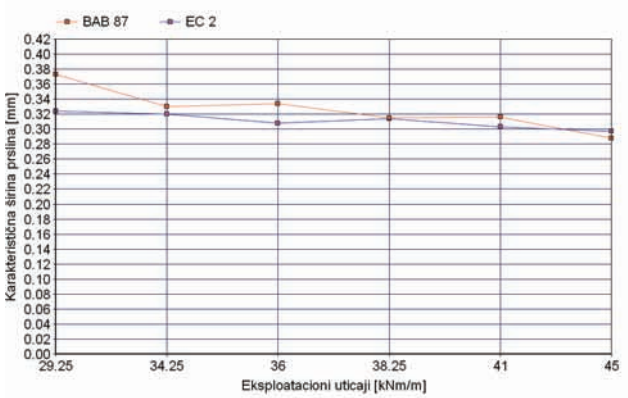
Tabela 1. *Uticaj debljine zaštitnog sloja na širinu prslina.*

a_0(c) [cm]	a_k [mm] BAB87	w_k [mm] EC 2	Δ [%]
1,5	0,237	0,206	15,05
2	0,274	0,24	14,17
2,5	0,311	0,269	15,61
3	0,345	0,282	22,34
3,5	0,382	0,314	21,66

Jasno se vidi, da prema oba propisa, sa povećanjem debljine zaštitnog sloja raste i širina prslina.

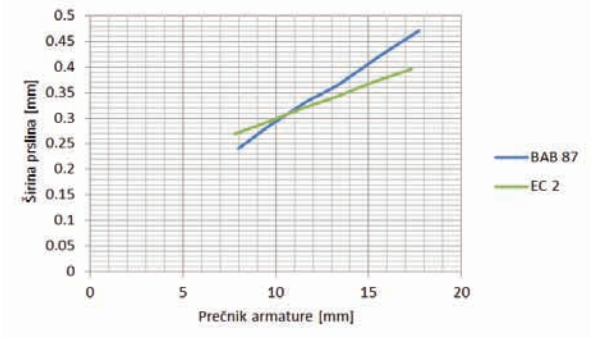
Za slučaj da se armiranobetonski element dimenzioniše posebno prema jednom, odnosno drugom propisu, dobija se manja razlika u širini prslina. Manja razlika je posledica manjeg koeficijenata sigurnosti prema Evrokodu, što za posledicu ima manju potrebnu površinu armature, a kontrola graničnih stanja upotrebljivosti se sprovodi sa istim eksploatacionim uticajima. Posmatra se ploča koja nosi u jednom pravcu, raspona 6m i debljine 20 cm. Osim sopstvenom težinom, ploča je opterećena dodatnim stalnim opterećenjem od 1 kN/m^2 i korisnim opterećenjem od 1,5 kN/m^2. Usvojen je zaštitni sloj od 2,5cm i koeficijent tečenja 2. Širina prslina prema BAB 87 je 0,298 mm, a prema EC2 iznosi 0,305 mm (približno jednaka vrednost). Međutim, prema odredbi iz Evrokoda 0, koja propisuje koeficijent redukcije korisnog opterećenja, širina prslina prema Evrokodu 2 bi iznosila 0,251 mm, što je za oko 19% manje nego prema Pravilniku BAB 87.

Za istu ploču iz prethodnog primera su sračunate prsline za različit broj opterećenja. Opšti zaključak je da prema oba propisa sa povećanjem opterećenja, a samim tim i procenta armiranja, širina prslina opada. Rezultati proračuna su prikazani na dijagramu na slici 1.



Slika 1. *Uticaj veličine eksploatacionag opterećenja na širinu prslina*

Na primeru ploče koja nosi u jednom pravcu, raspona 6m i debljine 20 cm je ispitano kako prečnik usvojene armature utiče na širinu prslina. Osim sopstvenom težinom, ploča je opterećena dodatnim stalnim opterećenjem od 2 kN/m^2 i korisnim opterećenjem od 3 kN/m^2. Usvojen je zaštitni sloj od 2,5 cm i koeficijent tečenja 2.



Slika 2. *Uticaj prečnika armature na širinu prslina*

Zapaža se da širina prslina raste brže prema Pravilniku BAB 87 (povećala se skoro dva puta), nego prema Evrokodu 2 (povećala se za oko 50%).

4.2. Proračun ugiba

Kao i za prsline, ugibi su prvo računati za elemente sa istom usvojenom armaturom, a potom za elemente sa različitom usvojenom armaturom (posebno dimenzionisane prema dva propisa).

Posmatra se greda MB30, odnosno C25/30, raspona 7 m, poprečnog preseka 40/60 cm i opterećena stalnim opterećenjem od 15 kN/m i korisnim opterećenjem od 15 kN/m. Greda ja armirana sa 8 šipki B500 prečnika 14 mm. Zaštitni sloj je 2 cm, a uzengije su prečnika 10 mm. Ukupan ugib u sredini nosača sračunat prema Pravilniku BAB 87 je 18,74 mm, ugib prema Evrokodu 2 je 19,47 mm. Poredeći rezultate vidimo da je ugib sračunat prema Evrokodu 2 (pojednostavljenom metodom) neznatno veći, za oko 4%.

Za elemente sa različitom usvojenom armaturom razlika u veličini ugiba se kreće od nekoliko procenata pa sve do 30 procenata, za slučaj da je prema EC2 računato sa punim eksploatacionim opterećenjem. Ukoliko na element deluje dominantno stalno opterećenje, razlika je manja. Ukoliko se ugib prema EC2 računa sa redukovanim eksploatacionim opterećenjem razlika ide i do 60% (računato sa 30% korisnog opterećenja).

Različit prečnik armature ili debljina zaštitnog sloja ne utiču na veličinu ugiba.

4.3. Uporedni proračun prslina i ugiba

Prilikom kontrole graničnih stanja upotrebljivosti uvek je neophodno kontrolisati i prsline i ugibe. Za isti armiranobetonski element je kroz računske primere utvrdjeno koji kriterijum je strožiji i zahteva dodatnu armaturu u odnosu na potrebnu armaturu proisteklu iz proračuna prema graničnim stanjima nosivosti. Posmatra se greda MB30, odnosno C25/30, raspona 7 metara i poprečnog preseka 30/60 cm. Zaštitni sloj je 2 cm, uzengije su prečnika 10 mm. Statička visina je određena sa šipkama prečnika 14 mm, u gornjoj zoni greda je armirana sa dve šipke prečnika 14 mm. Greda se posebno dimenzioniše prema Pravilniku BAB 87, odnosno Evrokodu 2. Greda se nalazi u stambenom objektu iz čega sledi da je granična širina prslina prema BAB 87 0,2 mm, odnosno prema EC2 je 0,3 mm. Granični ugib prema BAB87 je raspon podeljen sa 300, odnosno prema EC2 raspon podeljen sa 250.

Tabela 2. *Uticaj procenta armiranja na širinu prslina i veličinu ugiba – proračun perma BAB87.*

Opterećenje [kN/m]		Procenat armi.[%]	Širina prslina [mm]	Maksimalni ugib [mm]	a_k=0,2mm	v_u=23,3mm
10	5	0,319	0,29	16,080	**(45%)**	(-31,1%)
15	7,5	0,490	0,246	19,241	**(23%)**	(-17,5%)
20	10	0,683	0,249	21,201	**(24,5%)**	(-9,1%)
25	12,5	0,891	0,21	21,554	**(5%)**	(-7,6%)
30	15	1,134	0,20	22,144	**(0%)**	(-5,1%)
35	20	1,539	0,182	22,962	(-9%)	**(-1,6%)**

U tabelama 2 i 3 su prikazani rezultati proračuna. Prema oba propisa sledi da je za lakše armirane preseke merodavan kriterijum prslina. Sa povećanjem opterećenja, a samim tim i procenta armiranja, širina prslina opada, dok veličina ugiba raste i ugib postaje merodavan.

Tabela 3. *Uticaj procenta armiranja na širinu prslina i veličinu ugiba – proračun perma EC2.*

Opterećenje [kN/m]		Procenat armi.[%]	Širina prslina [mm]	Maksimalni ugib [mm]	w_k=0,3mm	v_u=28mm
10	5	0,307	0,264	16,026	**(-12%)**	(-42,8%)
15	7,5	0,461	0,232	19,216	**(-22,7%)**	(-31,4%)
20	10	0,627	0,235	21,675	**(-21,7%)**	(-22,6%)
25	12,5	0,789	0,227	23,560	(-24,3%)	**(-15,9%)**
30	15	0,956	0,224	25,257	(-25,3%)	**(-9,8%)**
35	20	1,200	0,205	22,250	(-31,7%)	**(-20,5%)**

5. ZAKLJUČAK

I iz teoriskog i iz računskog poređenja Pravilnika BAB 87 i Evrokoda 2 se zaključuje da je Pravilnik BAB 87 strožiji. Evrokod donosi manje koeficijente sigurnosti, veće maksimalne dozvoljene prsline i ugibe, kao i nešto jednostavniji način proračuna.

Iako u ovom radu nije posvećena velika pažnja proračunu prema graničnim stanjima nosivosti, iz primera u kojima su dimenzionisani armiranobetonski elementi pema graničnim stanjima nosivosti se vidi da je proračunom prema Evrokodu 2 potrebna manja računska površina armature u odnosu na potrebnu armaturu sračunatu prema Pravilniku BAB 87.

Najveća razlika u proračunu prema dva propisa potiče od odredbe Evrokoda 0, prema kojoj je eksploatacione uticaje sa kojima se kontrolišu granična stanja upotrebljivosti moguće umanjiti. Ipak na projektantu je da sam proceni sa kolikim eksploatacionim uticajima će kontrolisati granična stanja upotrebljivosti. Ukoliko se računa sa istim eksploatacionim uticajima, širina prslina prema Evrokodu 2 je manja od širine prslina prema Pravilniku BAB 87, dok su veličine ugiba približno iste.

6. LITERATURA

[1] Grupa autora: Beton i armirani beton prema BAB 87, knjiga 1 i 2, Univerzitetska štampa.

[2] Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings, Management Centre, Brussels, december 2004.

[3] Eurocode: Basis of structural design, Management Centre, Brussels, december 2005.

[4] L.H. Martin and J.A. Purkiss, Concrete sesign to EN 1992, Butterworth-Heinenmann, London, 2006.

Kratka biografija:

Miloš Ranković rođen je u Novom Sadu 1990. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – smer konstrukcije je odbranio je 2015.god.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 656.11.021

ВРЕДНОВАЊЕ ПРЕДЛОГА РЕШЕЊА ЗА РАСКРСНИЦЕ НОВОСАДСКОГ САЈМА – БРАНИМИРА ЋОСИЋА И БОРЕ ПРОДАНОВИЋА У НОВОМ САДУ

EVALUATION OF PROPOSALS FOR SOLUTIONS INTERSECTION OF NOVI SAD FAIR - BRANIMIR COSIC AND BORE PRODANOVIĆA IN NOVI SAD

Милан Јоцић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај - *У оквиру овог рада приказан је поступак вредновања решења за побољшање одвијања саобраћаја на раскрсници улица Новосадског Сајма – Бранимира Ћосића и Новосадског Сајма – Боре продановића у Новом Саду. Анализа постојећег стања извршена је на основу снимања карактеристика саобраћајног тока на овим раскрсницама. Предложена варијанта решења вреднована су инжењерским алатима према поступцима који се уобичајено користе у области саобраћаја.*

Abstract - *This paper shows is the process of evaluation of solution to improve traffic flow at the intersection of the streets of Novi Sad Fair - Branimir Cosic and Novi Sad Fair - Bore Prodanovića in Novi Sad. Analysis of the current situation is made based on the recording characteristics of the traffic flow at these intersections. The proposed variant solutions are assessed using engineering tools according to the methods commonly used in the field of transport.*

Кључне речи – *Карактеристике саобраћајног тока, прогноза будућег саобраћаја, сигналисана раскрсница, кружна раскрсница, предлог решења, SWOT анализа*

1. УВОД

У оквиру овог рада извршена је анализа услова одвијања саобраћаја на две спрегнуте трокраке раскрснице Новосадског сајма – Бранимира Ћосића и Новосадског сајма – Боре Продановића које ће се у даљем раду посматрати као једна четворокрака раскрсница. Раскрсница се налази у близини центра града, на самој раскрсници се налази основна школа "Петефи Шандор", у близини је ургентни центар Војводине, Булевар Ослобођења, Футошка пијаца, СУП...

Од посебног значаја је урбана структура улице која је у последњих 15ак година измењена и сада су уместо породичних кућа изграђене стамбене зграде са локалима у приземљу који додатно привлаче људе (путничке аутомобиле), а очигледан је недостатак потребних паркинг места. Улица Бранимира Ћосића и Боре Продановића су двотрачне са по једном траком по смеру, док је улица Новосадског сајма четворотрачна са по две траке по смеру.

Због недостатка паркинг места поједини учесници у саобраћају паркирају своја возила на коловоз што додатно неповољно утиче на услове одвијања саобраћаја.

2. ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ САОБРАЋАЈНОГ ТОКА У НОВОМ САДУ

Главна градска саобраћајница, Булевар ослобођења, који се пружа правцем север – југ, води од железничке станице, а на њега се наставља Мост слободе. По текућем урбанистичком плану планира се да Суботички и Европски булевар постану главне саобраћајнице које ће ићи од аутопута Е – 75 и наставиће се на нови мост преко Рибарског острва ка Сремској Каменици. Улица Новосадског сајма представља део коридора који спајау ове две саобраћајнице.

2.1 Географска локација и повезаност Новог Сада

Нови Сад је административни, привредни, културни, научни и туристички центар АП Војводине, други град по величини у Србији. Нови Сад има веома повољан географски положај – налази се на важним саобраћајним коридорима, што обезбеђује значајне компаративне предности. Нови Сад има друмску, железничку и речну везу са окружењем. Место је стицања и повезивања мреже магистралних копнених саобраћајница на правцима:

- Североисточна и Источна Европа, према Блиском и Далеком Истоку;
- Средња и Северна Европа, према јадранским лукама.

Кроз град пролази саобраћајни коридор бр. 10 који на свом основном правцу од Салцбурга до Солуна повезује осам, а укључујући краке, још шест држава. Коридор бр. 7 или Дунавски коридор воденим путем, преко Дунава, повезује земље западне Европе са Црним морем. Пловним малим каналом Нови Сад је повезан са системом канала Дунав – Тиса – Дунав који омогућава саобраћајне везе пловним путем и то узводно до Средње Европе и низводно према Црном мору.

2.2 Инфраструктура

Некада су се у околини центра града претежно налазиле приземне куће, али се оне постепено замењују модерним вишеспратницама што је

НАПОМЕНА:
Овај рад проистекао је из мастер рада чији је ментор био др Вук Богдановић, ван.проф.

допринело повећању густине насељености и утицало на паркирање. Главна градска саобраћајница, Булевар ослобођења, просечена је кроз блокове старих кућа између 1962. и 1964. године.

На сличан начин је изграђено још неколико булевара, чиме је добијена ортогонална мрежа улица преко онога што је раније била зракаста структура старог града. Ове интервенције су омогућиле раст града, који је скоро утростручио број становника од 1950 – их. Због изградње висококапацитивних саобраћајница, осим на пар критичних раскрсница као што су Булевар ослобођења-Булевар Цара Лазара и Булевар ослобођења-Футошки пут, услови одвијања саобраћаја су још увек релативно повољни упркос константом повећању броја аутомобила на уличној мрежи путничких аутомобила.

3. ПОЛОЖАЈ РАСКРСНИЦЕ БОРЕ ПРОДАНОВИЋА – НОВОСАДСКОГ САЈМА – БРАНИМИРА ЋОСИЋА НА УЛИЧНОЈ МРЕЖИ НОВОГ САДА

Раскрсница Боре Продановића – Новосадског сајма – Бранимира Ћосића се налази у ширем центру Новог Сада у гравитационом подручју Клиничког центра и Булевара ослобођења. Тема овог рада јесте раскрсица Новосадског сајма и Боре Продановића, али због непосредне близине и утицаја саобраћаја из улице Бранимира Ћосића потребно је извршити анализу ове 2 спрегнуте трокраке раскрснице.

Улице Боре Продановића и Бранимира Ћосића су споредне улице са по једном траком по смеру. У улици Новосадског сајма се налазе стамбене зграде, док у скоро свакој згради постоји локал у приземљу. Ова улица има велики број локалних атракција као што су продајни објекти, кафићи, мењачнице, фризерски и козметички салони, кладионице, основна школа итд.

У улици Новосадског сајма постоји бициклистичка трака и кроз ову улицу пролазе две линије јавног превоза са стајалиштима која се налазе на коловозу. У улици постоји простор предвиђен за паркинг под углом, али број паркинг места не задовољава све потребе тако да многи возачи паркирају/заустављају своје возило на коловоз упркос јасно постављеном и видљивом знаку за забрану истих радњи.

У улици Бранимира Ћосића са једне стране коловоза (коловозна трака која се укључује у улицу Новосадског сајма) је дозвољено бочно паркирање на коловоз што у додатној мери сужава простор за одвијање саобраћаја и утиче на смањење брзине, протока и стварање већих временских губитака. Поједина доставна возила су приморана да се зауставе на коловоз јер нису обезбеђени прилази за опскрбу.

4. КАРАКТЕРИСТИКЕ САОБРАЋАЈНОГ ТОКА

Проток, односно захтев за протоком се дефинише као број возила који у одређеном временском интервалу пролазе или се очекује да прођу кроз одређени путни пресек.

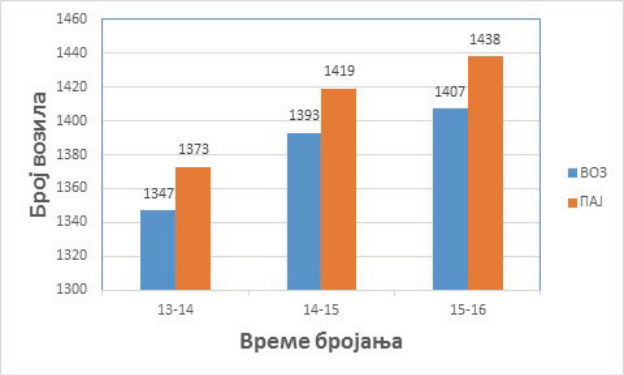
У анализама се анализирају два стања саобраћајног система, постојеће и очекивано. Анализом постојећег стања представља услов за предузимање мере у регулисању саобраћаја. Ови подаци који се добијају бројањем саобраћајних токова свих релевантних видова саобраћаја на градској путној мрежи служе и као основа за анализу постојећих односа и утврђивање законитости будућег саобраћаја. Бројање се може извршити снимањем са накнадним пребројавањем или мануелно непосредим бројањем као што је у овом раду био случај.

Бројање саобраћаја за потребе овог рада је извршено у циљу утврђивања карактеристика саобраћајног тока, при чему се одређује величина тока, његова структура и дистрибуција по смеровима.

Прикупљени подаци представљају основу за даљу анализу: утврђивање меродавног саобраћајног оптерећења, одређивање капацитета саобраћајница, прорачун нивоа услуге, идентификовање проблема и изналажење оптималних решења [1].

Бројање колског саобраћаја на предметној раскрсници обављено је 13.01.2015. године (у уторак који представља репрезентативни дан) у Новом Саду. То је био радни дан, тј. радиле су све државне и образовне установе. Бројање је обављено у току дана у периоду од 13:05 – 16:05 часова. Ручно бројање су извршила четири бројача.

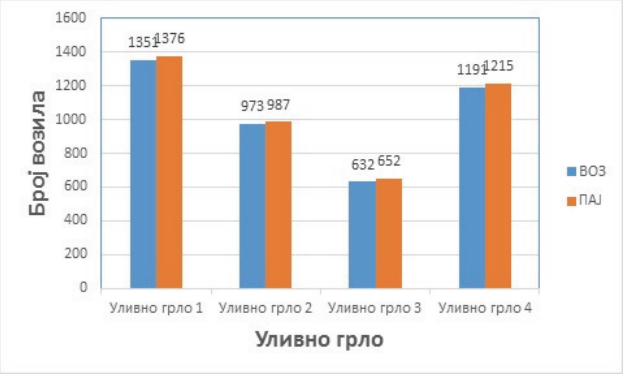
Сви бројачи су имали исте бројачке листове и истовремено су прелазили у наредне рубрике након 15 минута. Након бројања саобраћаја извршено је сређивање података и њихова графичка презентација ради лакшег прегледа постојећег стања. На графикону 1 приказани су резултати бројања, односно часовна дистрибуција протока на раскрсници.



Графикон 1 – Часовна дистрибуција протока на раскрсници

Из ове часовне дистрибуције уочено је да се вршни час јавља између 15 – 16 часова када је избројано 1407 возила, односно 1438 ПАЈ. Најмање возила је избројано између је 13 -14 часова 1347/1373.

Обрадом података такође уочава се и најоптерећеније уливно грло, што је приказано на графикону 2. Најоптерећеније је уливно грло 1, на њему је регистровано 1351 ВОЗ / 1376 ПАЈ. На уливном грлу 3 је избројано најмање возила 632 ВОЗ /652 ПАЈ.



Графикон 2 – Укупан проток по уливним грлима

5. ПРОГНОЗА БУДУЋЕГ САОБРАЋАЈНОГ ОПТЕРЕЋЕЊА

Развој области везане за прогнозу саобраћаја десио се у околностима када је пораст саобраћаја изазван брзим развојем и масовном употребом путничких аутомобила, пре свега у градовима, почео да ствара проблеме, па се појавила потреба за сложенијим облицима праћења, анализама и контроле развоја саобраћаја.

Прогноза саобраћаја је веома важна приликом одабира будуће варијанте неког пројекта. Уколико се предвиђање саобраћаја не обави на прави начин, тј. ако се деси да прогнозирани саобраћај не одговара саобраћају који се појави у наредом временском периоду изграђени саобраћајни објекат неће моћи да задовољи потребе за захтеваним капацитетом или ће бити предимензионисан. Услед овога јавља се велики проблем који се мора опет решавати и његови трошкови проширења или поновне изградње могу да коштају више него што је стајала сама изградња првобитног објекта. Код предимензионисане прогнозе саобраћаја објекти остају неискоришћени и економски њихова изградња није оправдана [2].

Општи образац за прогнозу саобраћаја гласи:

$$V_i^n = V_i^{BAZ} * F_i^n$$

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

Где је V_i^n прогнозирани саобраћајни ток за возила (i) у периоду тј години (n), V_i^{BAZ} величина саобраћајног тока за возила (i) у базној години, F_i^n фактор раста саобраћајног тока за возило (i) у периоду тј години (n), e фактор еластицитета раста саобраћајног тока за возило (i) у функцији раста БДП – а, $R_{BDP}^n\%$ просечна годишња стопа раста БДП – а у периоду, тј до n – те године, n број година по периодима.

Прогноза будућег саобраћаја по оптимистичној прогнози у вршном часу приказано је на графикону 3.

Графикон 3 – Прогноза саобраћаја у вршном часу

6. АНАЛИЗА УСЛОВА ОДВИЈАЊА САОБРАЋАЈА НА ПОСТОЈЕЋОЈ МРЕЖИ МЕТОДОЛОГИЈОМ ХЦС

Обрадом података уочен је проблем на споредним прилазима (ниво услуге E и D), велики временски губици и лош ниво услуге. Ако не би учини никакву интервенцију на овој раскрсници (овим раскрсницама) временом, растом БДПа и броја моторних возила дошло би до додатног погоршања услова одвијања саобраћаја (новонастали ниво услуге F).

7. ПРЕДЛОГ РЕШЕЊА

Ради побољшања услова одвијања саобраћаја на предметним раскрсицама је провера и вредновање варијанти предлога решења. Циљ је да на основу постојећих геометријских ограничења и могућности развију и вреднују варијанте у циљу одабира најбољег решења за постојећи проблем. У циљу побољшања неповољних услова одвијања саобраћаја на предметној раскрсници анализиране су 2 варијанте:

Варијанта 1: Две спрегнуте координисане трокраке раскрснице - Подразумева се задржавање постојећег стања, с тим што се уводи светлосна сигнализација на постојеће геометријско стање раскрснице. Анализа услува одвијања саобраћаја на новој сигналисаној раскрсници урађена је методологијом ХЦС и приказана у табели 1.

Табела 1 – *Приказ нивоа услуге на раскрсници у варијанти 1*

Место утврђивања капацитета	Прилаз 1	Прилаз 2	Прилаз 3	Прилаз 4	Година
Капацитет (voz/h)	408	217	366	467	2014.
Временски губици (s/voz)	19,9	18,6	34,9	17,5	
Ниво услуге	B	B	C	B	
Капацитет (voz/h)	787	603	366	688	2024.
Временски губици (s/voz)	72,0	89,7	41,2	95,9	
Ниво услуге	E	F	D	F	

Варијанта 2: Иако се већи застоји јављају на прилазу из улице Боре Продановића због међусобне повезаности и близине 2 раскрснице мора се вршити интервенција на обе јер у противном може доћи до контраефекта и још већих редова чекања. У овом случају поставља се нова хоризонтална и вертикална сигнализација. Истом методологијом анализиране су и кружне раскрснице, а излазни подаци приказани су у табели која следи (табела 2).

Табела 2 – *Приказ нивоа услуге на источној кружној раскрсници у варијанти 2*

Место утврђивања капацитета	Прилаз 1	Прилаз 2	Прилаз 4	Година
Капацитет (voz/h)	1008	885	1077	2014.
Временски губици (s/voz)	7,95	6,67	10,60	
Ниво услуге	E	C	F	
Капацитет (voz/h)	910	732	1023	2024.
Временски губици (s/voz)	19,94	12,31	108,89	
Ниво услуге	F	F	E	

8. ТРОШКОВИ

Вредновање пројеката представља процедуру оцењивања и одлучивања у систему осмишљавања и оптималног развоја и коришћења путне мреже, путева и путних објеката. Вредновање пројеката је изузетно важно и користи се у случајевима када се разматра више варијанти. Може се спроводити у различитим фазама пројеката. Поступак вредновања најчешће је везан за претходну студију изводљивости која је саставни део генералног пројекта [3,4].

Укупни трошкови представљају збир трошкова градње, трошкова горива и трошкова загађења разврстаних у 3 категорије: несигналисана раскрсница без инвестиције, сигналисана раскрсница (варијанта 1) и кружне раскрснице (варијанта 2), а свака од њих у 2 кључне године, базну и циљну (табела 3).

Табела 3 – укупни трошкови

	Несигналисана раскрсница без инвестиције		Сигналисана раскрсница (Варијанта 1)		Кружна раскрсница (Варијанта 2)	
Година	2014.	2024.	2014.	2024.	2014.	2024.
Трошкови горива	39 981,20	1 038 234,44	57 600,99	317 287,90	19 055,61 + 18 623,05 37 678,66	177 091,20 + 76 303,17 253 394,37
Трошкови загађења	1 304,89	33 781,42	1 879,82	10 354,71	621,88 + 607,77 1 229,65	5 762,35 + 2 490,16 8 252,51
Σ	41 286,09	1 072 015,86	59 480,,81	327 642,61	38 908,31	261 646,88
Трошкови градње	0	0	0	23 532,90	0	29 918,74
Σ	**41 286,09**	**1 072 015,86**	**59 480,81**	**351 175,51**	**38 908,31**	**291 565,62**

Укупни трошкови, односно уштеде, равноправно утичу на оправданост инвестиције (избор оптималног решења), као и побољшање/ погоршање нивоа услуге, капацитета и протока на раскрсници.

9. ЗАКЉУЧАК

Анализа која је урађена у овом раду дала је одговор да ли је постојеће стање на предметним раскрнсицама функционално и да ли се одређеним интервенцијама стање може побољшати. Услови одвијања саобраћаја на раскрсници Боре Продановића – Новосадског сајма – Бранимира Ћосића у Новом Саду су такви да се захтева промена постојећег стања. Регулисање саобраћаја на овој раскрсници је такво да прилази 1 и 4, односно улица Новосадског сајма имају право првенства пролаза, али због комплексности ситуације (близина основне школе, лежећи полицајци, пешачки прелази, заустављање и паркирање возила на коловозу, достава за угоститељске и трговачке објекте, лева скретања итд) то ствара одређене временске губитке и, застоје и редове чекања. Након обављене анализе постојећег стања предложена су два варијантна решења.

У варијанти 1, где којој је извршена семафоризација ове раскрснице са 2 фазе у базној години уочавају се већи трошкови горива као и трошкови загађења (59480 USD) него у базној години несигналисане раскрснице без инвестиција (41.286 USD). Ефекти увођења семафора се уочавају у циљној години где су трошкови драстично смањени, са 1.072.015 USD, на 327.642 USD.

У варијанти где су пројектоване 2 трокраке раскрснице уштеде се јављају и у базној и у циљној години. У базној години су нешто мањи (смањени са 41 286 на 38908 USD). У циљној години уштеде у трошковима надмашују и уштеде код семафорисане раскрснице (варијанта 1) те износе 261.646 USD.

Иако су трошкови изградње нешто већи код кружних раскрсница 29.918 USD, док су код сигналисане раскрснице 23.532 USD, ипак су укупне уштеде веће код кружних раскрсница. Уштеде у трошковима горива услед заустављања и трошкови загађења ваздуха у базној години са 2.500 USD, у циљној години расту на 750.000 USD (табела 3).

На основу свега наведеног, анализе трошкова изградње, трошкова загађења ваздуха, трошкова горива услед заустављања, нивоа услуге, капацитета, прогнозираног БДП-а за Србију предложено је да је најоптималније и најрационалније усвојити варијанту 2, тј реконструкцију постојеће несигналисане раскрснице на 2 трокраке кружне раскрснице, Боре Продановића и Новосадског сајма и Новосадског сајма и Бранимира Ћосића.

10. ЛИТЕРАТУРА

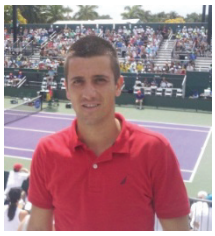
[1] Љубиша Кузовић, Вук Богдановић – „Теорија саобраћајног тока“, ФТН Издаваштво, Нови Сад, 2004. године;

[2] Ратомир Врачаревић – „Основе планирања саобраћаја“, Универзитет у Новом Саду, ФТН, Саобраћајни одсек, Нови Сад 2002. година;

[3] Генерални мастер план саобраћаја у Србији (2009. година);

[4] Бранко Мазић – „Алати за економски вредновање у нискоградњи“, Грађевински факултет, Универзитет у Сарајеву, Сарајево 2006, година.

Кратка биографија:



Милан Јоцић рођен у Вуковару 1989. године. Дипломски рад на Факултету техничких наука из области Безбедност саобраћаја одбранио је 2012. године, а мастер рад на Факултету техничких наука из области Вредновање саобраћаја одбранио је 2015. године.

Проф. др Вук Богдановић рођен је 1966. у Сремској Митровици. 1986. године уписан је на саобраћајни одсек - друмски смер, Факултета техничких наука у Новом Саду, где дипломира 1991. године. Магистарску тезу под називом одбранио је 1998. године а докторску дисертацију под називом "Прилог проучавању капацитета и нивоа услуге на трокраким раскрсницама по новом концепту", одбранио је 2005. године. У звање доцента за ужу научну област "Саобраћајни системи" изабран је 2005. године.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 656.8

PREDLOG UNAPREĐENJA SPECIJALIZOVANE DOSTAVE

THE PROPOSAL OF ENHANCED SPECIALIZED DELIVERY

Suzana Ćosić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – *Specijalizovana dostava podrazumeva vršenje usluge dostave samo za pojedine vrste poštanskih pošiljaka. To podrazumeva posebno organizovanje tehnoloških transportnih sredstava i ljudstva, radi kvalitetnije i pravovremenog obavljanja dostave. Ovaj način dostave ima za cilj da visok kvalitet dostave zbog svojih karakteristika, tražnje i cene, budu izdvojene iz klasičnog oblika vršenja i organizovanja tehnološkog procesa uručenja.*

Abstract – *Specialized delivery implies conducting delivery service for certain types of postal items only. That implies special organization of technological means of transport and personnel for more quality and more prompt delivery conduction. This delivery method's main purpose is making high quality of delivery, based on its characteristics, demand and price, separated from classical fashion of conducting and organizing of technological delivery process.*

Ključne reči: *specijlizovana dosstava, PostEkspres.*

1. UVOD

Potrebe za prenosom poruka između prostorno udaljenih ljudi stare su koliko i veze između njih. Razvojem ljudskog društva broj veza se stalno povećavao kao i obim prenosa saopštenja, a glavni činioci razvoja bili su privredni, politički i kulturni razvoj, podela rada i migracija stanovništva. Prenos usmenih i pisanih saopštenja, na samom početku vršili su glasnici koji su se kretali na konjima ili peške.

Uvođenjem novih savremenih vidova saobraćaja i to železnice, motornih drumskih vozila, brodova i aviona prenos poruka je vršen brže i efikasnije. Prenos poruka svrstan je u saobraćajnu delatnost, a prva opšta društvena institucija koja se bavila ovim vidom saobraćaja je pošta, koja se bavi pružanjem širokog asortimana usluga.

Za kvalitetno pružanje usluga i produženje ugovorne saradnje sa korisnicima faza uručenja odnosno dostave je uvek neophodna karika u realizaciji usluge prenosa pošiljaka.

U procesu stvaranja Pošte kao samostalne i finansijski nezavisne kompanije na liberalizovanom tržištu, Pošta mora razvijati usluge sa dodatnom vrednošću na osnovnu uslugu, kakve su usluge PostEkspresa. Cilj ovog rada jeste unapređenje postojećih PostEkspres usluga na području grada Loznica.

NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Dragana Šarac, docent.

2. OPŠTE ČINJENICE O POŠTI SRBIJE

Pošta Srbije, koja je 1990. godine organizovana kao Javno preduzeće PTT saobraćaja „Srbija“, predstavlja najstariji, najmoćniji i najšire dostupni infrastrukturni saobraćajni sistem u zemlji. Pošta Srbije je osnivač brojnih akcionarskih društava i kompanija kao što su: „Telekom Srbija“, „Poštanska štedionica“, „Mobtel“, „Postbanka“, „BK Telekom“. Na taj način, ona zaokružuje svoju osnovnu poslovnu misiju, a to je: Brz, pouzdan, široko dostupan prijem, prenos i uručenje pisama i drugih pisanih poruka, robe i novca. Javno preduzeće PTT saobraćaja „Srbija“ danas posluje pod nazivom JP Pošta Srbije i jedan je od najvažnijih infrastrukturnih sistema Srbije. JP Pošta Srbije održava i unapređuje poštanski saobraćaj u našoj zemlji, i ima važnu ulogu u radu sa stanovništvom kako u sferi platnog prometa tako i u razvoju informatičkih i telekomunikacionih sistema (internet, računarske i multimedijalne mreže...). Za svojih 164. godine postojanja, Pošta Srbije izrasla je u jedno od najvećih javnih preduzeća. Prioritet u daljem razvoju Pošte Srbije je potpuna automatizacija pošta, adaptacija starih i otvaranje novih objekata, kao i pružanje čitave lepeze novih usluga, koje će zahvaljujući novim tehnologijama koje se uvode u Poštu biti dostupne svim korisnicima.

Poštansku mrežu sačinjavaju: jedinice za pružanje poštanskih usluga korisnicima i jedinice za preradu poštanskih pošiljaka.

Poštanski centar (PC) je jedinica za preradu poštanskih pošiljaka i locirana je uvek u važnijim saobraćajnim čvorištima, a njen osnovni zadatak je da:

- svojom organizacijom i celokupnom transportnom mrežom pokrije određenu teritoriju sa jedinicama poštanske mreže na toj teritoriji, pri čemu će svakodnevno ocvoziti i dovoziti pošiljke,
- vrši preradu svih vrsta pošiljaka kako u unutrašnjem tako i u međunarodnom saobraćaju,
- organizuje transport poštanskih pošiljaka u pravcu Glavnog poštanskog centra (GPC-a).

Poštansku mrežu Pošte Srbije, koja je u funkciji povećanja dostupnosti i obima usluga, kao i unapređenja kvaliteta servisa za građane i privredu, u decembru 2013. godine činili su sledeći kapaciteti:

- 1.489 automatizovanih pošta. Dostavu pošiljaka vršila je 1.181 pošta, dok je 308 pošta obavljalo samo šalterske poslove (177 prijemnih pošta i 131 isporučna pošta);
- 230 ugovornih pošta – od toga 207 u vangradskim sredinama, a 23 u gradskim sredinama (franšize);

- 3.908 šaltera (2.862 šaltera bilo je stalno aktivno, 323 šaltera povremeno aktivno, dok je 723 šaltera bilo neaktivno);
- 75 biznis šaltera;
- 3.551 dostavni rejon;
- 2.055 poštanskih sandučića;
- 11 post-šop prodajnih mesta;
- 3 regionalna poštansko-logistička centra (Beograd, Novi Sad i Niš);
- 15 poštansko-logističkih centara;
- 1 međunarodni poštansko-logistički centar;
- 3 pošte carinjenja.

2. URUČENJE POŠTANSKIH POŠILJAKA

U proizvodnom ciklusu prenosa poštanskih pošiljaka, koji počinje prijemom pošiljke od korisnika, uručenje poštanskih pošiljaka predstavlja završnu fazu jedinstvenog tehnološkog procesa (prijem, otprema, transport, prispeće i uručenje). S obzirom na način na koji se pošiljke uručuju primaocu, razlikujemo dva organizaciona oblika uručenja: dostavu i isporuku. U okviru faze uručenja treba razlikovati proizvodne karakteristike koje se odnose na:

- pripremu pošiljaka za uručenje,
- postupak uručenja.

Priprema pošiljaka za uručenje kao međufaza u tehnološkom procesu prenosa pošiljaka, zasniva se na principu ekspeditivnosti i principu racionalizacije [1]. Primenom savremenih metoda organizacije rada ostvaruje se princip ekspeditivnosti i omogućava da se svi poslovi u vezi pripreme pošiljaka za uručenje obave u vreme od prispeća i otvaranja zaključaka od vremena predviđenog za početak dostave i isporuke. Pod uručenjem poštanskih pošiljaka primaocu misli se na:

- dostavu poštanskih pošiljaka na naznačenoj adresi,
- dostavu poštanskih pošiljaka na stanici poštara ili putem zbirnih poštanskih kovčežića,
- isporuka u prostorijama pošte,
- i isporuka posredstvom automata za samosluživanje korisnika.

Uzimajući u obzir vrstu pošiljke koja se uručuje, dostava poštanskih pošiljaka na označenoj adrasi može se organizovati kao:

- pismonosna dostava,
- specijalizovana dostava.

3. POJAM SPECIJALIZOVANE DOSTAVE I PRIJEMA

Na osnovu Uputstva za organizovanje specijalizovane dostve u JP Pošti Srbije, izvršena je organizacija specijalizovanog prijem i dostave na teritoriji Srbije [5].
Specijalizovani prijem i/ili dostava (u daljem tekstu SP/D) predstavlja organizovanje tehničko-tehnoloških sredstava, transportnih kapaciteta i kadrovskih resursa, radi pružanja usluga prijema, prenosa i uručenja:

- PostEkspres pošiljaka,
- paketa, EMS, DHL pošiljaka,
- telegrama, post-net uputnica i keš-ekspres naloga za isplatu i
- ostalih pošiljaka koje zahtevaju poseban vid dostave zbog svojih karakteristika [6].

3.1. Način organizovanja specijalizovane dostave u Loznici

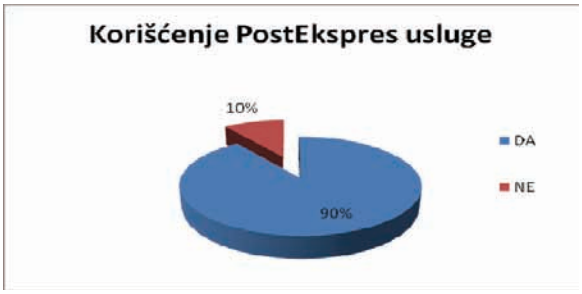
Specijalizovana dostava u Loznici, odnosno u pošti 15300 Loznica, uvedena je 2007. godine. Ova služba je deo specijalizovane dostave pošte 15300 Loznica i vrši:

- dostavu telegrama,
- isplatu posTneT uputnica,
- keš-ekspres dostavu,
- dostavu vrednosnih pošiljaka čija vrednost prelazi limit od 10000 dinara,
- dostavu paketa,
- dostavu PostEkspres pošiljaka ("danas za odmah", "danas za sutra"),
- dostava pismonosnih pošiljaka mase preko 1 kg,
- dostava pošiljaka sa dopunskom uslugom po zahtevu primaoca (dostavljanje određenog dana odnosno za sad po ugovoru),
- preuzimanje pošiljaka od velikih korisnika poštanskih usluga,
- prikupljanje limitiranih novčanih pazara od JP "Elektrodistribucija",
- dostavu pošiljaka za prioritetne korisnike,
- dostavu glomaznih paketa.

Na osnovu svih ovih poslova, organizovan je jedan oblik dostave, koji se za relativno kratko vreme pokazao kao vrlo efikasan.
Za još bolju organizaciju dostave, potrebno je unaprediti PostExpress uslugu u Loznici, uvođenjem usluge "danas za danas" [7][8].

4. PREDLOG UNAPREĐENE SPECIJALIZOVANE DOSTAVE U POŠTI LOZNICA

Uvođenjem novih usluga, pošta se sve više približava svojim korisnicima, ali isto tako pošta zadovoljava i potrebe tržišta. Korisniku se usluga pruža, a od njega se očekuje naknada za učinjenu uslugu. Uopšteno, suština uvođenja novih usluga jeste opstanak, rast i razvoj same Pošte.
Usluge PostExpres-a su dostupne svim korisnicima, fizičkim i pravnim licima [9]. Najveći korisnici ove usluge su pre svega preduzeća (pravna lica), sa kojima je pošta 15300 Loznica sklopila ugovor o avansnom plaćanju poštanskih usluga. Na osnovu sprovedene ankete velikih korisnika i slučajno izabranih fizičkih lica u Loznici izvršena je analiza potreba korisnika i tražnje za uslugom "Danas za Danas".
Anketa je vršena u prostorijam pošte i na terenu, kod korisnika.
Na pitanje: Da li koristite PostEkspres usluge?, 90% ispitanih odgovorilo je sa "DA", a 10% sa "NE", što je prikazano na grafikonu 1.
Ispitanici koji ne koriste uslugu, 10% ispitanih, starije su dobi i nisu imali potrebu za ovom uslugom. Ipak, zadovoljavajuća je činjenica da su znali za PostExpres uslugu “danas za danas”.



Grafikon 1. *Prikaz korišćenja PostEkspres usluge*

Na pitanje: Da li ste zainteresovani za novu uslugu?, 88% je odgovorilo pozitivno, dok 12% negativno, što je prikazano na grafikonu 2. Prvenstveno je veliko interesovanje za uvođenje PostEkspres usluge "danas za danas" kod velikih korisnika koji imaju svoje filijale u drugim gradovima.

Rezultati ankete ukazuju na to:

- da pravna lica imaju izraženu potrebu za PostEkspres uslugama "danas za danas" u smislu nove tražnje, jer postojeće potrebe za ovim uslugama, zadovoljavaju korišćenjem neregistrivanih usluga ATP prevoznika iz Loznice;
- da bi korisnici radije koristili uslugu "danas za danas" nego usluge "danas za sutra".

U pošti 15300 Loznica, 6 radnika pruža PostEkspres usluge korisnicima. Jedan od radnika je kontrolor. Što se tiče voznog parka koji koriste, kuririma Post ekspres usluge su na raspolaganju motorna vozila i to vozila marke Peugeot Partner, Fiat Doblo i Ford Tranzit. Uz pomoć ovih vozila, kuriri PostEkspres službe uspevaju da pokriju celo dostavno područje pošte 15300 Loznica.

Grafikon 2. *Prikaz zainteresovanosti za uslugom "Danas za danas"*

Trenutno, u pošti 15300 Loznica, PostEkspres kuriri vrše prijem i dostavu pošiljaka od 8 do 14 časova, svakog radnog dana. Rade u jednoj smeni zbog reda prevoza vozila koje vrši transport pošiljaka i zaključaka do poštanskog centra. Prema redu prevoza ovog vozila, ono iz 15300 Loznice polazi u 14:50 časova, prema poštanskom centru 15200 Šabac.

Zbog loše organizacije prevoza pošiljaka između 15300 Loznica i 15200 Šabac, prema trenutnoj situaciji, nije moguće uvesti PostExpres uslugu "danas za danas", bez obzira što postoji interesovanje korisnika.

Ključno je to što ne postoji nastavna veza iz poštanskog centra 15200 Šabac prema 11200 Beograd, a to je preduslov za uvođenje ove vrste usluge.

Predlog unapređenja usluge PostEkspres sastoji se u tome, da se korišćenjem postojećih resursa pošte 15300 Loznica, omogući prijem PosteEkspres pošiljaka "danas za danas".

Prijem PostEkspres pošiljaka "danas za danas", vršio bi se putem kurira ili na izdvojenim šalterima.

Lokacija izdvojenih šaltera i pošte 15300 Loznica prikazani su na slici 1.

Slika 1. *Lokacija izdvojenih šaltera i pošte 15300 Loznica*

Otprema PostEkspres pošiljka "danas za danas" iz pošte 15300 Loznica, vršila bi se u 12:20 čaova, kako bi bila obezbeđena nastavna veza prema 11200 Beograd.

Prevoz pošiljaka obavljalo bi postojeće vozilo koje saobraća između poštanskih centara 15200 Šabac i 11200 Beograd.

Radi organizacije prevoza između 15300 Loznica i 11200 Beograd i obratno (Tabela 1), bio bi angažovan jedan kurir. Radno vreme kurira bi bilo od 12h do 20h. Kurir bi po povratku iz 11200 Beograd vršio razmenu PE zaključaka i PostExpres pošiljaka sa 15200 Šabac. Sa 15300 Loznica razmena se vrši u 18:30, a potom isti kurir vrši dostavu pošiljaka "danas za danas".

Tabela 1. PostEkspres linija Loznica-Šabac- Beograd

Dolazak	Grad-Pošta	Polazak	Dolazak	Grad-Pošta	Polazak
	Loznica	12:20	15:00	Beograd	15:45
12:25	Lipnički Šor	12:30	16:20	Obrenovac	16:25
12:35	Lešnica	12:40	17:20	Šabac	17:30
12:45	Prnjavor	12:50	18:30	Loznica	
12:55	Ribari	13:00			
13:15	Šabac	13:25			
14:20	Obrenovac	14:25			
14:35	Umka	14:40			
15:00	Beograd				

U pošti 15300 Loznica, vršilo bi se sačinjavanje zaključaka za poštanski centar 15200 Šabac. U poštanskom centru 15200 Šabac vršila bi se razrada zaključaka i dalje usmeravanje pošiljaka ka odredištima.

Na osnovu troškova i prihoda od usluge utvrđen je prag rentabilnosti za uvođenje usluge "danas za danas". U obzir su uzeti: troškovi goriva, održavanja i amortizacije vozila (do 800kg nosivosti) na relaciji Loznica-Šabac. Troškovi radne snage nisu razmatrani, jer ne postoji potreba za zapošljavanjem novih radnika.

Na osnovu dobijenih rezultata broj pošiljaka koji bi trebalo da se preveze da bi usluga bila ekonomski opravdana je 7 pošiljaka dnevno (Tabela 2).

Tabela 2. *Ekonomska opravdanost za novom uslugom*

EKONOMSKA OPRAVDANOST					
Gorivo	Potrošnja l/100km	Ukupno km	Utrošeno litara	Cena/ din	Ukupno din
	11.5	110	13	138	1794
Održa-vanje	Koeficije-nt od goriva				Ukupno din
	0.17				305
Amorti-zacija	Novo vozilo din	Amort. vek godina	Amorti-zacija dan/mes ec	Broj dana	Ukupno din
	1428000	6	19833	22	901
Rad vozača	Bruto plata din/mesec			Broj voza-ča	Ukupno din
				1	
Indire-ktni troško-vi (30% dire-ktnih troško-va)					900
Ukupna cena	Sa vremenskom amortizacijom				3900
Broj pošiljaka koje je potrebno primiti i dostaviti (poštarina 450 dinara)					7

Istraživanja koja su sprovedena, ukazuju na to da uvođenje usluge za pošiljke "danas za danas" nece bitno uticati na smanjenje obima pošiljaka "danas za sutra", ali će stvoriti konkurentsku prednost Pošte u odnosu na druge poštanske operatore u Loznici. Na osnovu istraživanja tržišta može se očekivati porast ukupnog broja PostExpres pošiljaka i ostvariti obim od 7 pošiljaka “danas za danas”, dnevno.

U cilju daljeg unapređenja PostEkspres usluga, potrebno je:

- za uručenje pošiljaka “danas za sutra” do 1kg, angažovati poštare na redovnoj pismonosnoj dostavi;
- dostavu telegrama i isplatu na adresu primaoca post-net uputnica, (koje se prime pre izlaska poštara na teren), organizovati redovnom pismonosnom dostavom.

5. ZAKLJUČAK

Osnovni cilj JP Pošte Srbije jeste da PostEkspres bude vodeći u pružanju ekspres usluga, ne samo u unutrašnjem saobraćaju, već i u međunarodnom.

Imajući u vidu dosadašnji razvoj i potencijale PostEkspres-a, ostvarenje tog cilja je moguće. PostEkspres treba da zadrži lidersku poziciju i pored najprisutnijih kompanija na našem tržištu kao što su "DHL – Srbija", "City Express", "D Express", "AKS Express Kurir" i "A2B Express Delivery". Konkurencija je velika i ozbiljna, što predstavlja motiv za podizanje kvaliteta usluga i ulaganja marketing. Najveća prednost Pošte je dostupnost i rasprostranjena mreža. To treba iskoristiti na najbolji mogući način i naravno uz podizanje kvaliteta usluga suprostaviti se svim izazovima tržišta. Samim unapredjenjem PostEkspres službe, pokušano je upotpuniti uslugu u pošti Loznica, povećati produktivnost i kvalitet usluge i povećati dostupnost klijentima, a time i količinu PostEkspres pošiljaka.

Dalja istraživanja u ovoj oblasti treba usmeriti na istraživanje tržišta i potreba korisnika, kao i na racionalizaciju poštanske mreže i razvoj eksprs usluga u manjim gradskim i vangradskim područjima.

6. LITERATURA

[1] Kujačić, M., *Poštanski saobraćaj*, Fakutet tehničkih nauka, Novi Sad, 2005.

[2] Kujačić, M., *Nove tehnoligije u poštansko saobraćaju, skripta*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2010.

[3] Šarac, D., *Modeli upravljanja poštanskom mrežom*, skripta, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2010.

[4] Vasilić, B., *Reorganizacija dostavnih reona pošte Bijeljina*, diplomski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2004.

[5] Panic, B., *Reorganizacija dostave pošiljaka u pošti Brčko*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2010.

[5] Priprema i organizacija PTT dostavljača za 2010., JP PTT saobraćaja "Srbija"

[6] Uputstvo za organizaciju specijalizovanog prijema i dostave za 2010., JP PTT saobraćaja "Srbija"

[7] Vodič kroz PostExpress usluge za 2010., JP PTT saobraćaja "Srbija"

[8] www.posta.rs

[9] www.postexpress.rs

Kratka biografija:

Suzana Ćosić rođena je u Loznici 1987. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Poštanski saobraćaj i telekomunikacija odbranila je 2015.god.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 656.1.08:614.8

ХИЈЕРАРХИЈСКИ МОДЕЛ ПРОЦЕСА ПРЕТИЦАЊА ВОЗИЛА У САОБРАЋАЈУ

HIERARCHICAL MODEL OF THE PROCESS OF PASSING VEHICLE IN TRAFFIC

Саша Илић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – *Претицање представља један од најризичнијих задатака током вожње. У раду је анализирано претицање са аспекта фаза задатака које возач мора да релизује током овог процеса.*

Abstract – *Overtaking is one of the riskiest tasks while driving. The paper analyzes the passing from the point of phase tasks that the driver must realizes during this process.*

Кључне речи: *Безбедност саобраћаја, понашање, аутоматизовани системи.*

1. УВОД

Стални пораст степена моторизације утиче на повећање густине саобраћајних токова, што има знатан утицај на смањење безбедности саобраћаја, јер пораст моторизације није праћен изградњом нових и осавремењавањем постојећих саобраћајница и инфраструктурних објеката. У таквим условима број саобраћајних незгода се све више повећава, при чему је велики број повређених и погинулих лица.

Претицање је маневар у вожњи који укључује кретање у другој саобраћајној траци, пролажење поред споријег возила и враћање у почетну саобраћајну траку. На двотрачним путевима, возачи који претичу друга возила морају да користе траке за саобраћај из супротног смера да би извели маневар претицања. Посебно је тешко проценити време које је доступно за маневар када су брзине вожње високе.

Свакако да је претицање на путевима са надолазећим саобраћајем један од најтежих задатака у вожњи. Тачније, велики број маневара претицања се изводи погрешно и небезбедно.

Са једне стране маневри претицања треба да унапреде комфор и ефикасност саобраћајног система. Забране претицања могу помоћи у унапређењу безбедности при претицању, али ипак ове забране имају и своја ограничења.

До сада је развијен велики број теорија о понашању возача. Као последица тога, такође је развијен и велики број модела који описује ове теорије. Предмет рада је хијерархијски модел претицања возила у саобраћају. Основни циљ је сагледати све појединачне захтеве према возачу током реализације процеса претицања.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр. проф.

2. РАДЊА ПРЕТИЦАЊА У САОБРАЋАЈУ

Маневар претицања је у овом раду дефинисан као скретање возила у другу траку супротног смера вожње, пролажење покрај најмање једног (споријег возила), и враћање возила у траку у којој је маневар започео. Маневар се изводи на двотрачним путевима, где је потребно користити траке саобраћаја из супротног смера. Возило које изводи маневар претицања је означено као возило које претиче, а возило које се претиче је означено као претекнуто возило. Такође се користи појам пролажења, иако ово углавном указује на маневар претицања на једносмерним путевима без враћања у траку у којој је маневар започео.

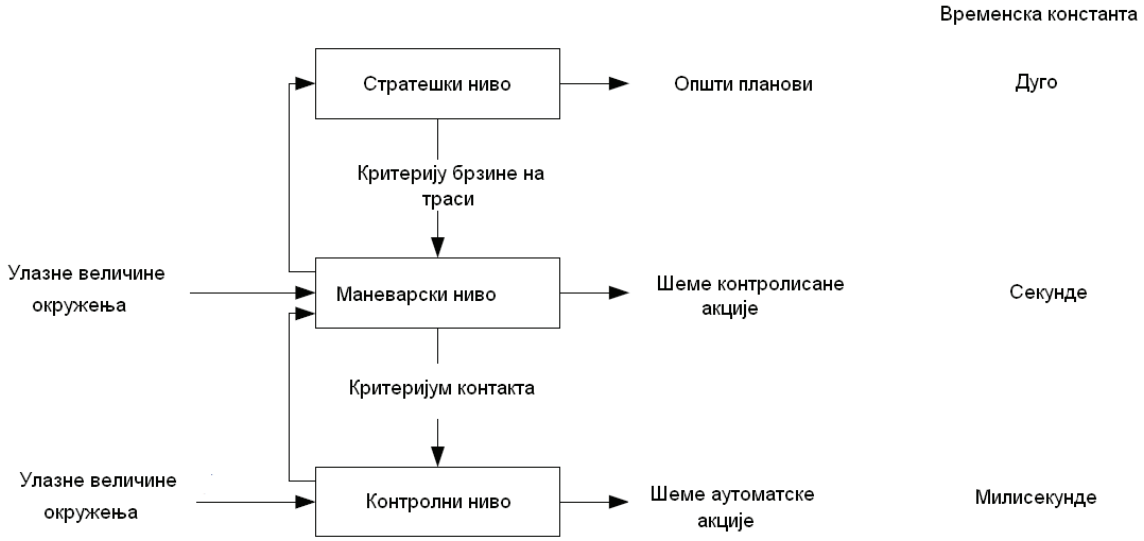
На крају двадесетог века око 60% од укупног броја саобраћајних незгода са погинулима у државама чланицама OECD-а се догодило на руралним путевима (OECD, 1999). У САД се 75% од свих незгода, од којих узрок може бити претицање, догодило на двотрачним руралним путевима (NCHRP, 2003). На путевима Јужне Африке (који су често пројектовани као двотрачни путеви), претицање је идентификовано као главни фактор везан за људску грешку који проузрукује 75% незгода које су анализиране (Vogel and Bester, 2005). У погледу на људску грешку током претицања, дошло се до тога да су поред других променљивих за склоности претицања, вештина вожње ублажила вештине безбедности, то јесте претпоставка да се вештија вожња формира као значајан фактор ризика ако не постоји пратећи висок ниво мера безбедности саобраћаја (Sumer et al., 2006).

Током седамдесетих година прошлог века, студија саобраћајних незгода при претицању и пролажењу поред возила дошла је до тога да је 43% свих незгода на двотрачним путевима укључивало маневре претицања или обилажења (Kemper et al., 1972). Тада је претицање идентификовано као пета најчешћа околност саобраћајних незгода. Претицање је дефинисано као кретање одређеног возила у другу саобраћајну траку, пролажење крај најмање једног (споријег) возила и враћење у траку у којој је маневар започео. Обилажење се понекад користи као синоним за претицање. Не само да се већина незгода везаних за претицање догађа на руралним путевима, већ те незгоде такође имају велику тежину. Америчка студија је дошла до резултата да судари са надолазећим саобраћајем представља 20% саобраћајних незгода са погинулима на двотрачним руралним путевима, што преставља око 4.500 погинулих годишње (Persaud et al., 2004). У Европи, 25% горе поменутих незгода са погинулима у

државама чланицама OECD представљају чеони судари.

3. ХИЈЕРАРХИЈСКИ МОДЕЛ ПРЕТИЦАЊА

Број развијених модела возача је велики као и сам број различитих типова возача. Само неколико тих модела је примењено да би се описало претицање. Они који покушавају да одреде структуру задатака у вожњи такође укључују и претицање. Често коришћена хијерархијска структура задатка у вожњи је даље развијена од стране Michon–а (1985). Он разграничава три нивоа вештина и контролише их на начине као што је приказано на слици 1. Стретешки ниво (планирање), тактички ниво (маневрисање) и оперативни ниво (контрола) заједно покривају све одабране одлуке током вожње.



Слика 1. *Хијерархијска структура задатака*

Перформансе су структуиране на три нивоа. Указано је на интерне и екстерне излазе ограничава три нивоа перформанси за веште операције: засноване на вештинама, засноване на правилама и засноване на знању.

Hale et al. (1990) комбинује хијерархијску структуру задатака у вожњи са нивоима перформанси вештина и контроле у матрици, и затим је поделио одлуке донешене у процесу вожње у девет могућих исхода ћелије које су представљене у табели 1.

Одлуке о претицању су позициониране у средњу ћелију, на нивоу задатка маневрисања и на нивоу заснованом на правилу.

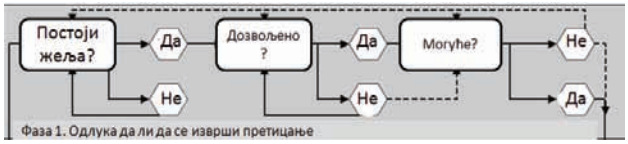
Табела 1. *Релација између нивоа класификације задатака (колоне) и нивоа понашања (врсте) (усвојено од Hale et al., 1990)*

	Стратешки/планирани задаци	**Маневар/тактички задатак**	**Оперативни/ контролни задаци**
Засновани на знању	Навођење у непознатом граду	Контролисање заношења возила	Возач кандидат на првој вожњи
Засновани на правилу	Одабир између познатих траса	Претицање других возила	Управљање непознатим возилом
Засновани на вештинама	Путовање кућа/посао	Преношење на сличне раскрснице	Управљање возилом у кривинама

Анализа задатка дели задатак при претицању у пет фаза, од којих се свака фаза састоји од неколико подзадатака који могу бити општи контролни задаци, општи задаци у вожњи или ситуациона понашања.

3.1 Фаза 1: Одлучивање да ли да се изврши претицање или не

Прва фаза се односи на одлуку да ли да се претицање изврши или не, у којој возач проверава да ли је претицање пожељно или потребно, као и да ли је претицање дозвољено и могуће са аспекта инфраструктуре. Жеља возача да изврши претицање зависи од жељене брзине, брзине наредног возила, од тога да ли је возач у журби, као и од других фактора понашања и ставова. Да би се дао пример, за ток од 700 возила у једном смеру, са просечном брзином од 90 km/h, стандардне девијације 8 km/h и тока из супротног смера од 400 возила/час, теоријска потреба за претицањем која је израчуната помоћу формуле за оптерећени смер је 273, док је забележена фреквентност претицања 25 km/h. За овај пример, одређен број возача са жељом да изврше претицање ће се позиционирати између 25 и 273, за укупно 700 возача.



Слика 2. *Одлука о вршењу претицања*

Када возачи имају жељу да изврше претицање, потребно је проверити да ли је претицање дозвољено. Информације о дозволи за претицање се обично прикупљају на почетку сегмента пута, а памте се краткорочно. Када возачи изразе жељу да изврше претицање, обично одмах прегледају окружење пута да би уочили потенцијалне саобраћајне знакове. Пошто возачи немају утицаја на забрану претицања, сврха квантифицирања овог подзадатка је ограничена. Непоштовања саобраћајних правила такође могу да се јаве на крају маневра, када је маневар започет на локацији на којој је било дозвољено претицање.

Када постоји жеља и када је дозвољено претицање, трећи подзадатак прве фазе маневра претицања је да

се уочи да ли постоји прилика за претицање, што у овој фази укључује само проверу више-мање статичких, инфраструктурних фактора, као што су хоризонтална и вертикална узвишења, кривине, раскрснице, укрштања са железничком пругом, мостови и тунели. Динамички фактори прилика за претицање, као што су надолазећа возила, се просуђују у наредној фази. У погледу инфраструктуре не би требало бити ограничења за претицање на целој раздаљини на којој је претицање дозвољено. McKnight and Adems (1970) су претпоставили да је ова раздаљина процењена од стране возача на основу брзине наредног возила у саобраћајном току. Поред потребне раздаљине за претицање, возач такође мора да омогући адекватне маргине безбедности за повратак у почетну траку. Растојање од почетка наредног возила би требало проверити тако да буде довољно велико. Процена прилике у овој фази води до одређивања да ли маневар претицања може бити безбедно изведен у оквиру доступне раздаљине за претицање.

3.2 Фаза 2: Припрема за претицање

Када су задаци из прве фазе маневра претицања проверени и позитивни, први задатак из друге фазе је да се процени растојање од првог надолазећег возила. Ово је из више разлога прилично тежак задатак. Прво зато што није укључен у друге задатке у вожњи, што указује на то да возачи немају одређену рутину у извођењу овог задатка као што је случај за управљање возилом или мењање степена преноса. Друго, возачи могу да донесу јасне процене о раздаљини претицања, али имају потешкоће при процењивању брзине надолазећег возила. Чак су и честе грешке при процењивању сопствене брзине, у мери да возачи морају проверавати брзиномер. На процењивање брзине надолазећих возила утиче брзина возила чији возач процењује брзину другог возила, као и ограничење брзине.

Слика 3. *Припрема за претицање*

Када је растојање до надолазећих возила велико, посматра се саобраћај у окружењу, при чему се креће од кретања наредног возила. Активности наредног возила као што су сигнал за лево скретање, припрема за маневар претицања, изненадно успоравање и заношење би требали да доведу до одлуке да се још увек не изврши маневар претицања. Када наредно возило убрзава, такође би било боље сачекати са меневром претицања. Ипак, ово је тешко приметити: када возач прати возило при раздаљини од 30 метара, минимална промена при којој возач примећује да се растојање повећава или смањује је 3,7 метара, то јест промена у релативној брзини. Поред тога што возач мора да посматра наредно возило и возило из супротног смера, возач би такође требао обратити пажњу на саобраћај који се одвија иза њега, при чему је могуће да је неки возач већ започео маневар претицања.

Важно током друге фазе је да се одржи одговарајућа раздаљина праћења пре промене траке. На двотрачним руралним путевима, временско растојање од 2 секунде које се користи у већини европских држава је означено као адекватно. Rajalin је интервјуисао возаче који су возили уз мала растојања, и они су обично наводили да је разлог за то припрема за претицање. Финални задатак друге фазе је употреба индикатора.

3.3 Фаза 3: Промена саобраћајне траке

Стварни почетак маневра претицања у смислу покрета одвија се у трећој фази, у којој возило које врши претицање мења саобраћајну траку. Ова фаза започиње са управљањем, убрзавањем и праћењем да би се возилу омогућило да уђе у нову траку.

Слика 4. *Промена саобраћајне траке*

3.4 Фаза 4: Пролазак

У четвртој фази, возило које претиче се налази у траци за саобраћај из супротног смера, и пролази поред возила које се налази поред њега. Током маневра претицања путем убрзавања, пролаз поред наредног возила се одвија путем настављања убрзања, што вероватно захтева промену степена преноса. Према, два задатка током проласка поред наредног возила су давање сигнала наредном возилу ако је неопходно, као и „блицање„ у ноћним условима вожње. Возило које врши претицање пролази крај наредног возила, при чему прати растојање до надолазећег возила из супротног смера. У теорији је довољно убрзање до жељене брзине, али већина возача наставља убрзање све док се налазе у левој саобраћајној траци, и прилагођавају брзину жељеној брзини када се врате у десну саобраћајну траку. Ако је потребно изненадно убрзање, возач треба да притиском „до патоса„ убрзано заврши маневар претицања. Али, ако је несигурно да ли се пролазак може извшити, пролаз може бити прекинут и возило се враћа у десну траку, иза наредног возила, и маневар претицања може поново започети од фазе 1.

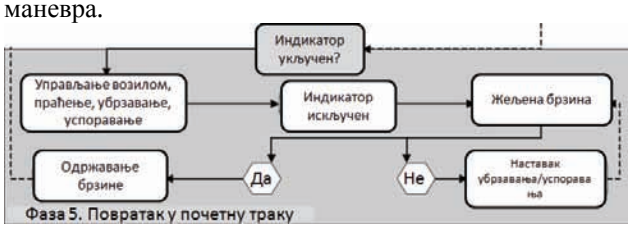
Слика 5. *Пролазак поред возила*

Када је видљивост добра, неколико возила може бити претечено у једном маневру претицања. Ово је дефинисано као 2+ стратегија, и примењује се на око 10% маневра претицања. Просечно време проведено у левој траци, то јест, трајање четврте фазе маневра

претицања је 4,2 секунде, са стандардном девијацијом од 2,3 секунде.

3.5 Фаза 5: Повратак у десну саобраћајну траку

Пета и последња фаза меневра претицања је повратак у десну траку. Слично почетку маневра, требао би бити коришћен индикатор да би указао на промену саобраћајне траке. За посматране маневре претицања описане у поглављу 3, више од половине возила која врше претицање нису користила индикатор на крају маневра.



Слика 6. *Повратак у десну саобраћајну траку*

Активност управљања возилом да би се оно позиционирало на средину десне траке може започети ако се у ретровизору могу приметити оба чеона светла возила које је претечено. Али ако растојање до надолазећег возила постане критично, то јест мање од 4 секунде, возач може одлучити да се раније врати у десну траку, на пример, када примети да се оба чеона светла претеченог возила могу запазити на десном ретровизору. Ризик од тешке саобраћајне незгоде при пресецању путање претеченом возилу је мањи од ризика од судара са надолазећим возилима, јер су брзине истог смера и јер је брзина возила која врши претицање већа. При повратку у десну траку, возачи морају поново да контролишу брзину. Ако возило које врши маневар претицања уђе у десну траку иза новог возила, чија је брзина нижа од жељене, брзина возила које врши претицање мора бити прилагођена овој брзини.

5. ЗАКЉУЧАК

Претицање је један од најопаснијих и најсложенијих маневара у саобраћају (задатак форсираног ритма). Маневри претицања су посебно опасни на двосмерном двотрачним путевима због потенцијалног или стварног возила које долази из супротног смера. Врсте незгода које најчешће настају због непрописног претицања су чеони судари (судар возила која се крећу из суоротног смера).

Претицање је безбедније и мања је шанса да се догоди незгода уколико се што мање времена проведе на погрешној страни пута. Саобраћане незгоде настале због непрописног претицања имају већу жестину него остале саобраћајне незгоде.

Максимум ризика код претицања настаје када су возила близу (било да се возило прати на кратком одстојању или ако због овог одстојања возило не може не брзо да се врати на своју саобраћајну траку). Праћење на кратком одстојању негативно утиче и на возача предњег возила.

Претицање поставља врло оштре захтеве пред пројектанте путева (у вези прегледности и других елемената пута) и конструкторе возила (вознодинамичке карактеристике) чије је испуњење некад и веома скупо. Пут и време претицања се смањује са повећањем разлике у брзинама између претичућег и претиканог возила и обратно.

При претицању ако имамо дилему да ли да завршимо претицање или од њега одустанемо, треба возачима у току обуке сугерисати на одустајање од претицања из разлога што су вредности успорења знатно већа него вредности убрзања.

6. ЛИТЕРАТУРА

[1] Hale, A.R., Stoop, J. & Hommels, J. (1990). Human error models as predictors of accident scenarios for designers in road transport systems. Ergonomics, 33 (10/11), pp. 1377-1387.

[2] Kemper, W.J., Huntington, P.E. & Byington, S.R. (1972). Overtaking and passing vehicle accidents. Public Roads, 37 (3), pp. 81-88.

[3] McKnight, J. & Adams, B.B. (1970). Driver Education Task Analysis. Volume I: Task Descriptions. Alexandria: Human Resources Research Organization (HumPRO).

[4] Michon, J.A. (1985). A critical view of driver behavioural models: What do we know, what should we do? In: Evans, L. & Schwing, R.C. (Eds.), Human behaviour and Traffic Safety (pp. 485-520). New York: Plenum Press.

[5] NCHRP. (2003). Guidance for Implementation of the AASHTO Strategic Highway Safety Plan. Volume 4: A Guide for addressing Head-on Collisions. America: Transportation Research Board.

[6] OECD. (1999). Safety Strategies for Rural Roads. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

[7] Persaud, B.N., Retting, R.A. & Lyon, C.A. (2004). Crash reduction following installation of centerline rumble strips on rural two-lane roads. Accident Analysis & Prevention, 36 (6), pp. 1073-1079.

[8] Sumer, N., Ozkan, T. & Lajunen, T. (2006). Asymmetric relationship between driving and safety skills. Accident Analysis & Prevention, 38 (4), pp. 703-711.

[9] Vogel, L. & Bester, C.J. (2005). A relationship between accident types and causes. Proceedings of the 24th Annual Southern African Transport Conference, SATC 2005: Transport Challenges for 2010.

Кратка биографија:

Саша Илић рођен је у Александровцу 1984. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранио је 2015. год.

Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању ванредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 656.1.08

ПЕРЦЕПЦИЈА И ПРИХВАТЉИВОСТ СИСТЕМА У ВОЗИЛУ ЗА ПРИЛАГОЂАВАЊЕ БРЗИНЕ У САОБРАЋАЈУ

PERCEPTION AND ACCEPTABILITY OF IN-VEHICLE INTELLIGENT SPEED ADAPTATION SYSTEMS

Милан Стојковић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – *Употребом савремених технологија у саобраћају, могу се значајно смањити гужве и загушења на путевима, може се повећати безбедност и енергетска ефикасност и смањити зависност од фосилних горива. Изазови се јављају када је у питању имплементација савремених система. У раду су приказани и анализирани резултати истраживања која се односе на прихватљивост и имплементацију система у возилу за прилагођавање брзине. Дефинисани су најефикаснији механизми имплементације и смернице за превазилажење ограничења која прате процес имплементације.*

Abstract – *Use of new technologies in transport system can be very beneficial. New technologies reduces traffic jams and dependence on fossil fuel, also increases safety and energy efficiency. Challenge is to implement these technologies in traffic system. Various research and trials from other countries are presented and analyzed in this paper. Perception and acceptability of ISA systems is analyzed and most efficient mechanisms of implementation and mechanisms for overcoming barriers are presented.*

Кључне речи: *Систем, безбедност саобраћаја, прихватљивост, перцепција, имплементација.*

1. УВОД

Према подацима Светске Здравствене Организације, 1.240.000 људи годишње погине у свету у саобраћајним незгодама.

Десетине милиона људи годишње бива повређено у саобраћајним незгодама. Најрањивије групе учесника у саобраћају су деца, млади, пешаци, бициклисти, мотоциклисти и старије особе. Последњих деценија бележи се велики раст и напредак савремених технологија.

Циљ је да се искористи потенцијал савремених технологија како би се утицало на повећање безбедности у саобраћају и смањио број погинулих и повређених у саобраћајним незгодама.

Један од савремених система који се примењује у саобраћају и служи за повећање безбедности је Интелигентни систем за прилагођавање брзине возила (ISA-Intelligent Speed Assistance/Adaptation).

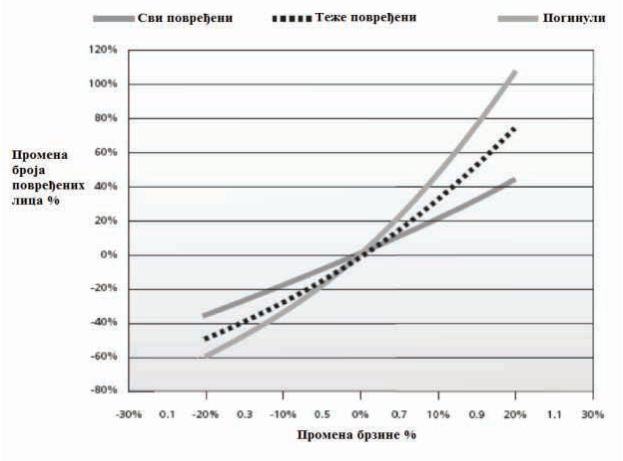
NAPOMENA:
Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Jovanović, vanr. prof.

Један од подсистема је Активна педала гаса (AAP-Active Accelerator Pedal) и у овом раду ће бити детаљније обрађен као и сама подршка систему (подсистему).

2. БРЗИНА И ЊЕН УТИЦАЈ НА БЕЗБЕДНОСТ У САОБРАЋАЈУ

Процењује се да око 30% укупног броја саобраћајних незгода настаје услед пребрзе вожње и неприлагођене брзине (Vlassenroot, 2011).

Нилсон (Nilsson, 2004) је моделом довео у везу брзину возила, незгоде са тешко повређеним лицима и незгоде са погинулим лицима. Модел који је Нилсон пројектовао назива се „Power Model“.



Графикон 1. *Power Model: Веза између промене средње брзине и броја страдалих лица (Nilsson, 2004)*

На основу овог модела долази се до података да повећање средње брзине за 10%, доводи до повећања броја незгода са лакше повређеним лицима за 21% као и повећања броја незгода са тешко повређеним за 33% и повећања броја незгода са погинулим лицима за 46%. Са друге стране, смањењем средње брзине за 10%, смањује се број незгода са лакше повређеним лицима за 19%, затим број незгода са теже повређеним лицима за 27% и број незгода са погинулима за 34%.

3. СИСТЕМ ЗА ПРИЛАГОЂАВАЊЕ БРЗИНЕ ВОЗИЛА (ISA SYSTEM)

Интелигенти систем за прилагођавање брзине подразумева скуп технологија које пружају подршку возачу контролисањем брзине возила.

ИСА систем је интелигентни уређај који се уграђује у возило и који упозорава возача о прекорачењу прописане брзине, затим обесхрабрује возача да прекорачава брзину, и/или онемогућава возачу да прекорачи прописану брзину (Brookhuis & De Waard, 1999). ИСА систем се може поделити у неколико категорија, подсистема, у зависности од принципа рада и начина обавештења возача.

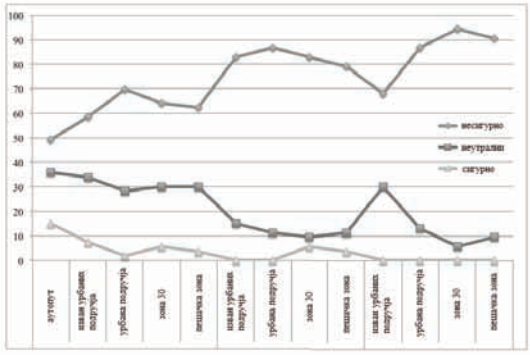
- Систем који информише (саветодавни систем), приказује на командној табли важеће ограничење брзине у том тренутку, како би подсетио возача.
- Упозоравајући систем који упозорава возача када је брзина возила већа од прописане брзине. Тада возач одлучује да ли да игнорише ово упозорење или не.
- Интервенишући систем који пружа отпор у педали гаса када је брзина прекорачена (нпр. Активна педала гаса-ААР). Возач и тада има опцију да савлада контрапритисак педале и да додатно повећа брзину возила.
- Мандаторни систем који у потпуности спречава возача да савлада систем и прекорачи прописану брзину.

Генерално, систем има повољне ефекте на саобраћај и смањење брзине. Ефекти зависе од врсте система и степена укључености система при смањењу брзине. Рестриктивни системи су ефективнији од упозоравајућих система када је реч о смањењу брзине возила.

4. ПЕРЦЕПЦИЈА И ПРИХВАТЉИВОСТ СИСТЕМА

Питање које мучи стручњаке је: каква је перцепција људи на појам мобилности, брзине и прекорачење брзине у саобраћају? Сматрало се да ставови возача о брзини и прекорачењу брзине, могу имати велики утицај на понашање током вожње са ИСА системом, као и утицај на степен прихватљивости система.

Резултати студије (Vlassenroot et al., 2007) указују на то да је систем за прилагођивање брзине имао одређене ефекте на мишљење и на ставове возача који су користили систем. Већина возача изјавила је да не мисли да је брза вожња забавна (више од 70%), или узбудљива (више од 53%). Пре истраживања 1 од 5 испитаника сложио се са претпоставком да брза вожња штеди време, међутим, после истраживања само 5% испитаника је делило ово мишљење.



Графикон 2. *Субјективни осећај угрожености возача у саобраћају изражен у процентима (Vlassenroot, 2007)*

Затим, већина испитаних возача у истраживању је изјавила да је прекорачење брзине „опасно“, „несавесно“ и „нешто што не треба подржати“. Такође, возачи су упитани да ли се осећају безбедно или небезбедно у саобраћају или када уоче возило које прекорачава брзину. Испитаници су изјавили да се никад не осећају безбедно као пешаци, када возила прекорачавају брзину. Као пешаци осећали су се најугроженије у зонама где је ограничење брзине 30km/h (90%). Као возачи, 49% испитаника се осећало небезбедним на аутопутевима и 70% на путевима у урбаним срединама где је прекорачење брзине честа појава (Графикон 2.). Као бициклисти, возачи су се на скоро свим путевима осећали небезбедно (око 80%) (Vlassenroot et al., 2007).

Када је реч о имплементацији система, кључ успеха је разумевање начина на који ће корисници схватити и реаговати на систем. Обзиром да су прихватање, прихватљивост и подршка врло значајни, потребно је дефинисати појам прихватања и прихватљивости, индикаторе и наћи начин да се измери прихватљивост.

Прихватање, прихватљивост, социјална подршка и подршка друштвене заједнице су термини који се често користе за описивање сличног феномена, на који начин ће корисници реаговати на имплементацију неког система и на спровођење одређене мере. Значај дефинисања прихватања и прихватљивости огледа се у томе да се створе предуслови за успешно спровођење мера и/или имплементацију неког система. (Vlassenroot et al., 2010).

Ван Мегерен и други (Van Meegeren et al., 2001) су дефинисали компоненте које могу утицати на подршку јавности систему (Слика 1.). Процене указују да уколико постоји добра организација и повољни услови, јавност може прихватити систем, чак и активно учествовати у процесу имплементације. Са друге стране, уколико се мере имплементације не спроводе на одговарајући начин, постоји шанса да ће систем наићи на отпор велике групе грађана и самим тим процес имплементације се може довести у питање.

Слика 1. *Компоненте и променљиве које утичу на јавну подршку (Van Meegeren et al., 2001)*

Битно је напоменути да постојање прихватљивости није довољно за остваривање подршке систему. Може

постојати прихватање одређене мере иако стране које прихватају меру не подржавају исту. Прихватљивост се може сматрати као предуслов за подршку мери/систему.

Венкатеш (Venkatesh et al., 2003) је дефинисао основне факторе који одређују прихватљивост на основу разних метода или комбинацијом више метода. Конструисан је унифицирани модел за мерење прихватљивости под називом Унифицирана Теорија Прихватљивости и Коришћења Технологије (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology-UTAUT). У овом моделу, постоје 4 детерминанте које одређују прихватљивост корисника:

1) Очекиване перформансе - у којој мери корисник очекује од система помоћ и повећање продуктивности и ефикасности;
2) Очекивани труд - колики труд очекује корисник да уложи да би користио систем;
3) Утицај друштва - значај уверења и ставова осталих људи о ономе ко користи систем;
4) Олакшавајуће околности - мишљење корисника о организационој и техничкој инфраструктури која пружа подршку систему.

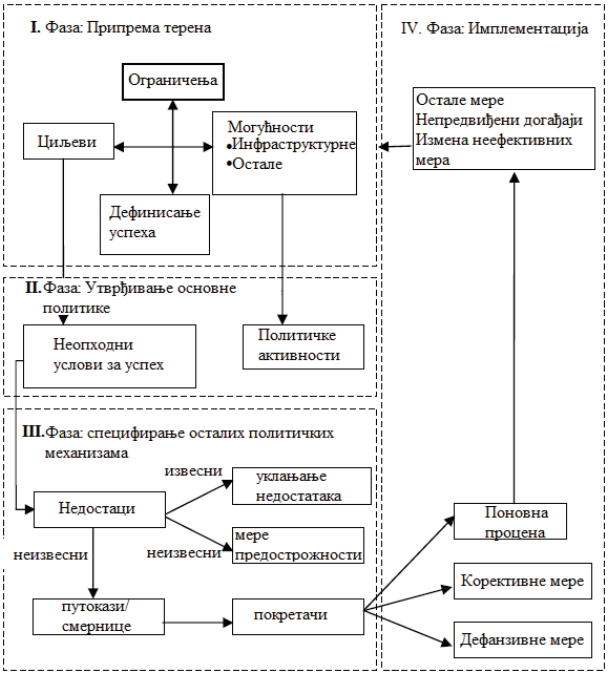
5. МЕХАНИЗМИ ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ И ПОДРШКЕ СИСТЕМУ

Обећавајућа перспектива и актери на одговарајућим позицијама представљају битне услове за почетак и вођење процеса имплементације система за прилагођавање брзине у возилу и пружање подршке систему.

Процес имплементације веома је сложен. Морају бити дефинисани јасни циљеви и усагласити имплементацију са традиционалним мерама. Потребно је ангажовати све актере који могу допринети процесу имплементације и дефинисати њихове активности. Такође, потребно је са техничког аспекта усагласити систем за прилагођивање брзине возила са осталим системима у возилу, као и са осталим компонентама саобраћајног система (инфраструктура, саобраћајна сигнализација, осигуравајуће компаније, услуге и остало). Имплементација у овако комплексном окружењу има за резултат неизвесност и непредвидљивост резултата имплементације. Дакле, није могуће тачно предвитети ток и успешност имплементације система и потребно је прво креирати стратегију која смањује број непредвивих ситуација и повећава успешност имплементације. Стратегијом се предвиђају краткорочни и дугорочни резултати имплементације система.

На самом почетку развијања стратегије имплементације, мора се дефинисати координација и кооперација између актера у влади и актера који су тржишно орјентисани. Људи на власти и у влади су у најбољем положају да воде процес имплементације. У већини земаља, они су ти који одговарају за целокупан транспортни систем и могу сагледати потенцијале тржишта.

Волкер (Walker et al., 2001) је развио такозвани адаптивни приступ креирања политике у саобраћајном систему. Приступ укључује све неизвесности и могуће исходе процеса имплементације. Затим, на основу нових сазнања, усваја се једна од могућих стратегија за имплементацију.



Слика 2. *Процес управљања прилагодљивом политиком имплементације* (Morsink, et al., 2007)

Приступ подразумева да су све веће промене у транспортном систему засноване на аналитичкој методи (Слика 2.). Прво се утврђују циљеви, затим прописи који регулишу процес имплементације и који се могу прилагодити у сваком тренутку у зависности од ситуације. Такође актери имплементације настављају са својим активностима као код традиционалних приступа. Прилагодљива политика имплементирања омогућава да се са уградњом система крене одмах, док се одлучивање и решавање свих неизвесности одвија у ходу. Временом како се знање о систему и прихватљивости проширује, у складу са тиме се и доносе одлуке о будућим мерама имплементације.

6. ДИСКУСИЈА

У претходних 20 година спроведена су бројна истаживања везана за ИСА системе. Резултати су показали да су ИСА системи ефикасни и ефективни, али степен ефикасности и ефективности зависи од врсте система. Самим тим, ИСА системи имају позитиван утицај на безбедност саобраћаја. Такође, ИСА системи имају позитивне ефекте и на потрошњу горива, емисију, буку, загађење и друго.

Када су испитивани основни ставови возача и перцепција, већина возача није била сагласна да је пребрза вожња забавна, ослобађајућа или узбудљива (пре, за време и после истраживања које је спроведено у Белгији и Холандији). Вожња са системом утицала је на понашање возача. Примећено је да се прихватљивост система повећала након коришћења система од стране возача. Такође, испитаници су окарактерисали Активну Педалу Гаса (AAP-Active Accelerator Pedal) као задовољавајући и користан систем.

Закључено је да су ИСА системи корисни за безбедност саобраћаја и покренуте су многе дебате везане за процес имплементације. Међутим, остала су бројна отворена питања, а која се односе на прихватање мера и регулатива које прате ИСА системе, од стране јавности.

Младе возаче је теже убедити да одређене околности и понашање може довести до незгоде у односу на старије/искусније возаче. Млади возачи често прецењују своје способности и возачке вештине, возе брже и мање су свесни ризика у саобраћају. За повећање прихватљивости код младих возача потребна је другачија стратегија, тј. другачији приступ. Кампање за повећање свести и информисање потребно је спроводити у периоду њихове едукације тј. школовања.

Возачи који често прекорачују брзину због својих убеђења, ставова, настављају са таквим понашањем и приликом коришћења ИСА система. Уколико се докаже да је ИСА систем поуздан и испуњава циљеве на основу којих је и пројектован, прихватљивост се повећава. Такође, приликом имплементације потребно је узети у обзир парадокс да возачи који највише прекорачују брзину најмање прихватају систем, тј. да они којима је систем најпотребнији најмање прихватају систем.

Будућа истраживања се требају фокусирати на дефинисању свих релевантних показатеља прихватљивости система и утврђивању тачног степена прихватљивости.

Потребно је у будућности креирати шаблон по коме се утврђује тачна прихватљивост сваког подсистема, ИСА технологије, појединачно.

Када је реч о нашој земљи, не постоје детаљна истраживања везана за прихватљивост ИСА система нити постоје могућности за тестирање таквог система од стране свих возача. Обзиром да су у нашој земљи све привредне области у заостатку у односу на развијене земље, могуће је систем представити, имплементирати у целости или делом, у наредних 10 година уколико се за то створе одређени услови. Мора се развити одговарајућа стратегија имплементације, морају се дефинисати тачни механизми имплементације, морају процес имплементације водити одговорни људи способни за то, и морају се спроводити бројне кампање за представљање система и подизање нивоа свести код грађана.

Такође, законски оквир се мора прилагодити овим системима и појачати мере и иницијативе које се већ спроводе у области безбедности саобраћаја. Међутим, све наведене услове је тешко испунити и још теже у кратком временском периоду, тако да се може закључити да је почетак имплементације ИСА система у нашој земљи веома неизвестан у скоријој будућности.

7. ЗАКЉУЧАК

Када се узму у обзир све користи ИСА система, јасно је да је потребно имплементирати систем. Као предуслов имплементацији јавља се прихватљивост система. Истраживања су показала да у развијеним земљама (Шведска, Белгија, Холандија и др.) постоји одговарајућа прихватљивост система и развијена свест о ризицима у саобраћају. Још увек је неизвесно како ће друштво реаговати на имплементацију система. Уколико се креира лоша стратегија имплементације или се процес имплементације креће у погрешном смеру, постоји објективни ризик да имплементација доживи неуспех, што ствара додатну баријеру наредном покушају имплементације. Само у комбинацији са другим мерама за управљање брзином и са одговарајућом подршком систему, представљање и имплементација ИСА система може бити успешна.

8. ЛИТЕРАТУРА

[1] Brookhuis, K. and De Waard, D. (1999). Limiting speed, towards an intelligent speed adapter (ISA) Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Vol. 2, nr. 2, pp. 81–90

[2] Morsink, P., Goldenbeld, C., Dragutinovic, N., Marchau, V., Walta, L., and Brookhuis, K.A. (2006) Speed support through the intelligent vehicle: perspective, estimated effects and implementation aspects, SWOV, Leidschendam, the Netherlands

[3] Nilsson, G. (2004). Traffic Safety Dimension and the Power Model to describe the Effect of Speed on Safety, Lund Institute of Technology, Lund, Sweden

[4] Van Meegeren, P., Eshuis, J. and Leeuwis, C. (2001). Het convenant glastuinbouw en milieu: de acceptatie van het milieubeleid door de achterban, *Beleidswetenschap*, Vol. 1, pp. 33-52 [in Dutch]

[5] Vlassenroot, S., Broekx, S., Mol, J. D., Panis, L. I., Brijs, T., Wets, G. (2007), Driving with intelligent speed adaptation: Final results of the Belgian ISA-trial, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 41, nr. 3, pp. 267-279

[6] Vlassenroot, S. (2011). The Acceptability of in-vehicle Intelligent Speed Assistance (ISA) Systems: from Trial Support to Public Support, Delft University of Technology, Netherlands and Ghent University, Belgium

[7] Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G. B., Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view, MIS Quarterly, Vol. 27, nr. 3, pp. 425-478

[8] Walker, W.E., S.A. Rahman, and J. Cave. (2001) Adaptive policies, policy analysis, and policy-making. In: European Journal of Operational Research, Vol. 128, Issue 2, 2001, pp. 282-289

Кратка биографија:

Милан Стојковић рођен је у Бору 1990. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранио је 2015. год.

Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању ванредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 656.1

PRIMJENA ITS TEHNOLOGIJA NA VANGRADSKIM DEONICAMA PUTA SA OSVRTOM NA AUTOPUT GRADIŠKA - BANJA LUKA

APPLICATION OF ITS TECHNOLOGIES ON RURAL ROADS WITH REVIEW ON THE HIGHWAY GRADISKA - BANJA LUKA

Savan Tanasić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ I TRANSPORT

Kratak sadržaj – *Primjena ITS tehnologije na vangradskim deonicama je od izuzetnog značaja za bezbjednost saobraćaja. Na ovoj analiziranoj deonici puta ITS tehnologije ne zauzimaju veliki značaj. U okviru rada, dati su primjeri kratkoročnih, srednjoročnih i dugoročnih planova šta bi to trebalo unaprediti na ovoj deonici puta. Sa finansiskog aspekta ovi sistemi ne donose prihode, ali povećavaju nivo bezbjednosti saobraćaja i olakšavaju vođenje saobraćaja na ovoj deonici.*

Abstract – *The application of ITS technologies in the rural roads of the utmost importance for traffic safety . On this section of road analyzed ITS technologies do not take up huge significance. Give examples of short, medium and long-term plans, What 's that supposed to improve on this road section. From the aspect of finance These systems do not generate income , these systems increase the level of traffic safety and facilitate the management of traffic on this road section*

Ključne reči: *Inteligentni transportni sistemi, mjere za unapređenje, Autoput Gradiška-Banja Luka*

1. UVOD

Visoki troškovi izgradnje saobraćajne infrastrukture, nedostatak prostora u urbanim sredinama, rastući kriterijumi po pitanjima očuvanja kvaliteta životne sredine i prihvatljivog nivoa usluge saobraćajnog sistema nametnuli su potrebu za boljim iskorištenjem postojećeg kapaciteta mreže saobraćajnica.

Velika mogućnost za rešavanje složenog zahtjeva koje korisnici i društvo u cjelini postavljaju pred saobraćajnim sistemom, nalaze se u domenu upravljanja saobraćajem. Iako razvoj hardvera i softvera u domenu saobraćaja, može obezbjediti efikasniji pristup upravljanju saobraćajem.

Ovakav koncept integracije doprineo je pojavi i razvoju INTELIGENTNIH TRANSPORTNIH SISTEMA (ITS) [1].

Predmet istraživanja je analiza deonice E661 Auto-puta Gradiška-Banja Luka sistema za upravljanje i nadzor vozila. Efekti uvođenja sistema sagledani su kroz smanjenje broja saobraćajnih nezgoda i posledica.

NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vuk Bogdanović, vanr. prof.

Jedna od dodatnih i veoma bitnih pretpostavki ovog istraživanja jeste da nepostojanje ITS sistema na deonici puta, nepovoljno utiče na ekonomske efekte i na bezbjednost saobraćaja. Drugim riječima, loše stanje bezbjednosti saobraćaja je direktna posledica nepostojanja adekvatnih postupaka i procedura.

Upravo ovaj rad bi trebalo da kroz unapređenje postupaka i procedura (jačanje svesti svih struktura privrednog društva) kao i uvođenja sistema za upravljanje i nadzor vozila definiše model čijom primenom bi se povećala bezbjednost saobraćaja na samoj deonici autoputa.

2. AUTO PUT E661 GRADIŠKA-BANJA LUKA

Auto put Gradiška-Banja Luka je prvi izgrađeni autoput u Republici Srpskoj, koji je u upotrebi od novembra 2011. godine. Ovo je jedan od najvažnijih putnih pravaca u Republici Srpskoj koji povezuje Republiku Srpsku sa Hrvatskom. Nalazi se na međunarodnom putnom pravcu E-661 i u Hrvatskoj se veže za koridor X. Ovo je i najopterećeniji putni pravac u Republici Srpskoj. Izgradnjom mosta na Savi kod Gradiške i spajanjem autoputa sa koridorom X u Hrvatskoj, autoput Gradiška-Banja Luka biće potpuno funkcionalan. Auto-put Gradiška - Banja Luka je deo evropskog puta E661 dužine je 33,7 km. Auto-put sadrži četiri petlje i dva tunela.[12]

Slika 1. *Autoput Gradiška-Banja Luka*

3. ITS NA AUTOPUTU GRADIŠKA-BANJA LUKA

Na autoputu Gradiška-Banja Luka ne postoji neka ozbiljna integracija ITS infrastrukture. Sve što je ugrađeno na samom autoput je šturo i neadekvatno postavljeno sa izuzetno malom opslugom učesnika u

saobraćaju. Cijela tehnologija ITS infrastrukture na dionici autoputa Gradiška-Banja Luka se svodi na 2 (dva) promjenljiva saobraćajna znaka (PSZ) kojima se upravlja manuelno, dolaskom radnika JP „Autoputevi RS“. Takođe postoje i sistem SOS telefona koji nisu u funkciji. Postoje kućice za naplatu putarina koje su počele sa naplatom dana 16.3.2015 godine.

Sva ITS tehnologija koja postoji na ovoj deonici autoputa mora biti unapređena na puno veći nivo od postojećeg što će biti prikazano u ovom radu.

4. TEHNIČKI OPIS PROJEKTA ITS TEHNOLOGIJE

Na deonici Autoputa Gradiška-Banja Luka ne postoji neka ozbiljnija priča o ITS tehnologijama. Postoji projekat koji bi se trebao realizovati na toj deonici u dogledno vrijeme.
Projekat obuhvata:

- Deonicu Mahovljani-Glamočani, kao i deo autoputa Gradiška-Banja Luka, u dužini od 5,4 km,
- Deonicu Gradiška-Mahovljani, kao i deo autoputa Gradiška-Banja Luka u dužini od 26,5 km,
- Mahovljanska petlja, u dužini od 1,8 km,
- Privremeni centar za kontrolu saobraćaja u objektu Tehnosinta (Kontrolni centar)
- Vezu sa budućim stalnim Centrom za održavanje i kontrolu saobraćaja COKS „Mahovljani 2“

Tehničkom opisu projekta planirano je ugradnja sledećih sistema:

- Sistem SOS telefona,
- Sistem videonadzora sa sistemom automatskog prepoznavanja registarskih oznaka i sistemom detekcije incidentnih situacija.
- Upravljanje sistemima u tunelu:
    - Sistem kontrole kvaliteta i brzine strujanja vazduha,
    - Sistem kontrole ventilacije i osvjetljenja.
- Sistem osvjetljenja na petljama,
- Saobraćajna signalizacija i oprema na putu:
    - Promjenljivi saobraćajni znakovi,
    - Sistem za detekciju saobraćaja,
    - Detekcija prekomjerne visine vozila,
    - Meteorološki senzori,
    - Saobraćajni kontrolori.

Ovdje možemo vidjeti da je planirano postavljanje osnovnih ITS sistema iz upravljanja saobraćaja. Sa manjim ulaganjima ovaj projekat bi se mogao postaviti na veći nivo, samim tim i usluga na ovoj dionici autoputa bila bi na većem nivou, a time bi se povećala bezbjednost odvijanja saobraćaja.

5. KRITIČKI OSVRT NA IZVEDENO I POSTOJEĆE STANJE

Na deonici autoputa Gradiška-Banja Luka postoji:

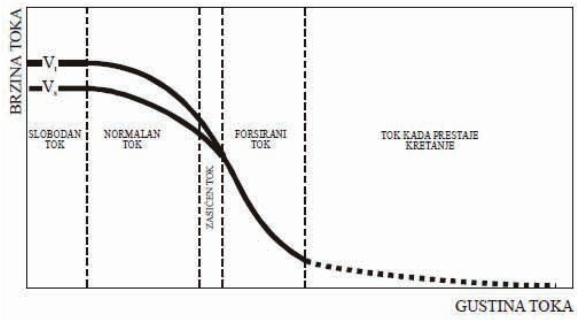
1. Tehnički opis (promjenljiva),
2. Postojeće stanje,

Malo detaljnija analiza postojećeg stanja i tehničkog opisa će pokazati koliko se ITS sistem može unaprediti u svakom segmentu.
Nakon detaljne analize tehničke dokumentacije i izvedenog stanja na posmatranoj deonici ustanovljena su dva osnovna problema:

1. Da izvedeni radovi na deonici nisu usklađeni sa tehničkom dokumentacijom, u smislu da neka od projektovanih tehničkih rešenja nisu implementirana odnosno izvedena. Posebno se odnosi na tunele, petlje, objekte za naplatu putarine.
2. Neka od tehničkih rešenja koja su praktično primjenjiva na deonicama autoputeva nisu projektovana.

Tokom istraživanja na ovom radu primjećeno je da tuneli, petlje i objekat za naplatu putarina nisu obezbjeđeni ITS sistemima.
U skladu sa evropskim direktivama EU 2008 upravljač-investitor gradnje deonice je bio u obavezi izvršiti reviziju bezbjednosti projekta, pojedinih faza gradnje i izvedenog stanja, a što nije urađeno. Iz navedenih razloga pojavili su se navedeni problemi u smislu manjka tehničke dokumentacije i manjkavosti izvedenog stanja.
Revizija projekta RSA nije izvršena iz tog razloga došlo je do propusta u implementaciji ITS sistema na ovoj deonici puta.
Usled nedostatka predviđenih projektantskih rešenja na razmatranoj deonici Gradiška - Banjaluka Auto-puta E661 ne može se postići očekivani kvalitet usluge i bezbednost učesnika u saobraćaju.
Kako finansijskih sredstava za rekonstrukciju puta nema, da bi se kvalitet usluge podigao na viši nivo jasno je da je neophodno pronaći način da sa ograničenim budžetom ostvare predviđene mjere unapređenja deonice, a u tu svrhu se implementacija ITS-a nameće kao logično rešenje.
Opskrbljivanje tunela, petlji i objekata za naplatu putarine ITS tehnologijom na predloženoj deonici, nedvosmisleno bi na viši nivo podigla bezbednost saobraćaja, usled čega bi se povećao i protok, a shodno tome kroz određeni period i prihod od naplate putarine, s kojim bi se posle moglo raspolagati u smislu rekostrukcije puta.
Značajne uštede, sa sociološko-ekonomskog aspekta, ostavrile bi se i u polju saobraćajnih nezgoda, jer bi dobro implementiran ITS, doprineo nedvosmislenom i blagovremenom pružanju bitnih informacija, čime bi se doprinelo bezbednom vođenju saobraćaja, čime bi kriterijum bezbednosti na datoj deonici bio maksimalno ispoštovan.
Kako bi ovakav sistem zaživeo na delu Auto-puta E661, koji prolazi kroz nekoliko mesta u Republici Srpskoj, neophodno je sprovesti opsežnu analizu njegovih deonica, kako bi se uvidele potrebe koje bi zavisile od njihovih pojedinačnih karakteristika, a time i definisale mjere neophodne da bi implementacija bila ostavrena na optimalan način.
Osvrtom na prethodno navedeno stanje ITS na infrastrukturi deonice u pitanju, neadekvatno primenjena rešenja, dovela su samo do bespotrebnih troškova, usled nepostojanja bilo kakvih koristi od njihove integraciju u putnu infrastrukturu.

U razmatranom slučaju integracija jedinstvenog kontrolnog centra, iz kog bi se adekvatno upravljalo promenljivim signalima, u zavisnosti od uslova saobraćaja, na strateškoj lokaciji u odnosu na pravac pružanja deonice, dovelo bi do pravovremenog obavještavanja učesnika saobraćaja o uslovima koji ih očekuju na njihovom putu.
Time bi se ostvarila značajna kontrola saobraćaja na putu, što i jeste osnova za odvijanje saobraćaja u željenim uslovima.
Upravljačka i informacijsko-komunikacijska karakteristika ITS-a u pogledu unapređenja saobraćajnog sistema, dovela bi i do povećanja prihoda od naplate putarine. Prelazak sa standardnog sistema naplate, koji guši saobraćajni tok, na sistem očitavanja vinjeta odgovarajućom opremom, praktično bi doveo da neometanog toka, sa tendencijom ka idealnom protoku.
Ovim bi se pridobila značajnija finansijska sredstva u odnosu na ona ostvarena standardnim sistemom naplate korišćenja Auto-puta, posmatrano u istom vremenskom periodu.
Dakle, imajući u vidu razne beneficije: bezbedniji protok putnika i robe na putu, smanjenje broja saobraćajnih nezgoda, skraćivanje vrijemena putovanja, smanjenje zagadjivanja okoline i sl. implementacija ITS-a je potpuno opravdana.
Sledi da se odrede troškovi, po varijantama implementacije, sa osvrtom na projektovane prihode, kako bi se utvrdila finansijska opravdanost implementacije razmatranog sistema. Tome prethodi analiza postojećeg stanja, kako bi se mogla napraviti komparacija realnog i projektovanog stanja, ali da bi se dobile osnovne ulazne veličine za definisanje potreba ovakvog sistema i na osnovu toga mogle računati investicije vezane za njegovu implementaciju.
Strateški cilj je ostvariti što prije režim zasićenog toka odonosno toka pri kapacitetu koji karakteriše maksimalni protok i optimalne veličine gustine i prostorne brzine toka. Navedeni pokazatelji su sadržani u projektu deonice auto puta.
Puni kapacitet funkcije ITS je u zasićenom toku kada se pored upravljanja brzinama riješava problem upravljanja rutama, onda kada tok iz režima zasićenog prelazi u režim prinudnog toka i kada je potrebno mjerama ITS regulisati tokove vozila u širem prostoru posmatranja.
Opisana stanja su najbolje prestavljenja peto-režimskim modelom „BRZINA-GUSTINA“ a što je prikazano na slici 2.



Slika 2. *Srednja prostorna i srednja vremenska brzina po režimima toka u okviru „Peto-režimskog modela saobraćajnog toka“[13]*

Pored činjenice da je PGDS alternativne saobraćajnice (Magistralni pravac M-16 Gradiška-Banja Luka) prije izgradnje auto puta imao zasićenje (PGDS 29000 p.a u lokaciji Klašnice), prva iskustva korištenja auto puta pokazuju da nije došlo do očekivane preraspodjele tokova Magistralnog puta na auto put, zbog sledećih razloga:

- Zato što je pokretljivost na posmatranoj trasi Gradiška-Banja Luka svakodnevna čine većina korisnika bira jeftiniju rutu (magistralni put),
- Zato što je tranzitni saobraćaj manjeg intenziteta od lokalnog na navedenoj trasi,
- Zato što je tarifa korištenja auto puta još uvjek nije prilagođena korisnicima lokalnog saobraćaja.

Imajući u vidu navedeno može se konstantovati da početna faza upotrebe autoputa ima režim normalnog toka koji karakterisan većim brzinama, manjim gustinama i protokom vozila, bliže predstavljeno na posmatranoj slici 2.
Pojam brzine normalnog toka vezan je za stabilan, polustabilan i nestabilan saobraćajni tok u kome na uslove kretanja vozila deluje i interakcija između vozila u toku. Kod brzine normalnog toka razlikuju se:

- Srednja prostorna brzina toka (Vs),
- Srednja vremenska brzina toka (Vt)

6. PRIJEDLOG MJERA ZA UNAPREĐENJE BEZBJEDNOSTI SAOBRAĆAJA NA DEONICI AUTOPUTA E661

Predlog mjera se djeli na:

1. Kratkoročne mjere,
2. Srednjoročne mjere,
3. Dugoročne mjere.

6.1.Kratkoročne mjere

Sledeće mjere bi trebalo odmah preduzeti:

- Redovno održavanje autoputa unaprediti,
- Zamjeniti postojeću signalizaciju, odgovarajućom signalizacijom koju propisuje zakon,
- Odbojnu ogradu postaviti u zonama gdje nepomične prepreke nisu obezbjeđene,
- Obezbjediti žičanu ogradu da životinje i sitna divljač ne mogu da izlaze na put i ugrožavaju bezbjednost saobraćaja.
- Postaviti brojače saobraćaja,
- Sistem naplate putarina organizovati sistemom vinjeta,

6.2. Srednjoročne mjere

Sledeće mjere bi trebalo preduzeti u dogledno vrijeme:

- Implementirati kompletan ITS sistem (upravljanje, nadzor)
- Obavezno postavljanje sistema Vaganje u pokretu,
- Postavljanje mjerača brzine sa obavještavanjem korisnika o brzini kretanja,
- Postaviti detektore žičane i odbojne ograde,
- Uredjenje zelenila,
- Urediti centar za upravljanjem saobraćajem.

6.3. Dugoročne mjere

Plan u dugoročnim mjerama je da se podigne nivo putne usluge na mnogo veći nivo nego što je sad. Dok se budu uspostavljale dugoročne mjere sam ITS sistem će biti na većem nivou nego što je sad u ovom trenutku.

- Povezivanje svih ITS sistema u jedan centar iz kog ce se upravljati saobraćajem,
- Povezivanje ITS sistema sa ITS sistemima susjednih država,
- Cijelom dužinom autoputa i ostalim objektima na autoputu vršiti nadzor vozila.

7. COST BENEFIT ANALIZA (CBA) [15]

7.1. Definicija projekta i analiza opcija

JP „Autoputevi RS“ je predložilo uvođenje ITS na dionicu auto-puta E-661, što će istovremeno smanjiti broj saobraćajnih nezgoda, povećati nivo usluge, smanjiti zagušenja na auto-putu (u ovom momentu ih nema, ali razvijanjem dalje mreže auto-puteva u Republici Srpskoj dolazice do istih). Projekat bi trebao da bude sproveden o trošku JP „Autoputevi RS“, preduzeće čiji je osnivač Vlada RS. Relevantne informacije vezane za ovaj projekat:

- Projekat treba da obuhvati dionicu E-661 od Gradiške do Banja Luke,
- Projekat će biti realizovan iz sredstava koje opredeli JP „Autoputevi RS“

7.2. Finansijska analiza

Ukupna ulaganja u ovaj projekat iznose 15.000.000 KM, a investicioni period je 6 mjeseci. Od sedmog mjeseca projekat će postati operativan. Procenjuje se da će se da će se povećati bezbjednost saobraćaja na ovoj deonici, a smanjiti broj saobraćajnih nezgoda za 50% od kojih najveći procenat nastaje naletom vozila na životinje. Takođe je procena da će se smanjiti zagađenje životne sredine (finansijski nemerljiv deo ali opšte društveno koristan).

Jedan deo postavljene opreme ima zagarantovani rok trajanja od 3 godine, dok je garantni rok 4 godine, nakon ovog vremenskog perioda JP „Autoputevi RS“ je u obavezi da po otkazu mjenja uređaje i da održava sistem u funkciji [15].

Troškovi koji treba da nastanu prilikom primene ovog projekta:

- Nabavka opreme – instalacija opreme na dionici auto-puta 15.000.000 KM,
- Praćenje sistema – 2 inženjera i 4 obučena radnika čije su bruto plate na mesečnom nivou oko 5.800 KM;
- Procenjeni troškovi održavanja iznose oko 25.000 KM u garantnom roku i oko 75.000 KM vangarantnog roka.
- Na godišnjem nivou potrebno je obezbjediti 144600,00 KM za upravljanje i vođenje sistema.

Poslovni prihodi vezani za ovaj projekat:

- Ovi sistemi ne donose prihod, ovi sistemi povećavaju bezbjednost odvijanja saobraćaja na ovoj dionici.
- Ovaj sistem omogućava lakse i jednostavnije vođenje saobraćaja u zasićenom toku.

8. SWOT ANALIZA [16]

Strenghts → snaga • Povećanje bezbjednosti, • Bolja informisanost putnika, • Poboljšanje nivoa usluga, • Upravljanje u realnom vremenu, • Poboljšanje kvaliteta putne infrastrukture.	Weaknesses → slabosti • Mogućnost kvara na ITS, • Pogrešna ponašanja u saobraćaju • Visoka cijena sistema, • Niska profitabilnost.
Opportunities → prilike • Podsticaj novom zapošljavanju • Podizanje tehnološkog imidža regije i grada, • Moguća nadogradnja ITS, • Privredni rast.	Threats → prijetnje • Dugotrajnost u uvođenju sistema • Pad privrede u RS

9. ZAKLJUČAK

Primjenom ITS na putevima u bezbjednosnom smislu postižu se daleko veći bezbjednosni efekti nego što je to slučaj sa periodom prije implementacije ITS sistema. To se posebno ogleda u manjem broju saobraćajnih nezgoda i manjim posledicama saobraćajnih nezgoda (poginulih, povređeni, materijalna šteta), imajući u vidu da ITS sistemi prevashodno upravljaju brzinama, informacijama o intenzitetu saobraćaja na pojedinim pravcima (pred putno i putno informisanje), čime se smanjuje vjerovatnoća mogućeg konflikta na putu, smanjuje vrijeme putovanja, čime se znatno povećava psihofizička sposobnost vozača.

10. LITERATURA

[1] Smiljan Vukanović, Nikola Čelar,Upravljanje saobraćajem na mreži puteva i ulica pomoću ITS-a, Saobraćajni Fakultet Beograd.

[12]http://bs.wikipedia.org/wiki/Autoput_Gradi%C5%A1ka%E2%80%93Banja_Luka

[13] Vuk Bogdanović, Ljubiša Kuzović (2010), Teorija saobraćajnog toka, FTN Novi Sad.

[15] Intelligent transportation systems Benefits, Costs, Deployment, and Lessons Learned (2008), U.S. Department of Transportation, Research and Innovative Technology Administration

[16] Ružica R. Nikolić, SWOT ANALIZA: ŠTA JE TO I KAKO SE PRIMENJUJE, Univerzitet u Kragujevcu,

Kratka biografija:

Savan Tanasić rođen je u Ključu 1991. god. Diplomski-master rad odbranio je 2015. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj i transport – Bezbjednost saobraćaja.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 655.3.066.51

ODREĐIVANJE SAVOJNE ČVRSTOĆE UZORAKA IZRAĐENIH 3D ŠTAMPOM - EKSPERIMENTALNI I NUMERIČKI PRILAZ

ASSESSMENT OF FLEXURAL STRENGTH IN 3D PRINTED SAMPLES - EXPERIMENTAL AND NUMERICAL APPROACH

Biljana Klajić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – *U radu je prikazano numeričko modeliranje ISO testa za merenje savojne čvrstoće polimernih uzoraka izrađenih u 3DP tehnologiji, primenom metode konačnih elemenata (MKE). MKE model je kalibrisan na osnovu prethodno dobijenih eksperimentalnih rezultata, a potom je izvedena MKE simulacija za sve vrednosti savojne sile koje su dobijene klasičnim eksperimentom. Na osnovu rezultata testiranja, utvrđeno je da dobijeni numerički model dobro aproksimira rezultate koji su dobijeni klasičnim eksperimentom.*

Ključne reči: *3D štampa*, *3DP, metod konačnih elemenata, savojna čvrstoća.*

Abstract – *Presented in this paper is the numerical modelling of ISO flexural strength test for 3D-printed polymer specimens, using Finite Elements Method (FEM). Based on experimental results, the numerical model was calibrated and then used to perform FEM simulations based on the experimentally obtained values of flexural forces. The tests showed that the generated numerical model approximates experimental results with satisfactory accuracy.*

Key words: *3D printing*, 3DP, *Finite Elements Method, flexural strength.*

1. UVOD

Metod konačnih elemenata (MKE), jeste matematički metod koji se koristi za predikciju odziva različitih struktura i materijala usled delovanja pobudnih faktora iz okruženja. Kao rasprostranjen metod savremene inženjerske prakse, MKE omogućava numeričku simulaciju realnih problema bez upotrebe fizičkih prototipova i modela. Iz tog razloga, MKE se koristi u fazi izrade prototipova, projektovanja i optimizacije proizvoda.

U kombinaciji sa različitim tipovima CAD sistema, MKE omogućava stvaranje virtuelnih modela koji omogućavaju celovito i opsežno eksperimentalno ispitivanje različitih varijanti projektnih rešenja, uz primenu različitih tipova materijala i pod različitim radnim uslovima, kako delova, tako i složenih sklopova. Premda razvoj i primena virtuelnih modela i prototipova imaju izuzetan značaj, oni nisu mogući bez primene fizičkog testiranja koje i dalje igra ključnu ulogu.

Kalibracija virtuelnog modela moguća je jedino na osnovu empirijskih, eksperimentalnih podataka, do kojih se može doći jedino na osnovu tuđih ili sopstvenih eksperimentalnih podataka.

U nastavku je dat kratak hronološki pregled radova koji se, u domenu 3D štampe, bave primenom MKE u cilju gradnje virtuelnih modela i koji, u širem smislu, predstavljaju osnovu za model koji je predstavljen i u ovom radu.

2. PREGLED LITERATURE

Dalgarno i ostali [1] izveštavaju o studiji koja se bavi korišćenjem MKE za predviđanje geometrijske tačnosti delova izrađenih primenom selektivnog laserskog sinterovanja (SLS). Razvijeni MKE model omogućio je predviđanje izvijanja modela. Ovako dobijeni rezultati su potom pokazali dobro slaganje sa eksperimentalno izmerenim vrednostima. Matsumoto i ostali [2] primenili su analizu konačnih elemenata za proračun distribucije toplotnih i naponskih polja u jednom sloju metalnog praška, u procesu selektivnog laserskog topljenja (SLM - Selective Laser Melting). Uz pretpostavku o ravanskoj deformaciji, koristili su 2D konačne elemente za provođenje toplote i elastične deformacije. Prilikom simulacije, mreža konačnih elemenata bila je postavljena na povš koja predstavlja radni sto mašine. Pri tom je, radi uprošćavanja problema, pretpostavljeno da je jedini efekat skupljanja prilikom očvršćavanja praška to što dolazi do promene debljine posmatranog sloja. Johnston i ostali [3] su realizovali studiju sa ciljem da ispitaju na koji način se može koristiti MKE analiza za potrebe simulacije i optimizacije procesa sinterovanja koji se odvija prilikom izrade modela od kompozita sa metalnom matricom, primenom 3DP tehnologije. Glavni cilj simulacije odnosio se na predviđanje dimenzija modela koje su optimalne sa stanovišta postizanja pune gustine dela. Zhang i ostali [4] simulacijom FDM procesa u okviru koje je razvijen 3D MKE model. Model je omogućio spregnutu analizu toplotnih i mehaničkih naprezanja. Korišćeni su elementi sa ograničenim trajanjem (*birth and death elements*) u cilju simulacije dodavanja slojeva očvrslog materijala koje nastaje u realnom FDM procesu. Ovaj MKE model je takođe iskorišćen za predikciju geometrijskog izobličenja (izvijanja) delova usled zaostalih napona. Dong i ostali [5] su kreirali trodimenzionalni MKE model u cilju simulacije transformacija do kojih dolazi prilikom selektivnog laserskog sinterovanja (SLS), pri tom uzimajući u obzir fenomene u vezi sa sinterovanjem i toplotnim pojavama koje su karakteristične za SLS proces. U radu su koristili

---

NAPOMENA:
Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji je mentor bio dr Ognjan Lužanin, vanr. prof.

prašak na bazi polikarbonata, za koje su simulacijom utvrdili distribuciju temperaturnih polja i gustine praška. Dobijeni rezultati su pokazali linearnu zavisnost između snage lasera i maksimalne temperature na površini praškastog supstrata. Roberts i ostali [6] objavili su studiju o MKE simulaciji tranzijentnih temperaturnih polja koja nastaju prilikom primene aditivnih tehnologija. Značaj tranzijentnih temperatura i njihove istorije jeste u tome što omogućavaju predikciju distribucije toplotnih napona i zaostalih napona u procesima onih aditivnih tehnologija koje koriste laser. Za potrebe modeliranja koristili su konačne elemente sa ograničenim trajanjem (*birth and death elements*) koji su omogućili modeliranje trodimenzionalnog temperaturnog polja za nekoliko susednih slojeva praška. Rezultati su pokazali da zone koje su zahvaćene toplotnim dejstvom, podležu dejstvu vrlo kratkotrajnih toplotnih ciklusa koji su odgovorni za cikličnu pojavu toplotnih naprezanja.

3. GENERISANJE I ANALIZA MKE MODELA

3.1 Generisanje MKE modela - preprocesiranje

U okviru faze preprocesiranje izvršeno je generisanje modela epruvete koja je definisana standardom ISO 178:2010 [7]. Geometrijsko modeliranje je izvršeno u MKE softveru ADINA v9. U cilju modeliranja procesa savijanja u tri tačke, zadata su opšta ograničenja kretanja u predelu oslonaca, koja su važila kao podrazumevana ograničenja u okviru simulacije. Takođe je definisano i jedno dodatno ograničenje, oduzimanjem pomeranja krajeva epruvete u pravcu Y ose. Intenzitet koncentrisane sile koja deluje na polovini raspona oslonaca, dobijena je na osnovu maksimalnog savojnog napona koji je usvojen iz literature [8].

U tabeli 1. dati su podaci za prah oznake *ZP 131*, proizvođača *ZCorp*, koji je korišćen za 3D štampu u ovom eksperimentu. U ovom eksperimentu korišćen je podatak za epoksidni infiltrant.

Tabela 1. *Čvrstoće različitih tipova infiltranata [8]*

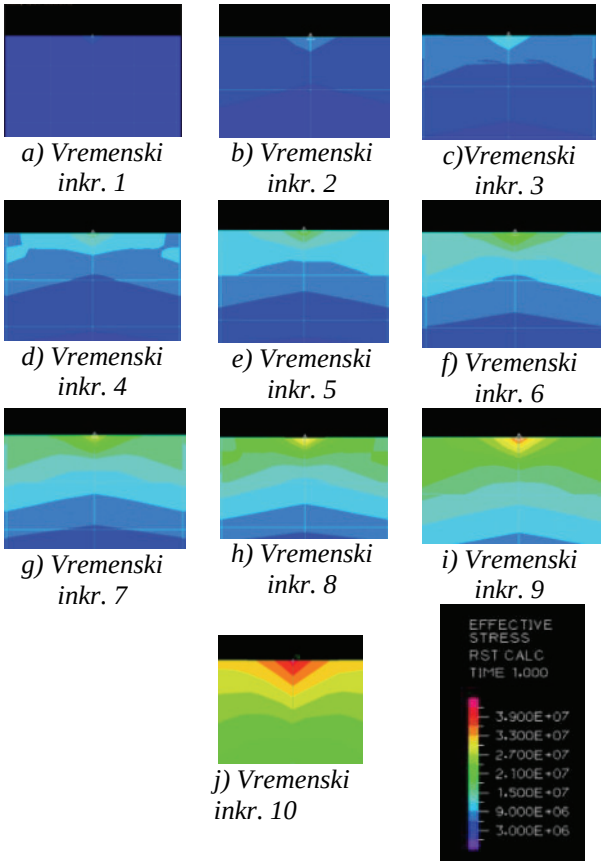
Composite Mechanical Properties

Test	ASTM	Resin-X	Epoxy	CA	units
Tensile Strength	D638M	30	24	9	[MPa]
Tensile Elongation	D638M	0.30%	0.45%	0.25%	
Flexural Strength	D790M	50	43	27	[MPa]
Flexural Modulus	D790M	-	10411	6450	[MPa]
Shore Hardness	D2240	95 D	87 D	81 D	
Heat Deflection Temperature (HDT) @ 66 psi (.46 Mpa)	D648-98c	280	115	112	[°C]
Compressive Strength	-	157	98	-	[MPa]

Iz tabele 1, vidi se da nominalna savojna čvrstoća delova koji su infiltrirani epoksidnim infiltrantom treba da iznosi 43 MPa. Na osnovu ovog podatka, koncentrisano opterećenje u MKE modelu kalibrisano je tako da maksimalni savojni napon bude što približniji nominalnoj vrednosti, što u slučaju ovog eksperimenta iznosi 80N. Za vrstu materijala izabran je elastični, izotropni materijal čija vrednost Jangovog modula iznosi $10411 \cdot 10^6 [N/m^2]$, a Poasonovog koeficijenta P_k=0.3. Za definisani model, izvršena je diskretizacija. Prvi korak u ovom procesu bio je definisanje tipa konačnog elementa. Za analizu je odabran konačni element tipa *2D solid*, sa 9 čvorova, dok je za podtip elementa izabran *ravanski napon* (*Plane stress*). MKE model je nakon apliciranja mreže konačnih elemenata, sadržao 700 konačnih elemenata sa ukupno 3015 čvorova.

3.2 Postprocesiranje

U fazi postprocesiranja generisan je grafički prikaz dobijenih rezultata, na osnovu porthol (*.por) datoteke. U okviru faze postprocesiranja generisani su grafički prikazi za efektivne napone, pomeranja u pojedinim čvorovima, kao i prikaz deformisane mreže konačnih elemenata. Radi sažetosti, u radu su prikazane samo uveličane slike faza nastajanja i širenja naponskih polja u zoni ispod napadne tačke koncentirane sile (Sl.1a-j). Najveća vrednost efektivnog napona od 4.312E7 Pa, odnosno, 43.12 MPa, zabeležena je u napadnoj tački koncentrisane savojne sile,u čvoru 758.



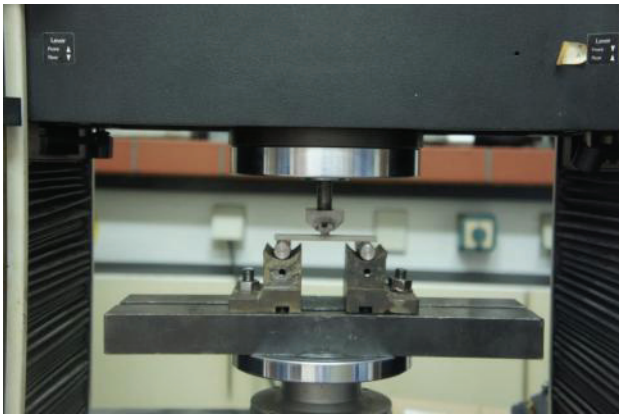
a) Vremenski inkr. 1 *b) Vremenski inkr. 2* *c)Vremenski inkr. 3*
d) Vremenski inkr. 4 *e) Vremenski inkr. 5* *f) Vremenski inkr. 6*
g) Vremenski inkr. 7 *h) Vremenski inkr. 8* *i) Vremenski inkr. 9*
j) Vremenski inkr. 10

Slika 1:*Razvoj naponskog stanja u zoni ispod napadne tačke koncentrisane savojne sile na osnovu faza koje su definisane vremenskim inkrementom*

4. EKSPERIMENTALNO ISPITIVANJE SAVOJNE ČVRSTOĆE

Za 3D štampu epruveta korišćen je prašak *Zp131*, koji predstavlja materijal visokih performansi i omogućava dobijanje čvrstih modela veoma dobre rezolucije, a sam proces štampe izvršen je na mašini *Z corp 310 Plus*. Nakon izrade, model je podvrgnut infiltraciji epoksidom u cilju smanjenja poroznosti i postizanja predviđene čvrstoće.

Nakon potpunog sušenja epruveta u periodu od 48 sati, epruvete su, prema rednom broju kojim su obeležene, podvrgnute ispitivanju savojne čvrstoće. Na slici 2 je prikazana epruveta postavljena u pribor, pre početka merenja savojne čvrstoće. U Tabeli 2 su prikazane eksperimentalno izmerene savojne sile i izračunati naponi za uzorak od 8 epruveta.



Slika 2: *Postupak merenja savojne čvrstoće (Laboratorija za polimerne materijale, Tehnološki fakultet, Novi Sad)*

Tabela 2. *Eksperimentalno izmerene savojne sile i izračunati naponi, za uzorak od 8 epruveta*

Redni broj epruvete	**Savojna sila [N]**	**Savojni napon [MPa]**
1.	85	46.14845
2.	85	46.99807
3.	70	38.77711
4.	86	48.11402
5.	80	43.08263
6.	82	45.20544
7.	75	40.32585
8.	95	50.74493

5. ANALIZA REZULTATA

5.1 Analiza eksperimentalnih rezultata

Na osnovu eksperimentalnih merenja generisan je linearni regresioni model (1) kod kojeg je nezavisna promenljiva Sila [N], dok je zavisna promenljiva Napon [MPa]. Dobijeni regresioni model je sumiran u tabelama 3, 4 i 5. Na osnovu vrednosti prilagođenog koeficijenta determinacije (R^2_{adj}) (Tab.3) sledi da dobijeni regresioni model (1) objašnjava približno 96% varijabilnosti zavisne promenljive.

$$\text{Napon} = 2.11 + 0.5205\ \text{Sila} \qquad (1)$$

Tabela 3. *Sumarni prikaz regresionog modela*

R	R^2	R^2_{adj}	Std. Dev.
.9820	.9643	.9584	.8169

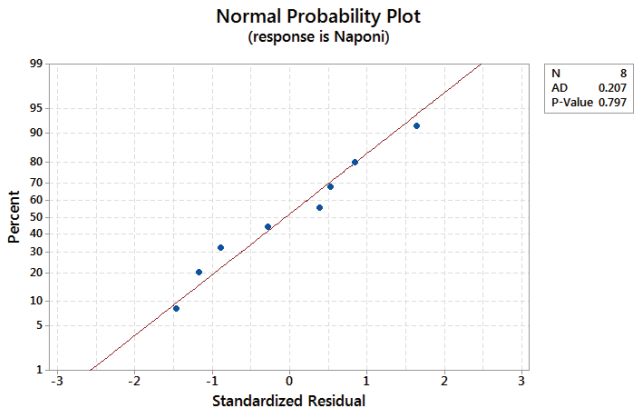
Tabela 4. *Analiza varijanse (ANOVA)*

Model	SS	df	MSS	F	P-Value
Regression	108.253	1	108.253	162.18	0.000
Residuals	4.005	6	.667		
Total	112.258	7			

Tabela 5. *Tabela regresionih koeficijenata*

Term	Coef.	Coef. SE	T-value	P-Value
Constant	2.11	3.37	.63	.555
Sila	.5205	.0409	12.74	.000

Provera adekvatnosti regresionog modela izvršena je pomoću dijagrama reziduala, od kojih je u radu predstavljen samo normplot standardizovanih reziduala koji ukazuje na to da je zadovoljena pretpostavka o normalnosti uzorka (Sl. 3).



Slika 3: *Dijagram normalnosti standardizovanih reziduala*

5.2 Analiza rezultata numeričke simulacije

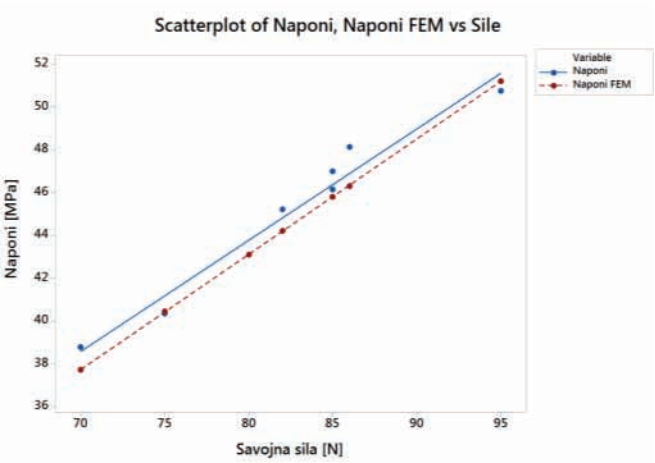
Analizom rezultata numeričke simulacije ustanovljeno je da je raspored naponskih polja dobijen postprocesiranjem u skladu sa teorijskim pretpostavkama. Postoje tri uočljive zone u kojima se javljaju veći naponi i one su locirane u području oslonaca i u zoni napadne tačke koncentrisanog opterećenja (Sl.1-j). Maksimalni napon javlja se u uskoj zoni, nakon čega dolazi do razaranja epruvete. Maksimalno dobijene vrednosti deformacija takođe se nalaze u zoni napadne tačke koncentrisanog opterećenja. Proverom oblika deformisane mreže konačnih elemenata, konstatovano je da je model deformisan na ispravan način.

5.3 Poređenje rezultata numeričke simulacije i eksperimentalnog ispitivanja

Na osnovu eksperimentalno izmerene vrednosti savojne sile, MKE simulacija izvedena je za svaku vrednost izmerene sile. Tabela 6. predstavlja uporedni prikaz napona dobijenih numeričkom simulacijom pomoću MKE modela i rezultata dobijenih eksperimentalnim putem.
Ovi rezultati poslužili su za generisanje dijagrama zavisnosti napona od savojne sile (Sl.4). Crvena linija na dijagramu predstavlja napone koji su dobijeni numeričkom analizom (FEM), dok je plavom bojom označena regresiona prava dobijena na osnovu eksperimentalnih rezultata. Usled prisustva greške eksperimenta, kod eksperimentalnih vrednosti je prisutno izvesno odstupanje od regresione prave, dok numerički model rezultuje pravom koja 100% fituje dobijene vrednosti.

Tabela 6. *Uporedni prikaz napona dobijenih eksperimentalnim putem i numeričkom (MKE) simulacijom, za osam ulaznih vrednosti savojne sile*

Savojna sila [N]	Napon (eksperiment) [MPa]	Ekv. Napon (MKE) [MPa]
85	46.15	45.80
85	47.00	45.80
70	38.78	37.70
86	48.11	46.30
80	43.08	43.10
82	45.21	44.20
75	40.33	40.43



Slika 4. *Dijagrami napona dobijenih MKE simulacijom i eksperimentalno, u zavisnosti od savojne sile*

6. ZAKLJUČAK

Eksperimentalni deo ovog rada baziran je na numeričkom modelovanju epruvete prema standardu ISO 178: 2001, radi simulacije savojne čvrstoće kao i kalibraciju iste na osnovu podataka dobijenih iz eksperimentalnog ispitivanja savojne čvrstoće. Dobijeni rezultati numeričke analize upoređeni su sa rezultatima dobijenim ekperimentalnim putem radi utvrđivanja stepena usaglašenosti rezultata dobijenih ovim postupcima.

Postupkom 3D štampe izrađeno je 8 epruveta koje su zatim podvrgnute testiranju savojne čvrstoće. Na osnovu dimenzija poprečnog preseka pojedinačnih uzoraka, kao i izmerene vrednosti maksimalne savojne sile, izračunati su eksperimentalno dobijeni naponi, koji su poslužili za proveru tačnosti prethodno dobijenog MKE modela.

Analiza rasporeda naponskih polja koja su dobijena primenom MKE modela, pokazala je da ona jesu u skladu sa teoretskim pretpostavkama. U području oslonaca i u tački koncentrisanog opterećenja uočeni su veći naponi, dok je maksimalni napon lociran u uskoj zoni, nakon čega dolazi do razaranja uzorka. U zoni napadne tačke koncentrisanog opterećenja javljaju se i najveće deformacije, odnosno maksimalni ugib, koji se smanjuje približavanjem mestima na kojima je epruveta oslonjena.

Na kraju je napravljen i uporedni prikaz napona dobijenih eksperimentalnim putem i numeričkom simulacijom, za osam ulaznih vrednosti savojne sile. Na osnovu zabeleženih vrednosti generisan je dijagram zavisnosti napona od savojne sile, na kome je uočeno da numerički model očekivano daje pravu koja 100% fituje dobijene vrednosti, dok je kod eksperimentalnih merenja prisutno odstupanje od regresione prave, kao posledica greške u eksperimentu. Na osnovu sprovedenih eksperimenata i detaljne analize zaključeno je da su odstupanja rezultata numeričke analize od eksperimentalno dobijenih rezultata prihvatljiva, što znači da ovakav numerički generisan model, uz određena poboljšanja, može biti korišćen za virtuelna ispitivanja.

7. LITERATURA

[1] Dalgarno K.W., Childs T.H.C., Rowntree I. & Rothwell L., Finite Element Analysis of Curl Development in the Selective Laser Sintering Process, In Proceedings of the Solid Freeform Fabrication Symposium, 1996, pp. 559-566.

[2] Matsumoto M., Shiomi M., Osakada K., Abe F., Finite element analysis of single layer forming on metallic powder bed in rapid prototyping by selective laser processing, 2001, pp. 61-67.

[3] Johnston S., Anderson R., Finite Element Thermal Analysis of Three Dimensionally Printed (3DP™) Metal Matrix Composites, Proceedings of Solid Freeform Fabrication Symposium 2002, pp.432-439.

[4] Zhang Y, Chou Y.K., Three-dimensional finite element analysis simulations of the fused deposition modelling process, 2006, pp. 1663-1671

[5] Dong L., Makradi A., Ahzi S., Remond Y., Three-dimensional transient finite element analysis of the selective laser sintering process, 2008, pp. 700-706

[6] I.A. Roberts a,C.J. Wang a, R. Esterlein b, M. Stanford a, D.J. Mynors, A three-dimensional finite element analysis of the temperature field during laser melting of metal powders in additive layer manufacturing, International Journal of Machine Tools & Manufacture 49 2009, pp.916–923

[7] Material and Processes, Protofacturing, Dostupno na: http://www.protofacturing.com/Materials_And_Processes.aspx [Pristupljeno 30.03.2015.]

[8] ISO 178 : 2001, Plastics Determination of Flexural Properties English version of DIN EN ISO 178, CEN, European Committee for Standardization, 2003.

Adrese autora za kontakt:

MSc Biljana Klajić – biljaklajic@gmail.com

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 655.3.022:004.9

UTICAJ SERIJSKOG PROCESA PRANJA NA KVALITET OTISAKA NA TEKSTILNIM MATERIJALIMA ŠTAMPANIM INK JET TEHNIKOM

THE EFFECT OF SERIAL WASHING PROCESS ON THE QUALITY PRINTS ON TEXTILE MATERIALS PRINTED WITH THE INK JET TECHNIQUE

Nemanja Tasić, Nemanja Kašiković, Ivana Jurič, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – *U radu su prikazana istraživanja uticaja serijskog procesa pranja na kvalitet otiska teksilnih materijala štampanih ink jet tehnikom štampe. Za proces otiskivanja korišten je grafički sistem Epson Stylus Pro 4880. U ispitivanju je korišćeno pet različitih tekstilnih materijala, a uzorci podvrgnuti ovom tretmanu analizirani su spektrofotometrijski, nakon procesa štampe i nakon svakog pranja. Pored spektrofotometrijske analize, uzorci su skenirani, kako bi se utvrdilo koliko proces pranja utiče na oštrinu linija odštampanih na ovim podlogama.*

Abstract – *The paper presents the research of the impact which serial washing process has on the quality prints of textile materials printed with the inkjet technique Graphical system Epson Stylus Pro 4880 was used for the printing process. The work includes five different textile materials and samples subjected to this treatment were analyzed by spectrophotometry after the printing process and after each wash. Apart from spectrophotometry analysis, samples were scanned in order to determine how much the washing process affects the sharpness of lines printed on these substrates.*

Ključne reči: *Ink jet štampa, pamuk, atributi kvaliteta, proces pranja*

1. UVOD

Štampa tekstila vuče svoje korene još iz drevnih zanata, i vekovima je unapređivana, ali uprkos dugom razvitku i poboljšavanju, uvek je bila tehnološki složen proces i jedino specijalizovane industrije i štamparije su mogle prikladno da obavljaju štampanje tkanina. Veoma brz razvoj tehnologije štampe stvara nove mogućnosti i prilike za mnoga tržišta i industriju. Jedan od tih tržišta je digitalna štampa tekstila gde kompanije, kao i klijenti, imaju mnogo koristi od inovativnosti koje se postepeno uvode u komercijalnu štampu. Prvobitno dizajnirana za štampu papira, ink jet štampa je danas prilagođena štampi tekstila te je sve više korišćena u tu svrhu, jer uspešno odgovara na zahteve ovog tržišta. Uprkos vrlo kvalitetnoj štampi, postoje različiti faktori koji utiču na postojanost otisaka kroz njegovu upotrebu. To su npr. uticaj toplote, svetlosti, pranja, trljanja, itd. Ove pojave direktno utiču na promenu atributa kvaliteta (boja, oština, kontrast, itd.) [1].

NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, docent

U radu je najveća pažnja posvećena detaljnom ispitivanju jedog od tih atributa, a to je proces pranja koji predstavlja proces uklanjanja nečistoće sa tekstilnog materijala ili drugog materijala u vodenim ili nevodenim rastvorima pomoću odgovarajuće površinski aktivne materije. Eksperiment je izveden na najraspostranjenijem tekstilnom materijalu na kojem se vrši štampa – pamuku, a cilj rada je da utvrdi koliko će serijski procesi pranja da utiču na kvalitet otisaka dobijenih pomenutom tehnikom štampe.

2. METOD IZVOĐENJA EKSPERIMENTA

Za potrebe ovog eksperimenta napravljena je odgovarajuća test forma. Test forme se sastojala od polja punih tonova za sedam boja (cijan, magenta, žuta, crna, crvena, zelena i plava), kao i od polja za oštrinu linija.
Kao materijali u procesu štampe korišćeno je pet vrsta tekstila. Njihove karakteristike predstavljene su u tabeli 1.

Tabela 1. *Karakteristike materijala korišćenih u eksperimentu*

Materijal	Sirovinski sastav	Površinska masa [g/m^2]
Platno	100% pamuk	88.5
Keper 1	35 % pamuk, 65 % poliester	108
Keper 2	100% pamuk	205
Saten	25 % pamuk, 75 % poliester	224.5
Šifon	100% pamuk	131.5

Za štampu test formi korišćena je digitalna mašina Epson Styus Pro 4880. Sve test forme su odštampane rezolucijom 1440 x 720 dpi. Raspored boje pri štampi je KCMY, a korišćene boje su Dupont (na vodenoj bazi). Da bi se boja adekvatno fiksirala, uzorak je potrebno izložiti toplotnom dejstvu, za šta je korišćena mehanička toplotna presa Difol TP440s. Svaki uzorak nakon štampe je izložen toplotnom dejstvu 120 s, dok temperatura iznosi 130°C.
Odštampani uzorci analizirani su spektrofotometrijski. Za to je korišćen spektrofotometar HP200 sa standardnim osvetljenjem D65 i standardnim uglom posmatranja od 10° (merna geometrija d/8). Takođe, nakon štampe uzorci su skenirani, kako bi se kasnije mogla izračunati oštrina štampe, pomoću skenera Canon Canoscan 5600F.
Mašina u kojoj se vršio proces pranja je Gorenje WS50085, dok je deterdžent koji je korišćen u eksperimentu bio deterdžent Tide kompanije P&G

(Procter & Gamble). Sastojci ovog deterdženta su 5 - 15% anjonske PAM, manje od 5% nejonske PAM, fosfonati, polikarboksilati, zeoliti, enzimi, optički izbeljivači, aromatične supstance [2].
Korišćeni omekšivač je Silan, komapnije Henkel. Sastojci Silan-a su 5 - 15% katjonske PAM, katjonski tenzidi (supstance koje utiču na mekoću materijala, a spadaju u biorazgradive supstance), boje, aromatične supstance [3].
Sam proces pranja je vršen pod određenim uslovima:

- temperatura na kojoj se pere - 60° C,
- količina deterdženta - 130 g (po pranju),
- količina omekšivača - 55 ml (po pranju).

Uzorci su nakon toga sušeni na sobnoj temperaturi od 18°C.
Ukupno je izvršeno 5 procesa pranja, a nakon svakog procesa pranja izvršena je spektrofotometrijska analiza uzoraka, kao i njihovo skeniranje.
Na osnovu izmerenih spekrofotometrijskih vrednosti nakon procesa štampe i nakon procesa pranja, pomoću formule 1 je određena vrednost za razliku boje.

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

gde je: ΔL* = razlika između svetlo/tamno; ako je vrednost L veća onda je boja svetlija, a ukoliko je vrednost manja, boja je tamnija; Δa* = razlika po crveno/zelenoj osi; ako je vrednost a veća onda je boja crvenija, ako je manja, boja je zelenija; Δb* = razlika po žuto/ plavoj osi; ako je vrednost b veća boja je žuća, ako je manja boja je plavlja [4].
Ocenjivanje odstupanja boja, može se sprovesti na osnovi vrednosti kolorimetrijske razlike, prema sledećim kriterijumima [5]:
ΔE = (0 - 1) razlika boja se ne vidi (neprimetna),
ΔE = (1 - 2) razlika boja se primećuje (mala),
ΔE = (2 – 3.5) razlika boja se vidi (srednja),
ΔE = (3.5 - 5) razlika boja se dobro vidi (krupna) i
ΔE > 5 očigledna odstupanja boja (masivna).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Izmerene CIE Lab vrednosti su poređene sa izmerenim CIE Lab vrednostima uzoraka nakon štampe, kao i sa izmerenim CIE Lab vrednostima nakon prethodnog pranja (npr. nakon trećeg pranja, mere se CIE Lab vrednosti i upoređuju sa vrednostima izmerenim pre pranja, i sa vrednostima izmerenim nakon drugog pranja).
Na osnovu tih rezultata, određene su vrednosti za razliku boje. Dobijene vrednosti predstavljene su u tabelama 2-11, pri čemu su u tabelama 2, 4, 6, 8 i 10 predstavljenje vrednosti za razliku boje u odnosu na uzorak nakon procesa štampe.
U tabelama 3, 5, 7, 9 i 11 predstavljene su vrednosti za razliku boje u odnosu na prethodno pranje.
Prvi analizirani materijal je platno. Dobijeni rezultati za ovaj materijal pokazuju da se nakon svakog procesa pranja vrednost za razliku boje u odnosu na uzorak nakon procesa štampe, povećavaju. Najveće vrednosti za razliku boje su kod uzoraka odštampanih žutom bojom, dok su najmanje kod uzoraka odštampanih cijan i plavom bojom.
Sa druge strane, u tabeli 3 se vidi da se sa povećanjem broja pranja vrednost za razliku boje između dva pranja imaju drugačiji trend. Tako je nakon drugog pranja, kod uzoraka odštampanih svim bojama, došlo do povećanja vrednosti za razliku boje u odnosu na prethodni proces pranja. Nakon trećeg, četvrtog i petog pranja, razlike boje u odnosu na prethodna pranja, značajno su manje u odnosu na vrednosti ΔE_1-ΔE_0 i ΔE_2-ΔE_1. I prema ovakvom računanju, uočava se da su najveću postojanost imaju uzorci odštampani cijan i plavom bojom.

Tabela 2. *Razlika boje u odnosu na pre pranja (platno)*

pranje	1	2	3	4	5
ΔE_{cijan}	1.14	3.44	4.87	5.03	6.55
$\Delta E_{magenta}$	2.88	6.50	9.05	9.25	11.55
$\Delta E_{žuta}$	11.68	23.75	24.98	28.06	31.67
ΔE_{crna}	2.19	6.82	9.38	9.35	9.64
ΔE_{crvena}	3.98	8.99	11.61	10.97	13.10
ΔE_{zelena}	2.80	6.83	8.68	8.79	10.27
ΔE_{plava}	0.88	3.70	5.01	5.96	6.65

Tabela 3. *Razlika boje između svaka dva pranja (platno)*

	ΔE_1-ΔE_0	ΔE_2-ΔE_1	ΔE_3-ΔE_2	ΔE_4-ΔE_3	ΔE_5-ΔE_4
cijan	1.14	2.3	1.43	0.17	1.52
magenta	2.88	3.62	2.55	0.2	2.31
žuta	11.68	12.07	1.23	3.08	3.62
crna	2.19	4.63	2.56	0.03	0.29
crvena	3.98	5.01	2.62	0.65	2.13
zelena	2.80	4.03	1.85	0.11	1.48
plava	0.88	2.82	1.31	0.95	0.69

Naredni materijal koji je analiziran je keper 1. Kao i kod platna, nakon svakog pranja razlika boje u odnosu na odštampani uzorak je sve veća što se vidi u tabeli 4, dok je između svaka dva pranja razlika boje sve manja (tabela 5).
Ako se posmatra tabela 4, uočava se da su najmanje vrednosti za razliku boje i u ovom slučaju zabeležene kod cijan i plave boje, a najveće kod uzoraka odštampanih žutom bojom. Uzorci odštampani zelenom bojom, približne su vrednosti uzorcima odštampanih cijan i plavom bojom. Takođe, uočava se da su vrednosti za razliku boje značajno veće u poređenju sa prethodno analiziranim materijalom.

Tabela 4. *Razlika boje u odnosu na pre pranja (keper 1)*

pranje	1	2	3	4	5
ΔE_{cijan}	9.63	11.83	13.10	14.34	15.54
$\Delta E_{magenta}$	17.97	21.35	24.82	26.59	27.41
$\Delta E_{žuta}$	28.12	35.34	38.38	39.93	43.43
ΔE_{crna}	11.70	14.15	17.50	17.96	18.18
ΔE_{crvena}	13.81	17.02	18.61	20.87	22.30
ΔE_{zelena}	10.71	12.59	14.21	14.97	16.19
ΔE_{plava}	8.50	10.21	12.15	14.01	14.57

Iz tabele 5, može se zaključiti da je prvi proces pranja, izazvao najveće skidanje boje. Preostalim procesima pranja, skidane su manje količine boje, pa su samim tim i vrednosti za razliku boje niže.

Tabela 5. *Razlika boje između svaka dva pranja (keper 1)*

	ΔE_1-ΔE_0	ΔE_2-ΔE_1	ΔE_3-ΔE_2	ΔE_4-ΔE_3	ΔE_5-ΔE_4
cijan	9.63	2.2	1.27	1.24	1.2
magenta	17.97	3.38	3.47	1.77	0.82
žuta	28.12	7.22	3.04	1.55	3.5
crna	11.70	2.45	3.35	0.46	0.22
crvena	13.81	3.21	1.59	2.26	1.43
zelena	10.71	1.88	1.62	0.76	1.22
plava	8.50	1.71	1.94	1.86	0.56

Kod trećeg analiziranog materijala, tj. kepera 2, uočeno je, kao i kod prethodno analiziranih materijala, da svako novo pranje skida određenu količinu boje. To dovodi do toga da vrednosti za razliku boje u odnosu na odštampani uzorak rastu (tabela 6). Pored uzoraka odštampanih plavom i cijan bojom i uzorci odštampani crnom bojom pokazali su veću otpornost na pranje. Sam proces pranja izazvao je najveće promene na uzorcima odštampanim žutom bojom.

Tabela 6. *Razlika boje u odnosu na pre pranja (keper 2)*

pranje	1	2	3	4	5
ΔE_{cijan}	20.40	23.96	25.22	26.94	27.22
$\Delta E_{magenta}$	32.10	37.19	39.13	40.78	42.50
$\Delta E_{žuta}$	42.08	48.74	52.10	53.10	55.85
ΔE_{crna}	19.84	22.94	25.22	27.26	28.54
ΔE_{crvena}	26.05	32.31	36.05	39.33	40.66
ΔE_{zelena}	22.71	23.97	26.42	28.05	29.86
ΔE_{plava}	15.58	19.94	21.48	23.98	24.65

Kao i kod kepera 1, i ovde je uočeno da su sa povećanjem procesa pranja vrednosti za razliku boje niže i relativno su približne kod svih uzoraka (tabela 7).

Tabela 7. *Razlika boje između svaka dva pranja (keper 2)*

	ΔE_1-ΔE_0	ΔE_2-ΔE_1	ΔE_3-ΔE_2	ΔE_4-ΔE_3	ΔE_5-ΔE_4
cijan	20.4	3.55	1.27	1.71	0.29
magenta	32.10	5.09	1.93	1.66	1.72
žuta	42.08	6.66	3.36	1.00	2.75
crna	19.84	3.1	2.28	2.04	1.28
crvena	26.05	6.26	3.74	3.28	1.33
zelena	22.71	1.25	2.46	1.63	1.81
plava	15.58	4.36	1.54	2.51	0.66

Razlike boja u odnosu na pre pranja za materijal saten je prikazana u tabeli 8, dok su razlike boja izmerene između svaka dva pranja prikazane u tabeli 9.

Kao i kod prethodnih materijala uviđa se da proces pranja izaziva i ovde najveće promene na uzorcima odštampanim žutom bojom, a najmanje na uzorcima odštampanim plavom i cijan bojom (tabela 8).

Tabela 8. *Razlika boje u odnosu na pre pranja (saten)*

pranje	1	2	3	4	5
ΔE_{cijan}	8.18	13.39	16.28	18.73	20.00
$\Delta E_{magenta}$	14.40	25.00	29.33	32.62	35.16
$\Delta E_{žuta}$	31.12	42.92	50.36	53.71	56.42
ΔE_{crna}	9.86	16.27	19.97	21.83	23.48
ΔE_{crvena}	14.12	20.66	25.54	27.71	29.74
ΔE_{zelena}	11.90	17.28	20.27	21.67	23.46
ΔE_{plava}	6.93	11.15	13.40	16.52	17.17

Povećanjem broja procesa pranja vrednosti za razliku boje su sve niže i taj trend je zabeležen kod svih uzoraka (tabela 9).

Tabela 9. *Razlika boje između svaka dva pranja (saten)*

	ΔE_1-ΔE_0	ΔE_2-ΔE_1	ΔE_3-ΔE_2	ΔE_4-ΔE_3	ΔE_5-ΔE_4
cijan	8.18	5.21	2.89	2.45	1.26
magenta	14.40	10.61	4.33	3.29	2.54
žuta	31.12	11.8	7.43	3.36	2.7
crna	9.86	6.4	3.71	1.85	1.65
crvena	14.12	6.54	4.88	2.18	2.02
zelena	11.90	5.37	2.99	1.4	1.79
plava	6.93	4.23	2.25	3.12	0.66

Poslednji materijal koji je analiziran je šifon. Trendovi koji su zabeleženi kod svih materijala, primećeni su i kod ovog materijal.

Kod svih uzoraka sa povećanjem broja pranja, dolazi do povećanja vrednosti u odnosu na neoprane uzorke. Najmanja postojanost je kod uzoraka odštampanih žutom bojom, a najveća kod uzoraka odštampanih cijan bojom (tabela 10).

Tabela 10. Razlika boje u odnosu na pre pranja (šifon)

pranje	1	2	3	4	5
ΔE_{cijan}	21.90	26.45	27.71	26.69	30.68
$\Delta E_{magenta}$	30.02	39.65	42.40	43.69	45.58
$\Delta E_{žuta}$	42.25	46.54	52.90	52.56	56.31
ΔE_{crna}	28.42	32.98	35.99	37.91	38.59
ΔE_{crvena}	39.06	42.43	48.59	50.57	51.73
ΔE_{zelena}	22.67	26.25	29.54	31.09	32.51
ΔE_{plava}	26.06	30.29	33.20	34.34	35.56

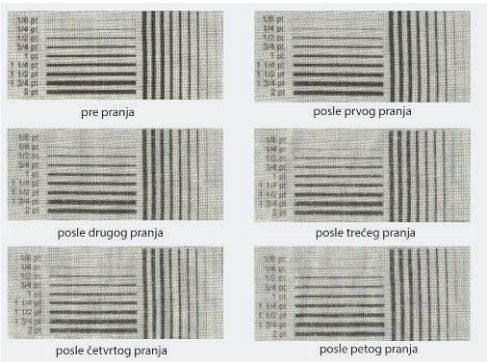
Razlike boje između svaka dva pranja predstavljene su u tabeli 11. Iz tabele 11 se vidi, da su sa povećanjem procesa pranja vrednosti za razliku boje niže u poređenju sa ΔE_1-ΔE_0 i relativno su približne kod svih uzoraka.

Tabela 11. *Razlika boje između svaka dva pranja (šifon)*

	ΔE_1-ΔE_0	ΔE_2-ΔE_1	ΔE_3-ΔE_2	ΔE_4-ΔE_3	ΔE_5-ΔE_4
cijan	21.90	4.55	1.26	1.97	0.99
magenta	30.02	6.63	2.75	1.3	1.89
žuta	42.25	4.3	6.35	0.34	3.76
crna	28.42	4.56	3.02	1.91	0.68
crvena	39.06	3.37	6.16	1.98	1.16
zelena	22.67	3.58	3.29	1.55	1.42
plava	26.06	4.23	2.9	1.14	1.22

Zajedničko je da za svaku boju svih materijala, L* vrednost konstanto raste iz pranja u pranje, tj. boja je sve svetlija. Vrednosti a* i b* se u zavisnosti od boje i materijala drugačije kreću. Za sve materijale je zajedničko da za boju cijan a* i b* vrednosti rastu, za magenta, crnu i crvenu opadaju, dok za zelenu a* vrednost raste, b* opada, a za plavu a* vrednost opada, dok b* raste. Jedina boja koja ne pokazuje uređeno ponavljanje je žuta boja kod koje za sve materijale b* vrednost opada, dok a* vrednost kod platna i keper 2 raste, kod keper 1 opada, dok kod satena i šifona a* vrednost varira. Takođe, zajednička stavka za sve materijale je da se najviše ispira žuta boja, a najmanje plava. Uzorak koji je pokazao najbolju postojanost boje je platno, 100% pamučni materijal, najmanje površinske mase od svih pet uzoraka (88.5 g/m^2), dok je najmanju postojanost boje pokazao uzorak materijala šifon, takođe 100% pamučni materijal, površinske mase (131.5 g/m^2).

Pored rezultata razlike boje, potrebno je bilo izračunati i oštrinu linija kako bi se još bolje opisao kvalitet štampe. U ovom slučaju nije bilo moguće izmeriti oštrinu štampe zbog boje koja se isuviše isprala. ali se vizuelnom procenom može zaključiti da se rezultati poklapaju sa navedenim rezultatima razlike boja. Materijal koji je pokazao najbolju oštrinu linija je platno, dok su na materijalu šifon linije gotovo isprane i teško uočljive. Na slici 1 je prikazan uzorak oštrine linija za platno.



Slika 1. *Oštrina linija za materijal platno*

4. ZAKLJUČAK

Tematika ovog rada bila je utvrđivanje postojanosti boja štampanih na različitim pamučnim materijalima, uticajem procesa pranja. Generalno posmatrano, može se reći da je razlika boje, za svaki od pet uzoraka (za svaku boju) prilično velika (osim za materijal platno), kada se uporedi boja pre procesa pranja i nakon poslednjeg pranja. Takođe se kod svakog materijala ponavlja stavka da prvo pranje najviše ispira boju, dok svako sledeće pranje utiče na boju sve manje. Može se zaključiti da su glavni faktori materijala koji su uticali na postojanost boje, u ovom slučaju površinska masa i sastav materijala (procenat pamuka u materijalu), kao i gustina tkanja. Uzorci koji su imali manju površinsku masu - platno, keper 1 i saten, imali su znatno manje vrednosti razlike boje tj. boja se manje isprala, dok su keper 2 i šifon koji imaju veću površinsku masu imali veće vrednosti razlike boje tj. boja se više isprala. Takođe se može reći da su na materijalima koji su 100% pamučni (osim platna koji ima najmanju površinsku masu od svih materijala) izračunate veće vrednosti razlike boje tj. boja se više isprala. U tabeli 12, materijali su poređani redom od platna koji se pokazao kao najpogodniji, do najnepogodnijeg šifon materijala, po najmanjoj ispranosti boje i najboljoj oštrini linija (generalno najmanje razlike boje), dok su parametri sastav materijala i površinska masa. Treći faktor koji određuje kvalitet otiska je način i gustina tkanja, koji predstavljaju same osobine materijala, te je zbog toga šifon na poslednjem mestu. Šifon ima veoma retko tkanje, te se može reć da boja ima veoma malu površinu da se zadrži.

Tabela 12. *Materijali poređani redom po najmanjoj ispranosti boje i najvećoj oštrini linija*

	Pamuk [%]	Površinska masa [g/m^2]
Platno	100	88.5
Keper 1	35	108
Saten	25	224.5
Keper 2	100	205
Šifon	100	131.5

Uslovi koji bi se mogli promeniti pa dalje ispitati su temperatura na kojoj se vrši proces pranja, kao i korišćeni deterdžent i omekšivač. Takođe, može se primeniti i predtretman tekstilnog materijala, koji umnogome utiče na prijanjanje boje na podlogu.

5. LITERATURA

[1] Pedersen M., Bonnier N., Hardeberg J. Y., Albregtsen F. (2010) “Attributes of image quality for color prints”:<http://nicobonnier.free.fr/research/publications/JEI_2010_Pedersen.pdf > [Pristup mart 2015.]

[2] Tide (2015) “Ingridiants”:<http://tide.com/en-us> [Pristup april 2015.]

[3] Silan (Anon) “Silan mediterranean”: <http://www.silan.rs/index.php?id=463> [Pristup mart 2015.]

[4] Novaković D., Pavlović Ž., Karlović I., Pešterac Č. “Reprodukciona tehnika – priručnik za vežbe”, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2008.

[5] Karlović I., Pešterac Č. (2014) “Reprodukciona tehnika, skripta sa predavanja”: < http://www.grid.uns.ac.rs/storage/download.phpfajl=a29d1598024f9e87beab4b98411d48ce> [Pristup mart 2015.]

Podaci za kontakt:
Nemanja Tasić, tnemanjazz@gmail.com

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 655.3.066.51

KORIŠĆENJE MEDICINSKIH CT SNIMAKA KAO ULAZNIH PODATAKA U PROCES 3D ŠTAMPE - STUDIJA SLUČAJA

APPLICATION OF MEDICAL CT SCANS AS INPUT DATA FOR 3D PRINTING - A CASE STUDY

Sandra Kološnjaji, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – *Jedan od metoda za dobijanje ulaznih informacija u procesu 3D štampe, jeste medicinsko skeniranje. Rezultati skeniranja arhiviraju se u datoteke u standardnom DICOM formatu, a na osnovu obrade ovih fajlova dolazi se do površinskog modela koji predstavlja ulaz u 3D štampu. U radu su, na primeru fizičkog modela malih dimenzija, ispitane mogućnosti ovog metoda za skeniranje u pogledu tačnosti. U procesu merenja i analize podataka korišćena je CAD inspekcija (CAI).*

Ključne reči: *3D štampa*, *3DP, CT sken, CAD inspekcija.*

Abstract – *One of the methods used for obtaining input information into the 3D printing process is medical scanning. The results of such scanning are stored in standard-formatted DICOM files which require processing in order to produce the input surface model. Presented in this paper is a case study of CT scanning of a small-dimension model. Scanning accuracy was analyzed using Computer Aided Inspection (CAI).*

Key words: *3D printing*, *3DP, CT scan, CAD Inspection.*

1. UVOD

Od prve pojave na tržištu, početkom ranih osamdesetih godina prošlog veka, 3D štampa je privukla interesovanje šireg kruga korisnika iz različitih domena, od inženjerstva, do medicine. U međuvremenu je došlo do intenzivnog razvoja hardvera, softvera i materijala koji su neophodni za 3D štampu. Međutim, poslednje dve godine su bile vrlo značajne za popularizaciju 3D štampe, budući da je nastupio istek patentnih prava na tehnologiju stereolitografije (SLA) i tehnologiju deponovanja istopljenog filamenta (FDM), dok se isto očekuje u toku 2015. godine i za tehnologiju selektivnog laserskog sinterovanja (SLS). Prestanak važenja patentnih prava doveo je do ekspanzije preduzeća koja na tržište izbacuju svoje modele 3D štampača, što osim bogatije ponude za kupce, znači i pad cena uređaja, čime 3D štampa postaje dostupna širokom krugu profesionalaca i entuzijasta.

Pored kvaliteta samih 3D štampača i materijala, takođe je neophodno obezbediti i kvalitetne ulazne informacije [1].

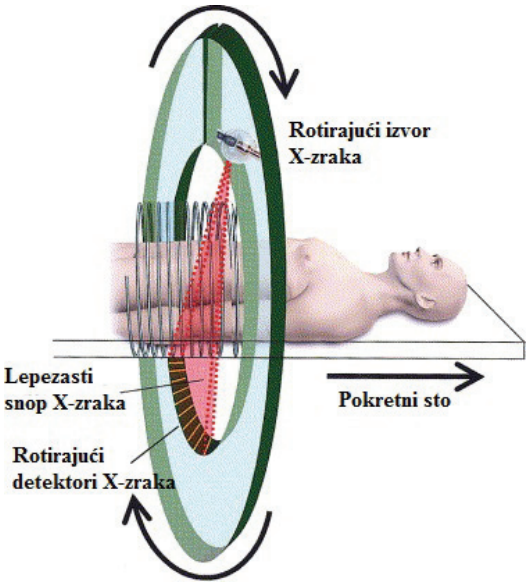
Uređaji za medicinsko skeniranje generišu izlazne informacije na način koji je veoma sličan onome koji se primenjuje u 3D štampi, stvarajući serije digitalnih snimaka koji predstavljaju ravanske režnjeve - poprečne preseke delova ljudske anatomije. S tim u vezi, pitanje tačnosti koju omogućavaju snimci dobijeni CT (Computer Tomography) skeniranjem i upotrebljivost tako dobijenih 3D modela u 3D štampi, predstavlja zanimjivu i aktuelnu temu za detaljnije istraživanje.

NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Ognjan Lužanin, vanr. prof.

2. PRINCIP RADA CT SISTEMA

Kao jedan od glavnih postupaka za medicinsko snimanje unutrašnjih delova ljudskog tela. kompjuterska tomografija (CT) koristi seriju X-zraka raspoređenih u različitim pravcima oko jedne ose rotacije (2D), i na taj način se, u vidu 3D snimka, dobijaju vrlo precizne informacije o geometriji i osobinama odabranog dela tela koji se snima (sl.1).

Uz pomoć primene X-zraka, moguće je analizirati unutrašnje strukture željenog objekta uključujući geometriju, sastav i gustinu [2]. Ranije su skeneri ovog tipa omogućavali snimanje u aksijalnoj ili transverzalnoj ravni, vertikalno u odnosu na dužinu tela, međutim savremeni aparati imaju mnogo više mogućnosti.



Slika 1. *Šematski prikaz CT skenera [3]*

CT snimak se sastoji od elemenata koji se nazivaju vokseli. Postupak skeniranja se sastoji od usmeravanja X-zraka u različitim pravcima na objekat (čoveka) i merenja smanjenja intenziteta zraka duž serije linearnih putanja. Jednostavno rečeno, CT snimak nastaje slabljenjem X-zraka prolaskom kroz voksel. Ovo smanjenje intenziteta se objašnjava Berovim zakonom koji opisuje smanjenje intenziteta svih X-zraka na isti način u funkciji energije zraka i gustine i sastava uzorka, nezavisno od

projekcionog ugla ili dužine putanje [2]. Pomoću specijalnog algoritma rekonstruiše se slabljenje signala u snimljenoj zapremini. Međutim, novija istraživanja su pokazala da ovaj zakon ne može da u potpunosti da objasni ovu pojavu zbog polihromatske prirode izvora X-zraka i smanjenja intenziteta zračenja u funkciji energije [4]. Kao rezultat, pojavljuju se greške u dobijenim integralima ili pri merenju koeficijenta smanjenja intenziteta zraka za skenirani objekat. Jedno od rešenja za ovaj problem jeste primena algoritma koji koristi nagnutu paralelnu geometriju snopa. Time se omogućuje dobijanje snimka greške koja se zatim oduzima od vrednosti dobijene početnom rekonstrukcijom [4].

3. DICOM FORMAT

DICOM format (Digital Imaging and Communication in Medicine) omogućava razmenu podataka između savremenih uređaja za medicinsko skeniranje i računara. Osnovu DICOM specifikacije čine format datoteke i mrežni protokol.

- Format datoteke – svi medicinski snimci arhiviraju se u DICOM formatu. Medicinski uređaji za skeniranje (Medical Imaging Equipment) raspolažu mogućnostima za generisanje izlaznih datoteka u DICOM formatu. Pored samih snimaka, datoteke u DICOM formatu sadrže i dopunske informacije, kao što su podaci o pacijentu (ime i prezime, ID, pol, datum rođenja). Pore toga, upisuju se i informacije koje su od značaja za sam proces akvizicije podataka - npr. tip opreme koji je korišćen prilikom skeniranja, kao i konkretna podešavanja.
- Mrežni protokol – Imajući u vidu da svi uređaji koji obavljeju medicinsko skeniranje mogu biti povezani preko lokalne mreže u nekoj medicinskoj ustanovi, potrebno je da koriste DICOM mrežni protokol u cilju razmene informacija, što se odnosi ne samo na snimke u DICOM formatu, već i na informacije o pacijentima i korišćenoj proceduri. DICOM mrežni protokol se takođe koristi i za pretragu arhiviranih snimaka, kao i za ponovno učitavanje snimaka na uređaj za skeniranje, radi prikaza i analize.

Prednosti ovakvog načina organizacije ogledaju se i u činjenici da, prilikom nabavke novih tipova uređaja za medicinsko skeniranje, snimci napravljeni na novoj opremi mogu biti efikasno razmenjivani sa svim ostalim uređajima, bez obzira na tip i proizvođača. Značajno je i to što ovakve razmene među raznorodnim uređajima, ne zahtevaju dodatne intervencije na datotekama ili korišćenom softveru.

4. 3D ŠTAMPA MODELA

3D model koji je u ovom eksperimentu korišćen za CT skeniranje, izrađen je na 3D štampaču Z-Corp 410Plus, koji je instaliran na Departmanu za Proizvodno mašinstvo, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Ovaj 3D štampač koristi praškasti materijal na polimernoj bazi, a krajnju čvrstoću modeli stiču nakon postupka infiltracije.

Fizički 3D model je dobijen na standardan način i detalji se, iz razloga sažetosti, izostavljaju. Nakon izrade, model je očišćen (slika 2) i infiltriran. Izgled završenog fizičkog modela prikazan je na slici 3.

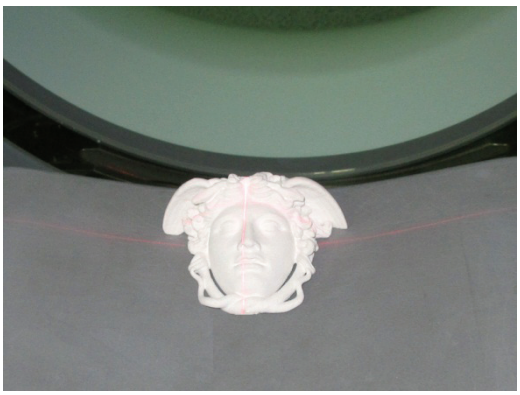
Slika 2. *Postprocesiranje fizičkog modela – izduvavanje zaostalog praška*

Slika 3. *Završeni fizički model – pre infiltracije*

5. SKENIRANJE MODELA

Po završetku 3D štampe i obavljenom postprocesiranju, model je skniran na medicinskom CT skeneru. Skeniranje je obavljeno u Kliničkom centru Vojvodine, a korišćen je skener *Siemens Sensation - Cardiac 64*.

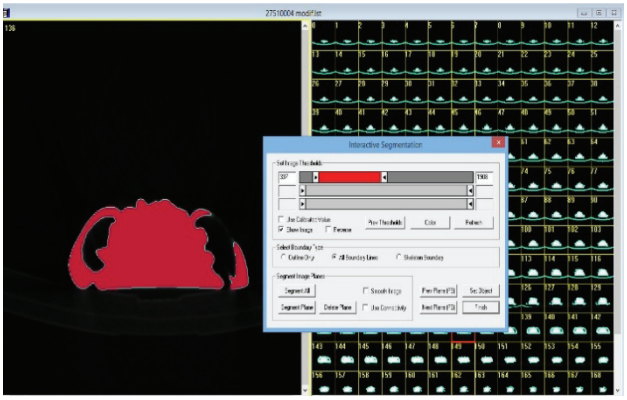
Na slici 4 se vidi model postavljen u položaj za skeniranje.



Slika 4. *Odštampani 3D model na stolu CT skenera*

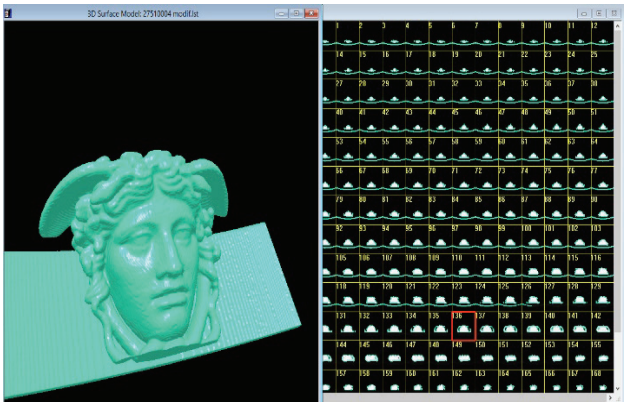
6. OBRADA DICOM DATOTEKE I GENERISANJE POVRŠINSKOG MODELA

Izlazni rezultat iz procesa skeniranja, DICOM datoteka, učitana je u specijalizovani softver, 3D-Doctor [5] za rad sa medicinskim snimcima u digitalnom formatu. Na slici 5 je prikazan učitani model, pri čemu se sa desne strane vidi serija snimaka koji prestavljaju režnjeve (slojeve) modela u horizontalnoj ravni. U narednoj fazi je izvršena segmentacija modela, kao priprema za kreiranje kompleksnog površinskog modela. Na odabranoj konturi u jednom od poprečnih preseka (slika 5) podešavanjem kontrasta definisana je kontura onoga što treba da predstavlja poprečni presek modela u zadatoj ravni i potom je definisan broj snimaka koji će ući u sastav budućeg površinskog modela.



Slika 5. *Tekući segment skeniranog modela u procesu segmentacije – definisanja obrisa*

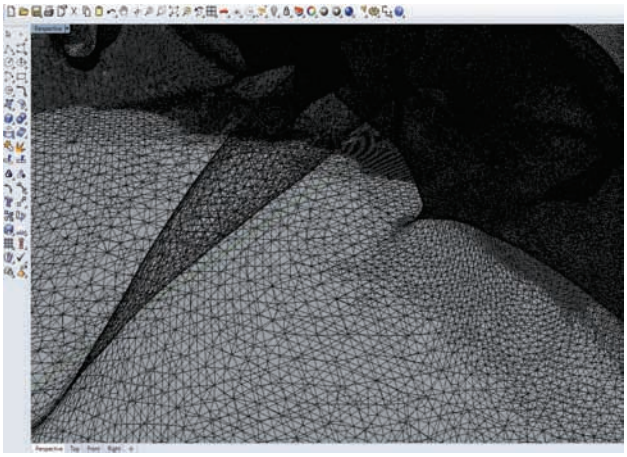
Na slici 6 je prikazan izgled kompleksnog površinskog modela nakon generisanja.
U završnoj fazi, na osnovu prethodno izvršene segmentacije modela, generisan je 3D površinski model, koji je potom izvezen u STL format (slika 7).



Slika 6. *Kompleksni površinski model generisan na osnovu DICOM datoteke*

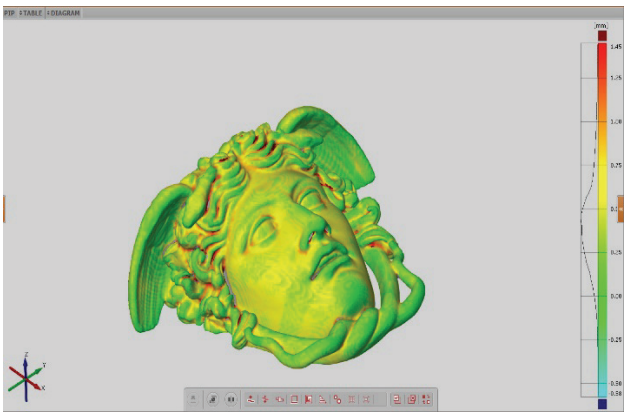
7. CAD INSPEKCIJA I ANALIZA REZULTATA

Početak rada u CAI (*Computer Aided Inspection*) aplikaciji podrazumeva učitavanje master CAD modela - koji predstavlja referentni model za poređenje - i skeniranog 3D modela, čija tačnost se proverava. U ovom radu korišćena je besplatna verzija CAI softverske aplikacije, GOM Inspect v8.0 [6].
U narednom koraku je izvršeno poravnavanje ova dva modela,. Kada su oba modela poravnata, moguće je dobiti dijagnostički snimak odstupanja površi skeniranog modela u odnosu na površi referentnog modela. Izgled modela i dijagnostička slika odstupanja prikazani su na slici 8.



Slika 7. *Detalj mreže ravanskih trouglova u STL formatu*

Sa strane je data i legenda sa poljima kodiranim u boji, koja označavaju odstupanja u *mm.* Takođe je superponiran i histogram gustine raspodele odstupanja, koji omogućava brzu vizuelnu procenu učestanosti pojedinih veličina odstupanja.



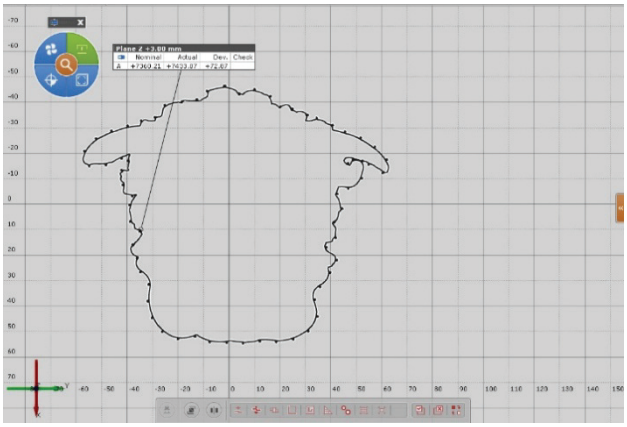
Slika 8. *Poravnati master CAD model i skenirani model, te rezultujući prikaz dimenzionih odstupanja, u ISO orijentaciji*

Dijagnostički snimci odstupanja su načinjeni za sve karakteristične poglede, radi vizuelne inspekcije odstupanja, pri čemu su slike izostavljene radi sažetosti. Utvrđeno je da najveće odstupanje iznosi približno 1 mm i da se nalazi sa donje strane modela.
U narednoj fazi metrološke inspekcije, generisane su siluete modela, radi provere odstupanja ukupne površine siluete u horizontalnoj i vertikalnoj presečnoj ravni. Siluete imaju osobine poprečnih preseka i mogu se koristiti za sve dodatne metrološke provere. Ova karakteristika CAI softvera zamenjuje klasične svetlosne uređaje koji se u konvencionalnoj metrologiji koriste za proveru oblika i dimenzija.
Uz pomoć silueta, registrovana su odstupanja površine horizontalnog i vertikalnog poprečnog preseka skeniranog modela u odnosu na master CAD model. Rezultati su dati u Tabeli 1.

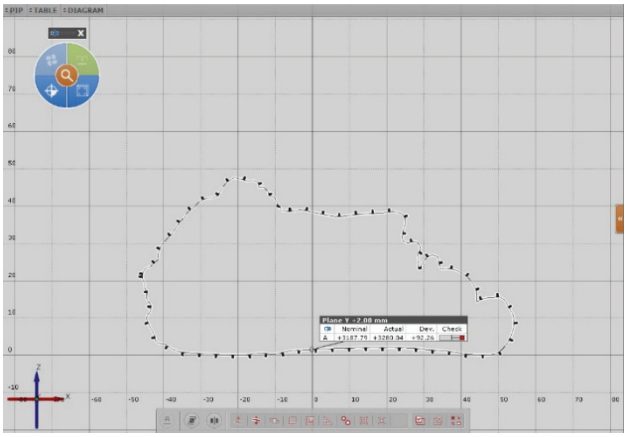
Siluete generisane u horizontalnoj i vertikalnoj ravni, prikazane su na slikama 9 i 10.
Na osnovu Tabele 1 izračunata su procentualna odstupanja izmerenih površina poprečnih preseka skeniranog, u odnosu na nominalni, master model. Procentualno odstupanje u horizontalnom preseku - silueti, manje je od jednog procenta i iznosi 0.99%. U vertikalnoj ravni, zabeleženo je veće odstupanje, u iznosu od 2.89%.

Tabela 1. *Odstupanja u površinama poprečnih preseka u dvema karakterističnim siluetama*

Ravan merenja	Površina siluete [mm^2]		Odstupanje [mm^2]
	CAD master model	Skenirani model	
Hor.	7360.21	7433.07	- 72.86
Ver.	3187.79	3280.04	+92.26



Slika 9. *Silueta modela u horizontalnoj ravni, sa labelom odstupanja*



Slika 10. *Silueta modela u vertikalnoj ravni, sa labelom odstupanja*

Na osnovu legende sa histogramom gustine raspodele odstupanja, konstatovano je da najveći deo odstupanja leži u zoni ±0.25 mm. Ekstremno zabeleženo odstupanje koje odgovara jednom milimetru, zabeleženo je na poleđini modela, na mestu gde se, prilikom CT skeniranja, nalazio spoj mekšeg i tvrđeg materijala podloge.

8. ZAKLJUČAK

Analizom površina poprečnih preseka silueta master i skeniranog modela, utvrđeno je da su procentualna odstupanja u vertikalnoj ravni veća (2.89%) od odstupanja u horizontalnoj ravni (0.99%). Takođe je konstatovano da, u odnosu na master CAD model, na skeniranom modelu najveću frekvenciju pojavljivanja imaju odstupanja u rasponu od -0.25 do +0.25 mm.
Prilikom analize zabeleženih odstupanja, treba imati u vidu da je u eksperiment ugrađena greška koju, zbog ograničenja u pogledu vremena i opreme, nije bilo moguće izmeriti. Naime, u postupku 3D štampe već je nastalo inicijalno odstupanje od master CAD modela, te se u proces CT skeniranja ušlo sa određenom početnom greškom. Vrednost ove greške u karakterističnim presecima bilo je moguće utvrditi na koordinatnoj mernoj mašini, što ovde iz navedenih razloga nije učinjeno.
Mogući načini za povećanje tačnosti CT skeniranja u ovom slučaju mogu se svrstati u dve kategorije: u prvu spada sam proces CT skeniranja, koji spada u stručni deo medicinskih tehničara, dok drugu kategoriju čini postupak procesiranja DICOM datoteke. Mogućnosti za poboljšanje postoje u domenu izbora softverskog alata u kojem će biti realizovana obrada DICOM datoteke, a time i do izbora pojedinih parametara koji su ključni za proces segmentacije koja prethodi generisanju kompleksnog površinskog modela.
Imajući ovo u vidu, nastavak istraživanja bi trebalo organizovati u formi statističkog faktornog eksperimenta, čime bi bio omogućen tačniji uvid ne samo u glavne efekte, već i u njihove interakcije.

9. LITERATURA

[1] I. Gibson, D. W. Rosen, B. Stucker, “Additive manufacturing technologies”, New York: Springer, 2010

[2] J Winder, R. Bibb, “Medical rapid prototyping technologies: state of the art and current limitations for application in oral and maxillofacial surgery”, *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, Vol 63, pp. 1006-1015, 2005

[3] V. Gudurić, “Studija slučaja brze izrade prototipa humane mandibule na osnovu CT snimka”, Master rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2013.

[4] J. Hsieh, R.C. Molthen, C.A. Dawson, R.H. Johnson, “An iterative approach to the beam hardering correction in cone beam CT”, Medical Physics 27, pp. 23-29, 2000

[5] Able Software Corp, “3D-DOCTOR for Windows User’s Manual”, *ASC-3DDR-BN#080508*, USA Copyright 1994-2008

[6] GOM Software, 2014, preuzeto sa: *http://www.3dteam.pl/?wpdmact=process&did=MTMuaG90bGluaw==*

Adrese autora za kontakt:

M.Sc. Sandra Kološnjaji – sandrakolosnjaji@hotmail.com

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 004.738.1

PRIMENA WSDM METODOLOGIJE NA RAZVOJU WEB SAJTOVA

USE OF WSDM METHODOLOGY IN WEBSITE DEVELOPMENT

Marija Zarić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – *U ovom radu je predstavljena WSDM metodologija koja je zasnovana na korisnički orijentisanom metodu za dizajniranje web aplikacija. Cilj analize je da se istakne važnost i pozitivan uticaj sistematičnog i standardizovanog pristupa razvoja web aplikacija koje omogućavaju lakše praćenje i kontrolu raznovrsnih tipova sadržaja i aktivnost koje web sajtovi treba da obezbede, kao i važnost uloge korisnika u razvoju iste. Analiza je potkrepljena opisom drugih metoda, koje su korišćene za diskusiju u kojoj meri je moguće formirati standarde koji su nezavisni od tehnologije i krajnje upotrebe web sajtova, kao i kako ovi koncepti utiču na rešavanje najčešćih problema web sajtova.*

Abstract – *This paper presents WSDM methodology which is based on audience driven approach for designing web applications. The goal of the analysis is to emphasize the importance and positive impact of a systematic and standardized approach to the development of web applications that enable easy monitoring and control of various types of content and activity that Web sites should provide, and the importance of the role of users in its development. The analysis is supported by a description of other methods, which are used to discuss the extent to which it is possible to establish standards that are independent of technology and end-use of Web sites, as well as how they affect the solution of common problems of Web sites.*

Ključne reči: *WSDM metodologija, korisnički orijentisana metoda, web dizajn.*

1. UVOD

Oblast web dizajna je danas platforma gde funkcija ima prioritet nad formom, a sadržaj je najbitniji. Web je postao svakodnevna stvar čiji dizajn ne bi trebalo da tera korisnike na razmišljanje, već da omogući lakši put do željenih informacija. Značaj razvoja web sajtova koji omogućavaju korišćenje najrazličitijih resursa Interneta zahteva upotrebu metodološki zasnovanih pristupa razvoju web sistema.

Od web sajtova se očekuje da omoguće završavanje zadatka kojima su namenjeni za korisnike u optimalnom vremenskom intervalu, što podrazumeva razvoj koji je zasnovan na korisnički orijentisanim metodama za razvoj i implemantaciju. Ovaj rad prikazuje Web Semantic Design Method (WSDM) kao metod koji je pogodan za dizajniranje web portala, i ukazuje na to kakvi još tipovi metodologija [2] postoje i mogu biti korisne u ovom slučaju.

Pored WSDM metodologije ukratko su predstavljene sledeće metodologije:

1. IconMatrix metodologija,
2. The Reference Project,
3. The Frontline Solution.

2. WSDM METODOLOGIJA

WSDM metodologija, razvijena od strane O. De Troyer [1] predstavlja korisnički orijentisan metod za dizajniranje web sistema koji se zasniva na dizajn psihologiji gde se ciljane grupe korisnika i njihove potrebe uzimaju za temelj projekta. Drugim rečima, dizajn koncept i glavna struktura sajta su zasnovane na ovim informacijama. WSDM metodologija je sačinjena od sledećih faza:

1. Specifikacija misije,
2. Modelovanje publike,
3. Konceptualni dizajn,
4. Implementacioni dizajn,
5. Implementacija.

Rezultati dobijeni praćenjem navedenih koraka treba da obezbede selekciju podataka koji će biti prikazani na web sajtu, konceptulne modele odabranih podataka, dizajn strukture web sajta koji se zasniva na navigacionom modelovanju, i dizajn vizuelne prezentacije u programu za prikaz sadržaja.

2.1. Specifikacija misije

Cilj faze specifikacije misije je da se identifikuje svrha web sajta, subjekti i ciljane grupe korisnika. Ukoliko se na adekvatan način ne definiše shvrha sajta, neće postojati dovoljno dobra baza za dalje dizajniranje, niti evaluaciju efikasnosti formiranog sistema.

2.2. Modelovanje publike

Sledi faza modelovanja korisnika koja obuhvata dva procesa: klasifikaciju korisnika i karakterisanje korisničkih klasa.

U procesu klasifikacije korisnika se vrši identifikacija i klasifikacija potencijalnih korisnika u različite klase. Klasu čine korisnici koji imaju iste informacione i funkcionalne zahteve.

NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dušan Okanović, red.prof.

U procesu karakterisanja korisničkih klasa, klase se detaljno opisuju karakteristikama korisnika.

Kao rezultat korisničkog modelovanja dobija se skup korisničkih klasa sa neformalnim opisima njihovih zahteva (kako informacionih i funkcionalnih, tako i navigacionih) kao i karakteristika svake klase.

2.3. Konceptualni dizajn

Faza konceptualnog modelovanja omogućava da se neformalne informacije prikupljene specifikacijom misije i modelovanjem publike preoblikuju u opšte formalne definicije, i to preko više koraka.
Prvi je informaciono modelovanje koje predstavlja usitnjavanje informacija koje se izvršava na osnovu različitih informacionih zahteva korisničkih klasa. Povezivanjem ovih informacionih delova u jedinstven model uobličava se informacioni model web sajta. Informacioni model opisuje skupove informacija nezavisno od određenog tipa upotrebe.
U ovoj fazi koja se još označava i kao faza informacionih zadataka gradi se konceptualni model za svaki zadatak.
Ovim se preciznije identifikuju informacije koje su u vezi sa određenim korisničkim klasama i njihovim zadacima. Na ovaj način se karakteriše potpuna slika informacionog domena web sajta. Svaki zadatak korisničke klase dobija određeni konceptualni model zadatka. Spajanjem različitih konceptualnih modela zadataka određene klase korisnika se dobija opšti konceptualni model.

2.4. Implementacioni dizajn

Faza implementacionog dizajniranja WSDM metodologije se izvodi korišćenjem izabranog implementacionog okruženja. U toku ove faze radi se na razvoju strukture web sajta koja treba da dopuni konceptualni dizajn sa potrebnim detaljima za pravilno funkcionisanje i vrši se na osnovu sledećih procesnih koraka.
Navigacniono modelovanje je proces gde se modeluje kako će različite korisničke klase moći da se kreću kroz dostupne informacije na web sajtu. Za svaku klasu korisnika kreira se posebna navigaciona putanja. Ovde se uzimaju u obzir zahtevi za navigacijom koji su prikupljeni u fazi korisničkog modelovanja za specfične korisničke klase.
Navigacioni model web sajta se sastoji od formiranih navigacionih putanja, dok konceptualno modelovanje rezultuje konceptualnim modelom sajta koji predstavlja integraciju informacionog modela i funkcionalnog modela u okviru navigacionog modela.
Prezentaciono modelovanje ili dizajn služi za opis izgleda informacija unutar navigacionih šema.
Prezentaciono modelovanje obezbeđuje raspored elemenata na stranici koji svojim izgledom treba da ukazuju korisniku na bitne informacije, stil navigacije, dodatne mogućnosti. Razbijanje stranica u jasno definisane oblasti i njihovo logičko povezivanje će pomoći korisniku da bolje razume dostupan sadržaj.
Prezentacioni model se fokusira na strukturalnu organizaciju prezentacije i kao rezultat se dobija prezentacioni model koji sadrži skup obrazaca i stilova, kao i strukturu sajta za svaku stranicu odnosno model stranice.
Funkcionalno modelovanje omogućava stvaranje funkcionalnih delova koji opisuju različite funkcionalne potrebe za različite klase korisnika i omogućava stvaranje logičkih veza unutar i između klasa korisnika.

2.5. Implementacija

Poslednja faza WSDM metodologije se odnosi na implementaciju i sastavljanje svih informacija, podataka i koraka u jednu funkcionalnu celinu. Dobrom analizom svih zahteva koje web sistem treba da izvrši i obezbeđenjem dobre strukture implementacija može biti generisana automatski iz informacija sakupljenih tokom prethodnih faza.

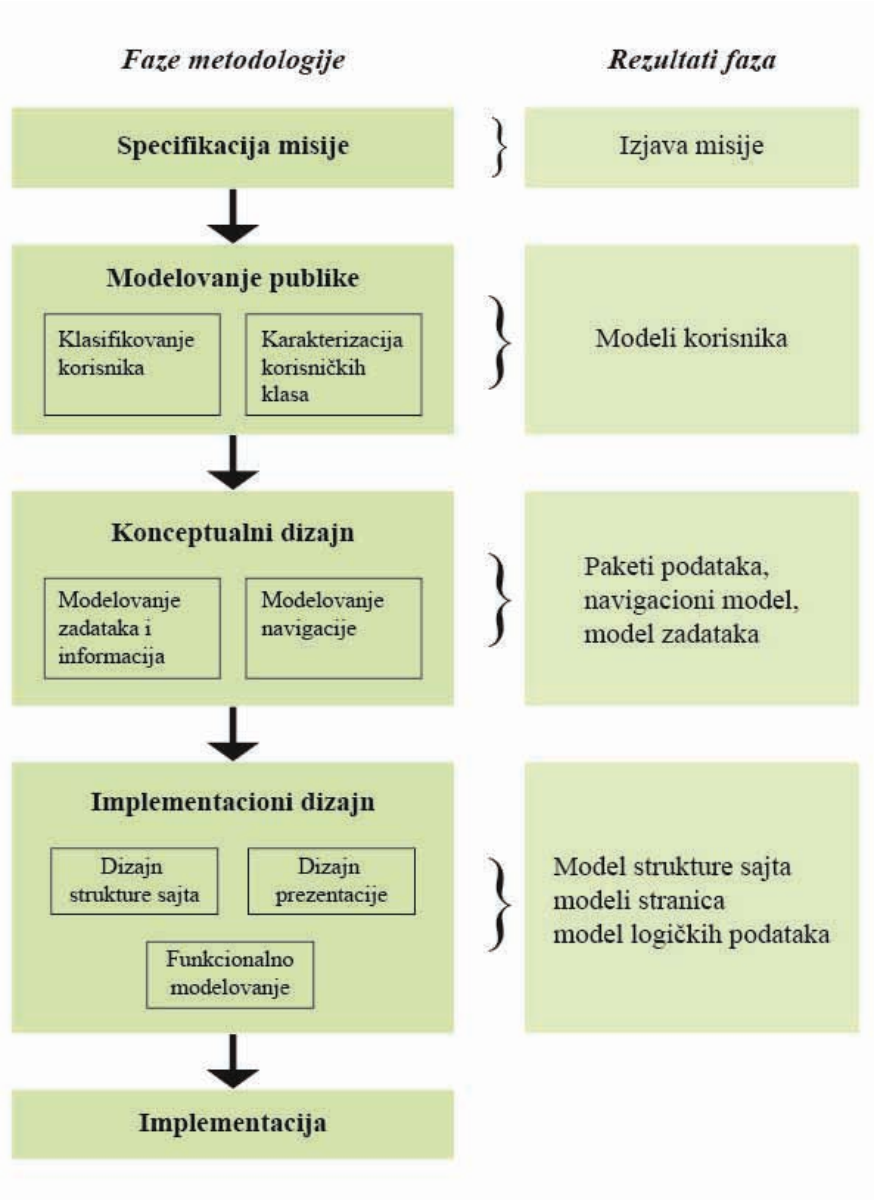
3. ANALIZA SLUČAJA

Primena WSDM metodologije biće prikazana u razvoju sajta za kompaniju koja se bavi proizvodnjom i online prodajom proizvoda na nivou Evrope.

Ovaj konkretan primer poslužio je za evaluiranje WSDM metodologije, i sumiranje njenih pozitivnih i negativnih karakteristika u pogledu najčešćih problema na koje korisnici nailaze. U skladu sa tim obezbeđeni su i predlozi za rešenje nekih od problema.

Kod različitih faza modelovanja u WSDM metodu, koje su prikazane na slici 1 (dijagram faza metodologije), dolazi se do rešavanja pitanja koja su vezana sa problemom određivanja korisničkih grupa kojima je ovaj sajt namenjen.

U konkretnom slučaju kao najveći problemi se izdvajaju sledeći: nedovoljno dobro definisana struktura sajta, loše definisana svrha izrade sajta i nedovoljno razvijen model korisnika.
Praćenjem koraka WSDM metodologije sprovedena je analiza koja je omogućila adekvatno sortiranje podataka, definisanje prioriteta, izdvajanje ciljanih grupa korisnika i izvršeno je istraživanje potreba svake grupe sa primenom manjih testova različitih vrsta ispitanika i drugih resursa.
Daljom analizom je omogućena optimizacija sistema, i jasno definisanim koracima olakšana je finalna integracija rezultata faza.
Uočena je potreba za optimizacijom metodologije na osnovu komparacije sa drugim navedenim medodama, i izveden je zaključak da ubacivanjem određene forme testiranja korisničkog iskustva u nekoliko iteracija na početku razvoja može da se dobije znatno bolje rešenje, zahvaljujući direktnom odgovoru od korisnika.



Slika 1. *Dijagram faza WSDM metodologije*

4. ZAKLJUČAK

Primena WSDM metodologije može znatno da doprinese rešavanju problema dizajniranja i realizacije web sajtova. Trendovi digitalnog tržišta danas su primarno okrenuti ka korisnicima, i osnovni benefit ove metodologije je što pruža formu za oblikovanje web portala upravo u skladu sa potrebama korisnika. Isto tako uviđa se visok nivo fleksibilnosti WSDM metodologije u pogledu vrste web sistema na koji se može primeniti. Doprinos ovog metoda obuhvata i racionalizovanje vremena koje će biti potrebno za razvoj i implementaciju web sajta, kao i mogućnost prilagođavanja metodologije. Isto tako, od svog nastanka WSDM metodologija uspeva da se razvija i evoluira, omogućavajući laku integraciju različitih platformi u radu, i ostavljajući dovoljno prostora za primenu novih trendova.

5. LITERATURA

[1] O.D. Troyer, S.C., P.P., "WSDM: Web sematnics design method", *Brussel, Belgium, 2001*

[2] I.D. Achebe, "Comparative study of Web design methodologies", [Online] Dostupno na: https://wise.vub.ac.be/content/comparative-study-web-design-methods, [pristupljeno: 01.10.2014]

[3] N.Kock, "E-Collaboration: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications ", *Texas, USA, 2009*

Kratka biografija:

Marija Zarić rođena je u Sremskoj Mitrovici 1989. god. Završila osnovne akademske studije iz oblasti grafičkog inženjerstva i dizajna. Interesovanja su joj front-end development, web i grafički dizajn.
Kontakt: marija.zaric.b@gmail.com

Dušan Okanović rođen je u Sremskoj Mitrovici, 1978. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2012. godine, a od 2013. je u zvanju docenta. Oblasti interesovanja su mu web programiranje i upravljanje performansama softvera.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 004.738.1:766

IZRADA JEDNOSTRANIČNIH VEB APLIKACIJA POMOĆU FOUNDATION 5 OKRUŽENJA

DESIGN OF SINGLE-PAGE WEB APPLICATIONS USING FOUNDATION 5 FRAMEWORK

Kristina Krivošija, Dušan Okanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – *Jednostranične veb aplikacije (eng. Single-page application - SPA), takođe poznata kao jednostranični interfejs (eng. Single-page interface - SPI) nastale su kao poseban vid veb aplikacija. To su aplikacije koje dinamički stvaraju neophodne elemente i osvežavaju ih po potrebi. Cela stranica se ni u jednom trenutku ne učitava iznova niti se prelazi na neku drugu stranicu. U ovom radu je predstavljen responsivni sajt koji je izrađen kao jednostranična veb aplikacija uz pomoć radnog okvira Foundation 5 i jQuery-ja.*

Ključne reči: *Jednostranične veb aplikacije, Foundation 5, jQuery, Responsivni dizajn*

Abstract – *The Single-page application, also known as the Single-page Interface, is a special kind of web applications. These applications dynamically generate the necessary elements and update them if necessary. The whole web site does not load again at any moment nor is user switched to another page. This paper describes a responsive site that was created as a Single-page application using the Foundation 5 framework and jQuery.*

Keywords: *Single-page application, Foundation 5, jQuery, Responsive design*

1. UVOD

Termin jednostranična aplikacija skovao je Stiv Jen 2005. godine, iako je o samom konceptu diskutovano još 2003. godine. Sav programski kod potreban za izvršavanje se preuzima u okviru učitavanja jedne stranice, ili se odgovarajući resursi učitavaju dinamički i stranici dodaju po potrebi, kao posledica neke akcije izvršene od strane korisnika. Cilj ovog rada je prikaz jednostranične veb aplikacije i utvrđivanje koliko upotreba radnih okvira olakšava izradu responsivnog sajta.

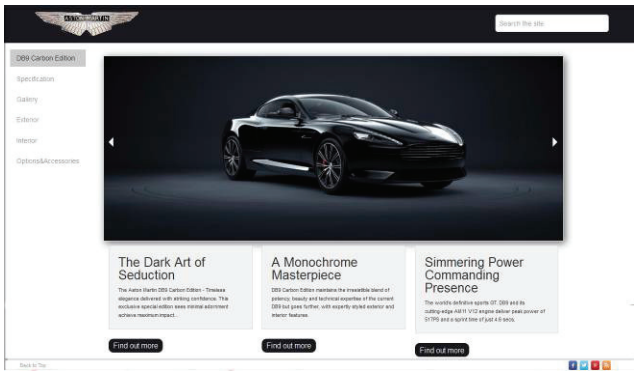
2. UPOTREBA FOUNDATION 5 I JQUERY ZA RAZVOJ VEB APLIKACIJA

Pojavom novih tehnologija otvorile su se nove mogućnosti, kako za kreatore veb aplikacija tako i za korisnike. S obzirom na pristupačnost veb aplikacija, javlja se potreba za maksimalnim iskorišćenjem istih.

Jedan od modernih alata za izradu veb sajta je radni okvir Foundation 5, koji je nastao kao projekat ZURB-a u svrhu lakšeg i bržeg kodiranja. To je skup alata koji služe za kreiranje veb sajtova i aplikacija i sadrži izrađene šablone na osnovu HTML-a i CSS-a za razne komponente interfejsa kao i opcione JavaScript ekstenzije. Jedna od celina ovog sajta je odrađena pomoću jQuery-ja i time je taj deo stranice dobio na dinamičnosti. jQuery je napredna JavaScript biblioteka, sa kojom se može postići sve što i upotrebom klasičnog JavaScript-a, samo mnogo brže i jednostavnije. Od prikupljanja informacija o elementima stranice, preko menjanja atributa i vrednosti, do menjanja samih elemenata unutar HTML-a i pojednostavljivanja rada sa AJAX-om. Ugrađene funkcije u koje je potrebno samo da se prosledi vrednost, vraćaju obrađeni podatak sa servera bez potrebe za naprednim poznavanjem AJAX-a.

3. OPIS PROJEKTA

Za izradu ovog sajta osnov predstavlja radni okvir Foundation 5, koji je većim delom zastupljen na projektu kao glavni element. Njime je napravljena mreža i sajt je podeljen u nekoliko celina od kojih svaka ima svoj podnaslov. Iz Foundation 5-a su, osim osnovne mreže, korišćeni i *orbit*, *side nav*, *drop-down menu*, *reveal modal* itd... Projekat u okviru ovog rada je rađen na temu Aston Martin i može se podeliti u četiri celine i to *header*, *footer*, levi blok i desni blok (Slika 1).

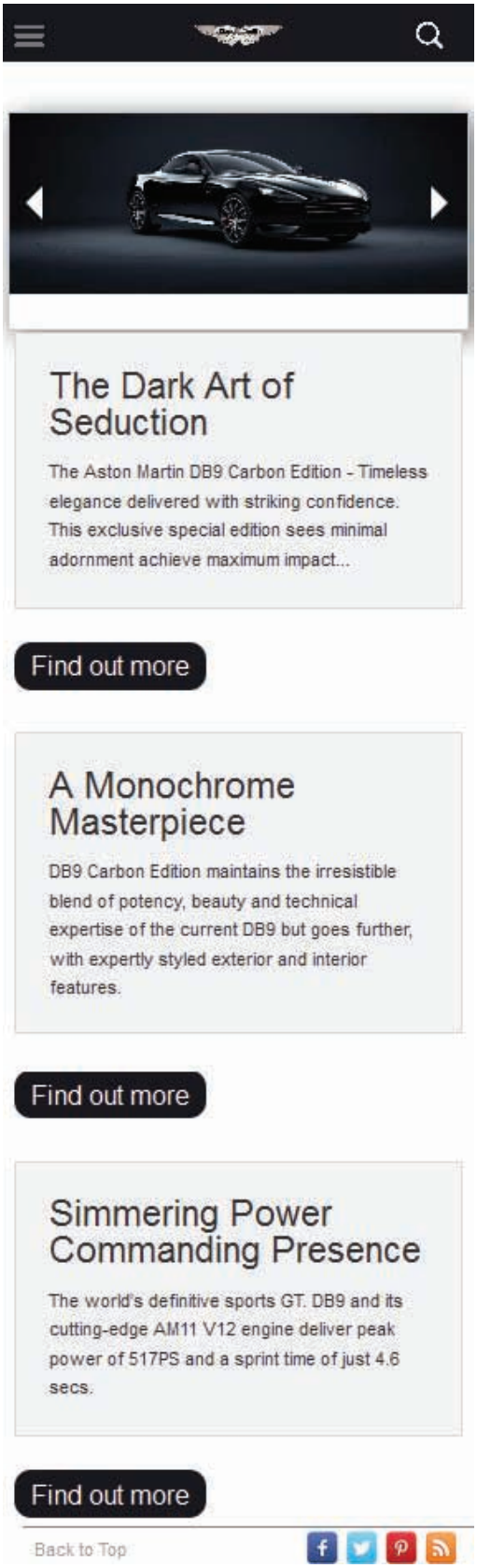


Slika 1. *Naslovna strana*

Prvu celinu predstavlja *header* u kojem se sa leve strane nalazi logo, a sa desne strane forma za pretragu. Prilikom smanjenja pretraživača ili pristupa sajtu preko uređaja sa manjim ekranom, umesto forme za pretragu pojavljuje se samo ikona za pretragu pri čemu se klikom na nju pojavljuje i polje za unos teksta. Logo se smanjuje proporcionalno visini *header*-a, a ukoliko se sajtu pristupa sa mobilnih uređaja, onda se logo pomera na sredinu.

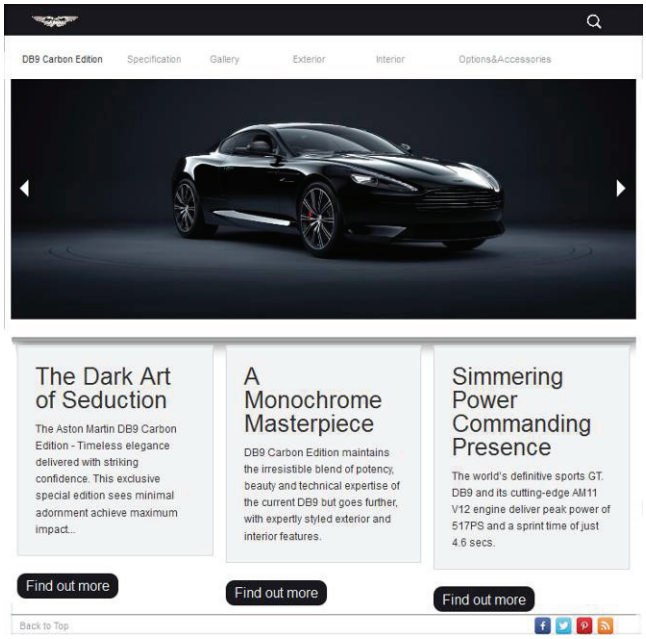
NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Dušan Okanović.

Tada će sa leve strane umesto logoa stajati ikonica za padajući meni i klikom na nju se postiže prikazivanje stavki menija (Slika 2).



Slika 2. *Prikaz naslovne strane na mobilnim telefonima*

U slučaju pristupa aplikaciji sa uređaja većih rezolucija, meni će biti fiksiran uz levu ivicu ekrana, a ako su u pitanju uređaji srednjih rezolucija, meni se nalazi odmah ispod *header*-a i prikazan je kao *inline* lista.



Slika 3. *Naslovna strana i prikaz slajdera na uređajima srednjih rezolucija*

Sledeću celinu predstavlja *orbit* tj. slajder koji sadrži više slika koje se periodično menjaju (Slika 3). Na slajderu se nalaze samo komande za listanje slika na levu i desnu stranu. Usled većih rezolucija, on se nalazi uz desnu ivicu, a smanjenjem rezolucije, slajder se pomera direktno ispod zaglavlja, odnosno menija usled srednjih rezolucija ekrana. Ispod slajdera se nalaze tri paragrafa sa naslovima: The Dark Art of Seduction, A Monochrome Masterpiece i Simmering Power Commanding Presence. Svaki od njih sadrži dugme i klikom na njega se otvara dijalog koji sadrži informacije o toj temi. U dnu aplikacije se nalazi *footer*. On sadrži u levom uglu link *Back to Top* kojim se postiže vraćanje na vrh stranice, a sa desne strane veze za neke druge stranice.

Prvu od četiri celine projekta u okviru ovog rada predstavlja *header*, u kojem se nalazi logo i forma za pretragu. U zavisnosti od uređaja sa kojeg se pristupa sajtu, menja se izgled forme, tj. pojavljuje/uklanja polje za unos teksta za pretragu. Drugu celinu čini *Side bar* koji je fiksiran uz levu ivicu stranice. U njemu se nalaze stavke: DB9 Carbon Edition, Specification, Gallery, Exterior, Interior i Options&Accessories. Da bi se postigla promena aktivne stavke koristi se komanda *onclick* koja je prikazana u Listingu 1.

```
$(".columns .side-nav").on("click", ".tab", function(e) {
                    getContent($(this), e);
          });
```

Listing 1.

Pozivanjem funkcije *getContent()* menja se sadržaj stranice. Na početku funkcije zaustavljaju se akcije pomoću *e.preventDefault()*. Nakon zaustavljanja akcije izvršava se kod pomoću kojeg se označava aktivna stavka menija. Zatim se pomoću *document.location.hash = tabId.substr(1)* postavlja u URL promenljiva pomoću koje

će se nakon osvežavanja stranice vratiti potrebno stanje. Komandom *window.scrollTo(0, 0)*; se postiže da svakim drugim odabirom stavke menija, stranica se prikaže od vrha. Ove komande su prikazane u Listingu 2.

```
function getContent($tab, e) {
                    e.preventDefault();
                    $(".columns .side-nav .tab")
.removeClass("active");
                    $tab.addClass("active");
                    var tabId = $tab.find("a").attr("href");
                    $(".content").removeClass("visible")
.addClass("collapsed");
                    $(tabId).removeClass("collapsed")
.addClass("visible");
                    document.location.hash =
tabId.substr(1);
                    window.scrollTo(0, 0);
                    $(".orbit-container").height($(".orbit-
container").width() * 590 / 1490);
                    renderContent(tabId.substr(1));
          }
```

Listing 2.

Treću celinu čini sadržaj koji je različit u zavisnosti od toga koja je stavka iz menija aktivna. Četvrta celina čini *footer* koji sadrži *Back to top* kao i veze za neke društvene mreže i slično, kao što su: facebook, twitter, pinterest i rss. U *footeru* nema potrebe za menijem jer je glavni meni uvek vidljiv, tj. fiksiran ili je u obliku *drop down-a* u slučaju manjih rezolucija ekrana uređaja sa kojeg se pristupa sajtu.

4. ZAKLJUČAK

Za pristup veb aplikacijama, klijenti koriste veb pretraživač. To je korisno jer samim osvežavanjem stranice na kojoj se aplikacija nalazi, korisnik može dobiti sve promene koje su napravljene na aplikaciji. Veb aplikacije postaju sve omiljenije zbog jednostavnosti održavanja i sveprisutnosti veb pretraživača, što znači da se aplikacije mogu izvršavati na svim platformama sa veb pretraživačem.

U okviru ovog rada vršena je izrada projekta koji predstavlja jednostraničnu veb aplikaciju odrađenu pomoću radnog okvira Foundation 5 i jQuery-ja. Korišćenje Foundation 5 okruženja znatno je olakšalo izradu veb aplikacije čemu je doprinila i responsivnost uključena u određene komponente ovog radnog okvira. S obzirom na činjenicu da se vrši učestala modernizacija i zamena laptop i desktop računara tabletima i pametnim telefonima, pretpostavlja se da će u narednih nekoliko godina, mobilni telefoni postati glavno sredstvo pristupanja Internetu što znači da će i veb aplikacije biti posećivane sa mobilnih uređaja. Zbog toga je veoma važno da se svaka veb aplikacija prilagodi budućim trendovima što bi se ogledalo u njenoj responsivnosti. Umesto korišćenja JavaScript biblioteka kao što je jQuery, ažuriranje HTML-a se može postići i korišćenjem JavaScript šablona *Template engine*-a, koji u velikoj meri čiste kod. Radni okviri kao što su Angular, Backbone i Ember unose strukturu u JavaScript kod i održavaju ga organizovanim. To su sve rešenja otvorenog koda koja se konstantno poboljšavaju. Kombinacijom pažljivo odabranih tehnologija se može u velikoj meri olakšati i ubrzati proces izrade veb aplikacija.

5. LITERATURA

[1] Andy Budd, Cameron Moll, Simon Collison, 2009., CSS Mastery: Advanced Web Standards Solutions, Second Edition", Springer-Verlag New York, Inc.

[2] Zoe Mickley Gillenwater, 2012., CSS3, Media Queries & Responsive Design", (.pdf) [Online] Dostupno na: http://www.slideshare.net/zomigi/css3-media-queries-and-responsive-design

[3] [Online] Dostupno na: http://techcrunch.com/2012/06/29/zurb-launches-foundation-3-to-take-on-twitters-bootstrap-framework/ [Pristupljeno 04.2015.]

[4] [Online] Dostupno na: http://venturebeat.com/2013/02/28/zurb-foundation-4/ [Pristupljeno 04.2015.]

[5] Smashing Magazine [Online] Dostupno na: http://www.smashingmagazine.com/2014/02/19/responsive-design-frameworks-just-because-you-can-should-you/ [Pristupljeno 04.2015.]

[6] [Online] Dostupno na: http://www.smashingmagazine.com/2011/10/25/rapid-prototyping-for-any-device-with-foundation/ [Pristupljeno 04.2015.]

[7] [Online] Dostupno na: http://www.jscripters.com/jquery-disadvantages-and-advantages/ [Pristupljeno 04.2015.]

[8] [Online] Dostupno na: https://www.youtube.com/watch?v=V2EjipWZ7co&feature=youtu.be [Pristupljeno 04.2015.]

[9] W3Schools [Online] Dostupno na: http://www.w3.org/TR/css3-mediaqueries/ [Pristupljeno 04.2015.]

[10] [Online] Dostupno na: http://gledaj-uci.com/video-tutorial/uvod-u-responsive-design-i-media-queries/ [Pristupljeno 04.2015.]

Adresa autora za kontakt
Msc Kristina Krivošija, krivoshija.k@gmail.com
dr Dušan Okanović, oki@uns.ac.rs

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK 004.738.1:766

IZRADA PRILAGODLJIVOG SAJTA POMOĆU YAML4 CSS BIBLIOTEKE

DEVELOPMENT OF A RESPONSIVE WEBSITE USING YAML4 CSS FRAMEWORK

Biljana Bajac, Dušan Okanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – *Prilagodljivi veb-dizajn danas predstavlja svetski trend, s obzirom na pojavu sve većeg broja mobilnih uređaja na tržištu. Cilj ovog rada jeste izrada prilagodljivog veb-sajta upotrebom YAML4 CSS biblioteke i standardnih veb-tehnologija sa posebnim osvrtom na pristupačnost sajta osobama sa invaliditetom. Shodno tome, u radu je detaljno razmotren pristup prilagodljivog veb-dizajna. Potom je dat kratak pregled CSS biblioteka i analiza mogućnosti YAML4 CSS biblioteke. Na kraju je ukratko demonstrirana implementacija sajta.*

Abstract – *Responsive Web design today is a worldwide trend, considering the growing number of mobile devices on the market. The aim of this paper is to develop a Responsive Web site using CSS YAML4 framework with special emphasis on the accessibility of the site for people with disabilities. Accordingly, the paper further discusses the use of responsive web design, then follows a brief overview of CSS libraries and analyses YAML4 CSS library capabilities. Lastly, the implementation of the site is briefly demonstrated.*

Ključne reči: *prilagodljivi veb-dizajn, veb-sajt, YAML4 CSS biblioteka, pristupačnost, implementacija*

1. UVOD

Napredak tehnologije u IT oblasti i pojava sve većeg broja mobilnih uređaja na tržištu, uslovila je novi pristup u izradi veb-stranica i veb-aplikacija, responzivni dizajn (eng. responsive web design – RWD). Pod ovim pristupom podrazumeva se dizajn veb-stranice koja će biti adekvatno prikazana i čitljiva na svim platformama i uređajima, prilagođavajući se potrebama korisnika.

Cilj rada obuhvata izradu prilagodljivog veb-sajta pomoću YAML4 CSS biblioteke sa posebnim osvrtom na pristupačnost sajta osobama sa invaliditetom. Za izradu sajta upotrebljene su sledeće savremene veb-tehnologije: HTML5, CSS3, *JavaScript*, *jQuery*. U drugom poglavlju razmotren je pristup prilagodljivog dizajna. Treće poglavlje analizira mane i prednosti korišćenja CSS biblioteka. Četvrto poglavlje prikazuje mogućnosti YAML4 CSS biblioteke. U petom poglavlju ukratko je objašnjena implementacija i razvoj sajta.

2. PRILAGODLJIVI VEB-DIZAJN

Način izrade veb-sajtova evoluirao je u proteklih 20 godina. Pojava različitih vrsta mobilnih uređaja, dovela je do potrebe za pronalaženjem pristupa koji će omogućiti prilagođavanje veb-sajta na svim platformama i uređajima. Tako je nastao prilagodljivi veb-dizajn - pristup u razvoju i dizajniranju veb-sajta, koji ima za cilj prilagođavanje ekranu korisnika i pružanje dobrog korisničkog doživljaja na svim uređajima. Primenjivanjem ovog pristupa izbačena je potreba za dizajniranjem zasebnih stranica za mobilne uređaje, s obzirom na pojavu sve većeg broja prenosivih uređaja [1]. Sadržaj prilagodljive veb-strane se automatski prilagođava različitim širinama uređaja korišćenjem fleksibilnih mreža i medija (slike, video, tekst), kao i CSS3 medijskih upita.

Pojava *Apple iPhone*-a predstavlja prekretnicu u responzivnom dizajniranju za mobilne uređaje, s obzirom da je ovo prvi pametni telefon koji je omogućio veb-pretraživanje i prikaz sajta u adekvatnoj veličini [1]. Statistike su pokazale da čak 90% mobilnih telefona u upotrebi ima mogućnost veb-pretraživanja [2]. Smatra se da je 2014. godine broj mobilnih korisnika internet mreže prerastao broj desktop korisnika. Ove činjenice ukazuju na sve veći značaj adaptacije veb-sadržaja za korisnike koji veb-u pristupaju na mobilnim uređajima [3].

2.1. Fleksibilnost

Prilagodljivi veb-dizajn je jedinstvena celina tri postojeće tehnike: fleksibilna mreža, fleksibilni mediji i CSS medijski upiti [4]. Fleksibilnost sadržaja predstavlja bitan preduslov za mogućnost prilagođavanja sajta. Na slici 1. prikazan je primer veb-sajta, kreiranog upotrebom fleksibilne mreže i slika [5].

Slika 1. Primer sajta sa fleksibilnim sadržajem

Da bi se postigla fleksibilnost sadržaja, neophodno je koristiti relativne jedinice poput procenata za širine kolona i ostalih elemenata mreže, dok bi veličina teksta bila izražena u *em*-ovima [6].

Postoje mnogobrojne tehnike za proporcionalno smanjivanje i povećavanje slika od kojih se najčešće izdvaja tehnika koja podrazumeva korišćenje CSS

NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Dušan Okanović.

svojstva `max-width: img {max-width: 100%;}`. Maksimalna širina slike iznosi 100% širine prozora pretraživača, koja se proporcionalno smanjuje sa smanjivanjem širine pretraživača. S obzirom da svojstvo `max-width` nije podržano u IE pretraživaču, u tom slučaju se koristi svojstvo `width:100%;` [7].

Zahvaljujući ideji o primeni tipografske mreže u veb-dizajnu, stvoreno je pregršt CSS biblioteka sa namerom da se pojednostavi dizajniranje lejauta upotrebom fleksibilne mreže. Da bi elementi mreže bili proporcionalno dimenzionisani u odnosu na svoj kontejner, primenjuje se sledeća formula [8]:

$$\text{ciljana veličina} \div \text{kontekst} = \text{rezultat} \qquad (1)$$

Gde se ciljana *veličina* odnosi na veličinu elementa unutar kontejnera, odn. *konteksta*, koju treba pretvoriti u procente. Npr. ukoliko je data širina naslova od *700px* unutar kontejnera od *988px*, rezultat je sledeći:

```
700 ÷ 988 = 0.7085
0.7085 x 100 = 70.85%
```

Istoimena formula može se primeniti kod fleksibilne tipografije za pretvaranje veličine fonta u *em*-ove u odnosu na veličinu fonta roditeljskog elementa. Dakle, pored primenjivanja formule bitna je svest o odnosu između elemenata i njihovih kontejnera, kako bi tehnika za postizanje fleksibilnosti bila ispravna [8].

2.2. CSS medijski upiti

Medijski upiti ukazuju pri kojoj širini ekrana će doći do pomeranja i prilagođavanja elemenata stranice. Preciznije, oni omogućavaju kreiranje prelomnih tačaka koje će primeniti određeni set stilova na željene elemente, u zavisnosti od širine ekrana i karakteristika uređaja [1].

Medijski upit sastavljen je iz tipa medija (*screen*, *print*, *all*) i upita u zagradama, npr. `(and min-width 768px)`. Upit se sastoji iz dva elementa, a to su ime karakteristike `(min-width)` i njena vrednost `(768px)`. Medijski upiti rade na sledeći princip: Ako je uslov zadovoljen, stil će biti primenjen na stranicu, u suprotnom će biti ignorisan. Neke od karakteristika uređaja koje se mogu ispitati putem medijskih upita su: *width*, *height*, *resolution*, *orientation* itd. Takođe je moguća kombinacija različitih karakteristika [9]. Npr. upit `@media screen and (min-width: 800px) and (max-width: 1200px)` odnosi se na primenu stila u opsegu od 800-1200px.

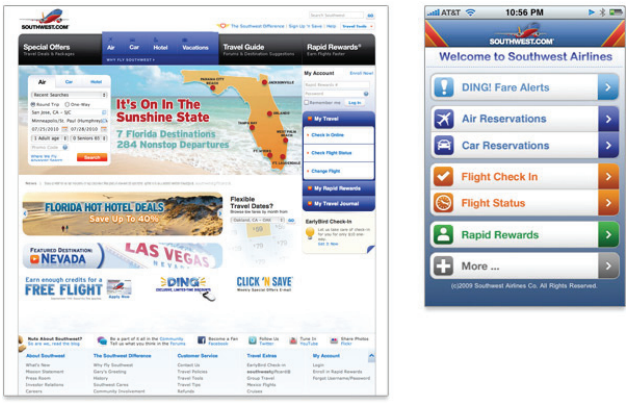
Pojam *viewport* najčešće se vezuje za širinu prozora čitača, ili ekrana uređaja na kome će biti učitan sajt. Da bi se omogućila kontrola širine *viewport*-a, uveden je meta tag `viewport` pomoću koga se može podesiti svojstvo `width` i `initial-scale` [10]. Sintaksa se piše u zaglavlju HTML-a:

```
<head> <meta name="viewport"
content="initial-scale=1.0,
width=device-width" /> </head>
```

Optimizovanje prelomnih tačaka na osnovu pomeranja sadržaja je ključno za postizanje dobrog izgleda prilagodljivog sajta [1].

2.3. Strategija "Mobilni uređaji pre svega"

U prilagodljivom veb-dizajnu primenjuju se dva principa: *Graceful degradation* i *Progressive enhancement*. Princip *Graceful degradation* podrazumeva dizajniranje najpre za desktop uređaje, pa potom prilagođavanje manjim veličinama uklanjanjem nepotrebnog sadržaja sajta. Princip *Progressive enhancement* bazira se na dizajniranju sajta najpre za uređaje sa manjim mogućnostima, pa potom na postepenom poboljšavanju korisničkog doživljaja za veće uređaje. Ovaj princip usko je povezan sa strategijom *Mobile first* [1]. Strategija *Mobile first* je sve više u upotrebi, s obzirom na eksplozivan rast internet saobraćaja na mobilnim uređajima [11]. Primenjivanjem ove strategije može se dizajnirati dobar korisnički doživljaj sa fokusom na ključne elemente sajta, čime se izbegava pretrpavanje suvišnim sadržajem. Na slici 2. dati su primeri dizajna veb-sajta avio kompanije *Southwest Airlines* za desktop i mobilne uređaje, koji se potpuno razlikuju [12].



Slika 2. Dizajn veb-sajta avio kompanije Southwest Airlines za desktop i mobilne uređaje

2.4. Nedostaci izrade prilagodljivog veb-dizajna

Pored mnogobrojnih prednosti trebalo bi razmotriti i određene nedostatke prilagodljivog dizajna. To su [13]:

- Manja mogućnost upravljanja stranicom zbog razlike u brzini pristupa informacijama mobilnih i desktop uređaja,
- Smanjivanjem slika u čitaču ne smanjuje se njena originalna veličina,
- Preuzimanje suvišnog sadržaja,
- Nemogućnost optimizacije JS i HTML koda putem CSS medijskih upita,
- Ograničena podrška CSS medijskih upita,
- Ignorisanje konteksta i potreba korisnika mobilnih uređaja.

2.5. Testiranje prilagodljivog sajta

Bitan korak za proveru funkcionisanja sajta jeste njegovo testiranje koje se može izvršiti pomoću pretraživača, simulatora, ili uređaja [1]. S obzirom da danas većina veb-pretraživača podržava medijske upite, ovo je prvi korak u testiranju prilagodljivog sajta. *Chrome* i *Firefox* pretraživači nude dodatne režime za proveru prilagodljivog sajta na različitim uređajima.

Za precizniju proveru koriste se simulatori uređaja preko kojih se može proveriti funkcionalnost i prilagodljivost sajta na različitim mobilnim platformama.

Ipak, najpouzdanija metoda jeste testiranje na mobilnim uređajima gde se dobija realan prikaz sajta [1].

4. CSS BIBLIOTEKE

CSS biblioteke su predefinisane strukture fajlova i foldera standardizovanog HTML, CSS i JS koda. Upotrebom CSS biblioteke koja nudi pregršt predefinisanih komponenti moguće je izraditi funkcionalan sajt na brz i jednostavan način [14]. Uobičajene komponente CSS biblioteka su: izvorni CSS kod mreže, tipografski stilovi, JS solucije za podršku starijih verzija pretraživača, predefinisane CSS klase, navigacioni bar, forme, dugmad, padajući meni, ikonice, liste itd. Postoji veliki broj dostupnih CSS biblioteka od kojih su najčešće u upotrebi: *Bootstrap i Foundation.*

Upotreba CSS biblioteka ima svoje mane i prednosti koje bi trebalo uzeti u obzir prilikom kreiranja sajta. Prednosti su: uredan i standardizovan kod, ušteda vremena, jedinstvene solucije za rešavanje zajedničkih problema, brza izrada prototipa, podrška pretraživača, dostupnost, mogućnost timskog rada. Mane su: veličina biblioteke, mešanje sadržaja i prezentacije, neiskorišćeni kod, sporije savladavanje, nerazumevanje koda predefinisanih elemenata, ograničena sloboda u dizajniranju, nije preporučljivo prepravljanje izvornog koda

Za odabir odgovarajuće CSS biblioteke trebalo bi uzeti u obzir sledeće karakteristike [15]: brzina instalacije, lakoća razumevanja, dobra dokumentacija, integracija sa drugim sistemima, zagarantovana dugoročna podrška i popularnost. Prilikom kreiranja prilagodljivog sajta bitno je odabrati CSS biblioteku koja je bazirana na fleksibilnoj mreži.

4.1. YAML CSS biblioteka

YAML (eng. *Yet Another Multicolumn Layout*) je modularna CSS biblioteka za kreiranje fleksibilnih, prilagodljivih i pristupačnih veb-sajtova. Bazirana je na fleksibilnoj mreži sa optimizovanom tipografijom za sve standardne elemente, u nameri da omogući brzu izradu prototipova. Izgrađena je na preprocesoru *Sass*.

YAML omogućava nezavisnu kontrolu širine i razmaka između kolona mreže gde `.ym-g[xx]` klase sadrže vrednosti širine u procentima, a klasa `.ym-gbox` sadrži vrednosti razmaka koje se definišu putem margina i `padding`-a. Dostupno je korišćenje fleksibilne mreže, mreže sa fiksnom širinom i ugnježdene mreže sa naprednim mogućnostima i konfiguracijama. Dokumentaciju biblioteke čini pregršt predefinisanih komponenti kao što su navigacija, forme, tipografija, kolone, itd. [16]. YAML se redovno ažurira i razvija integracijom novih resursa i šablona, koji su omogućeni velikom broju CMS sistema. Testiran je i ima podršku većine pretraživača [17]. U sklopu YAML dokumentacije postoje gotovi šabloni lejauta za brzu izradu prototipa.

5. IMPLEMENTACIJA SAJTA

Sajt je implementiran pomoću YAML4 CSS biblioteke i HTML5, CSS3, *JavaScript i jQuery* standardnih veb-tehnologija. Strukturu sajta čini 25 HTML stranica i sledeći folderi:

- *css* – sadrži stilove: *styles.css, media.css, media2.css, media3.css, media4.css* i *media-reciklati. styles.css* je stil koji pokriva sve ostale stilove, u kome su vršene naknadne izmene YAML predefinisanih stilova. Ostali stilovi sadrže medijske upite koji su primenjeni na odgovarajuće HTML stranice.
- *img* – sadrži sve slike implementirane u sajt.
- *js* – sadrži *JavaScript* i *jQuery* biblioteke: *novi.js, jquery-1.11.1.min.js, jquery.cycle2.js, prefixfree.min.*
- *yaml* – sadrži celokupnu dokumentaciju YAML biblioteke.

Tema i sadržaj sajta vezani su za kampanju o reciklaži sa namerom da se podigne ekološka svest i ukaže na važnost zaštite životne sredine. Sajt je informativnog karaktera sa jednostavnom i preglednom strukturom. Čini je šest različitih sekcija sa odgovarajućim podsekcijama: *naslovna.html, reciklaža.html, ponovna upotreba.html, redukcija.html, zanimljivosti.html* i *kampanja.html.* Dostupna i uočljiva navigacija na svakoj stranici pruža funkcionalnost i olakšava korisniku interakciju i kretanje kroz sadržaj sajta.

Upotrebom fleksibilne mreže i predefinisanih komponenti YAML-a, kao i CSS medijskih upita postignuta je prilagodljivost sajta. Pored prilagođavanja sajta za standardne veličine savremenih uređaja, cilj je bio da se omogući fleksibilna i konzistentna struktura sajta, koja će se konstantno prilagođavati različitim širinama prikaza, pritom pružajući dobar korisnički doživljaj.

Da bi se omogućilo korišćenje sajta osobama sa invaliditetom, ispoštovane su sledeće norme: odgovarjući kontrast boja, čitljiv i razumljiv tekst, korišćenje HTML5 tagova, dodeljivanje atributa *alt* slikama i animacijama, transkripcija i opis multimedija, omogućena navigacija putem tastature, upotreba YAML *skip* linkova i predefinisanih klasa za sakrivanje i prikazivanje sadržaja, i provera validnosti sajta.

Na slici 3 prikazana je prilagodljiva struktura naslovne stranice sajta na različitim veličinama prozora veb-čitača.

a)

b)

c)

Slika 3. Prikaz stranice naslovna.html u opsegu od a) 1280px; b) 960px; c)600px

6. ZAKLJUČAK

Pojava sve većeg broja naprednih mobilnih i tablet uređaja putem kojih se obavlja veb-pretraga, uslovila je razvoj prilagodljivog veb-dizajna, koji ima za cilj prilagođavanje i pružanje dobrog korisničkog doživljaja na svim uređajima i platformama. Prednosti korišćenja ovog pristupa su jedinstvena web stranica i URL, jednostavni SEO i marketing, manji troškovi, brže učitavanje i fleksibilnost stranica. U radu je razmotren pristup prilagodljivog dizajna, zatim su analizirane mane i prednosti CSS biblioteka, kao i mogućnosti YAML4 CSS biblioteke. Ukratko je opisana implementacija sajta upotrebom YAML4 CSS biblioteke i standardnih veb-tehnologija. Prilagodljivost sajta postignuta je upotrebom fleksibilne mreže i predefinisanih komponenti YAML-a, kao i CSS medijskih upita. U obzir su uzete preporuke za postizanje pristupačnog sadržaja sajta.

7. LITERATURA

[1] Fielding, J. (2014) *Beginning Responsive Web Design with HTML5 and CSS3*. 1st Ed. New York, Apress

[2] Veličković Z., Jevtović M. (2014) *Web programiranje i responsive Web dizajn u ASP.NET MVC 4*. Elektrotehnički fakultet, INFOTEH-JAHORINA 2014. Jahorina, Istočno Sarajevo 19-21. mart 2014. Istočno Sarajevo, Elektrotehnički fakultet. Vol. 13, pp. 939-944 [Online] Dostupno na: http://infoteh.etf.unssa.rs.ba/zbornik/2014/radovi/RSS-6/RSS-6-10.pdf, [Pristupljeno 1.3.2015].

[3] Veličković Z., Ilić A. (2012) Primena XML tehnologija na mobilnim platformama zasnovanim na BADI. Kopaonik, YUINFO, ISBN: 978-86-85525-09-4. pp. 624-628

[4] Marcotte. E. (2011) Responsive Web Design. 1st Ed. New York, A Book Apart

[5] Knight, K. (2011) Responsive Web Design: What It Is and How To Use It. Smashing Magazine. [Online]. 12. januar. Dostupno na: http://www.smashingmagazine.com/2011/01/12/guidelines-for-responsive-web-design/ [Pristupljeno 20.2.2015].

[6] Peterson, C. (2014) Learning Responsive Web Design. 1st Ed. Sebastopol, California, O'Reilly Media, Inc.

[7] Marcotte, E. (2009) Fluid Images. Unstoppable Robot Ninja. [Online]. 17. april. Dostupno na: http://unstoppablerobotninja.com/entry/fluid-images/ [Pristupljeno 20.2.2015].

[8] Marcotte, E. (2009) Fluid Grids. A List Apart. [Online]. 3.mart. Dostupno na: http://alistapart.com/article/fluidgrids [Pristupljeno 20.2.2015].

[9] Marcotte, E. (2010) Responsive Web Design. A List Apart. [Online]. 25.maj. Dostupno na: http://alistapart.com/article/responsive-web-design [Pristupljeno 15.2.2015].

[10] Mozilla (2015). Using the viewport meta tag to control layout on mobile browsers. [Online]. Dostupno na: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Mozilla/Mobile/Viewport_meta_tag [Pristupljeno 24.2.2015].

[11] Wroblewski, L. (2009) Mobile First. LukeW. [Online] 3.novembar. Dostupno na: http://www.lukew.com/ff/entry.asp?933 [Pristupljeno 8.3.2015].

[12] Wroblewski, L. (2010) Mobile First Helps with Big Issues. LukeW. [Online] 4.jun. Dostupno na: http://www.lukew.com/ff/entry.asp?1117 [Pristupljeno 8.3.2015].

[13] Grigsby, J. (2010) CSS Media Query for Mobile is Fool's Gold. Cloud Four Blog. [Online]. 3. avgust. Dostupno na: http://blog.cloudfour.com/css-media-query-for-mobile-is-fools-gold/ [Pristupljeno 19.2.2015].

[14] Awwwards Team (2013) What are Frameworks? 22 Best Responsive CSS Frameworks for Web Design. Awwwards. [Online] 20.februar. Dostupno na: http://www.awwwards.com/what-are-frameworks-22-best-responsive-css-frameworks-for-web-design.html [Pristupljeno 12.3.2015].

[15] Gerchev, I. (2014) The 5 Most Popular Frontend Frameworks of 2014 Compared. SitePoint Pty. Ltd. [Online] 11.decembar. Dostupno na: http://www.sitepoint.com/5-most-popular-frontend-frameworks-compared/ [Pristupljeno 17.3.2015].

[16] Smith, G. (2013) 20 Exceptional CSS Boilerplates and Frameworks. Mashable. [Online] 26.april. Dostupno na: http://mashable.com/2013/04/26/css-boilerplates-frameworks/# [Pristupljeno 15.3.2015].

[17] Jesse, D. (2013) YAML4 CSS Framework. [Online] Dostupno na: http://www.yaml.de/ [Pristupljeno 19.3.2015].

Kratka biografija:

Biljana Bajac rođena je u Ljubljani 1990. god. Diplomirala je oktobra 2013. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna – Web dizajn odbranila je 2015.god. Oblasti interesovanja su web dizajn, grafički dizajn.

Dušan Okanović rođen je u Sremskoj Mitrovici 1978. U zvanje asistenta na Fakultetu tehničkih nauka izabran je 2007. god. Trenutno učestvuje u izvođenju vežbi iz predmeta: Računarski praktikum, Objektno-orijentisane tehnologije sa programiranjem i Web-dizajn. Oblasti interesovanja su upravljanje softverskim aplikacijama, distribuirani sistemi i aplikacije.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 655.3.022:004.9

UTICAJ SERIJSKOG PROCESA PRANJA TEKSTILNIH MATERIJALA NA OPSEG BOJE U DIGITALNOJ ŠTAMPI

THE INFLUENCE OF SERIAL WASHING PROCESS OF TEXTILE MATERIALS ON COLOR GAMUT IN DIGITAL PRINTING

Mina Ždrnja, Nemanja Kašiković, Ivana Jurič, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj - *U radu su prikazana istraživanja uticaja procesa pranja na promenu kvaliteta otiska štampanog na tekstilnim materijalima primenom digitalne Ink Jet tehnologije. Za potrebe analize štampana je test karta ECI 2002 CMYK (A3) na tri različite vrste materijala. Štampa je vršena na mašini Epson Stylus Pro 4880, primenom pigmentnih boja proizvođača DuPont, specijalno razvijenih za štampu na tekstilu. Samo istraživanje obuhvatilo je analizu rezultata dobijenih spektrofotometrijskim merenjima vršenih nakon štampe i nakon svakog pranja. Izmerene vrednosti su analizirane i prikazane grafički u 3D Lab prostoru boja. Cilj je bio da se dobijenim rezultatima pokažu razlike u kvalitetu otisaka, kao i mogućnost reprodukcije na različitim tekstilnim materijalima.*

Ključne reči: *digitalna Ink Jet štampa, opseg boje, razlika boje*

Abstract - *The paper represents the study of the influence of the washing process to the color fastness of printed textile materials by using digital ink jet technology. For the analysis purposes, test chart ECI 2002 CMYK (A3) was printed on three different types of materials. Printing is performed on the machine Epson Stylus Pro 4880, using pigment inks manufacturer DuPont, specially developed for textile printing. The research included analysis of the results obtained by spectrophotometric measurements conducted after printing and after every wash cycle. The measured values are analyzed and presented graphically in 3D Lab color space. The aim was to obtained results show differences in the quality of the prints, as well as the ability of reproduction on different textile materials*

Keywords: *digital Ink Jet printing, color gamut, color differences*

1. UVOD

Štampa na tekstilu predstavlja proizvodnju otisaka na tekstilnim podlogama, od pamuka do širokog opsega sintetičkih materijala. Svaki od ovih materijala mora biti u mogućnosti da se odštampa i da se boja fiksira na njima (različitim hemijskim i fizičkim metodama), kao i to da ima mogućnost pranja i korišćenja [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nemanja Kašiković, docent.

Prema svetskom istraživanju Stork-a, više od 90% štampanog tekstila proizvodi se tehnologijama sito štampe koja uključuje ravnu, manuelnu i rotacionu štampu. Transfer štampa obuhvata 6% od ukupne primene na tržištu, dok digitalna Ink Jet štampa nešto više od 1% [2].

Uprkos otkrićima, dominantna rotaciona sito štampa ima nekoliko ograničenja, kao što je potreba za dugim procesom menjanja boje, priprema sita je spora i skupa, a sita imaju relativno kratak životni vek i zahtevaju značajan prostor za skladištenje. Iz tog razloga je bila potrebna nova tehnologija za štampu na tekstilu koja može dozvoliti čestu promenu stila i boje sa minimum utroška vremena za to. Ink Jet štampa je imala potencijal za dostizanje željenih kvaliteta [3].

Digitalna štampa na tekstilu je u poslednjih nekoliko godina doživela značajan napredak. Kroz povećanu fleksibilnost, brzo prilagođavanje modnim trendovima, digitalna štampa sve više dobija na značaju. Pored toga, promena dizajna može biti implementirana u digitalnoj štampi bez značajnog gubitka vremena za pripremu.

Digitalna štampa predstavlja štampu bez kontakta (ne koristi nosioce filma, matrice, sita ili ploče) što eliminiše mogućnost deformisanja slike kao što je to moguće sa nekim drugim tehnikama štampe. Generalno, digitalna štampa koristi manje opasne hemikalije i na taj način proizvodi manji otpad što rezultuje sa smanjenjem negativnog uticaja po okolinu u poređenju sa analognim tehnologijama [3].

Kao što je već spomenuto, ovom tehnikom štampe može se štampati na svim vrstama tekstilnih materijala, koji se u procesu eksploatacije izlažu različitim uticajima. Jedan od tih uticaja je proces pranja, pa je cilj ovog rada praćenje promena odštampanih otisaka na tri različite vrste tekstilnih materijala koje nastaju usled tog procesa.

2. METOD IZVOĐENJA EKSPERIMENTA

Analizirani uzorci su dobijeni štampom na grafičkom sistemu Epson Stylus Pro 4880 (slika 1) koji spada u mašine za digitalnu Ink Jet štampu. Mašina sadrži unapređenu mikro piezo AMC 8-kanalnu glavu za štampanje (180 mlaznica po kanalu), sa novim tehnologijama za drastično smanjeno začepljenje mlaznica. Koristeći štampajuće glave visokih performansa, ova mašina spada među najbrže profesionalne štampače. Rezolucija štampe dostiže 1440 x 2880 dpi, dok maksimalna širina štampe iznosi 431 mm [4]. Ovaj grafički sistem koristi DuPont niskoviskozne pigmentne boje, specijalizovane za upotrebu u digitalnoj

Ink Jet štampi sa piezo glavama, pogodne za štampu na tekstilu. Ove boje podrazumevaju četiri procesne boje: cijan, magenta, žuta i crna, plus bela boja koja je većeg viskoziteta i koristi se u 80 % slučajeva štampe na tamnim podlogama [5].

Slika 1. *Štamparska mašina Epson Stylus Pro 4880*

Na sva tri materijala odštampana je ECI 2002 CMYK (A3) test karta, a nakon procesa štampe, bilo je potrebno da se boja suši i fiksira u termo presi. Za ove potrebe korišćena je termo presa tp4040s, proizvođača Oprema iz Kraljeva. Otisci su se sušili na temperaturi od 160 ^{0}C, u trajanju od 10-20 s.

Odabrani materijali za štampu su istog sirovinskog sastava, ali različite površinske mase, kako je prikazano u tabeli 1.

Tabela 1. *Karakteristike korišćenih uzoraka tekstilnih materijala*

Tekstilni materijal	Sirovinski sastav	Povr. masa
Materijal 1	100% pamuk	119,4 g/m^2
Materijal 2	100% pamuk	186,5 g/m^2
Materijal 3	100% pamuk	135 g/m^2

Odštampani materijali su podvrgnuti serijskom procesu pranja, koje je podrazumevalo tri pranja na temperaturi od 30 ^{o}C. Isti uslovi važili su za sva tri materijala. Spektrofotometrijska merenja vršena su odmah nakon štampe, kao i nakon svakog pranja.

Za potrebe spektrofotometrijskog merenja korišćen je uređaj X-Rite i1 Pro pri osvetljenju D50 i standardnim uglom posmatranja 2°. Merna geometrija uređaja iznosi 45°/0°, prečnik sočiva 4,5 mm, a optička rezolucija 10 nm.

Nakon prikupljanja svih izmerenih vrednosti urađena je statistička analiza dobijenih rezultata obrađenih u programima Profil Maker & Measure Tool i Chromix Color Think. Na osnovu dobijenih ICC profila vršeno je poređenje opsega boja, kao i izračunavanje vrednosti razlike boje prema formuli:

$$\Delta E^*ab = [\ (\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\ ]^{1/2} \quad (1)$$

pri čemu je: ΔL^* - razlika u svetlini, Δa^* - razlika na crveno-zelenoj osi, a Δb^* - razlika na žuto-plavoj osi CIE Lab prostora boja.

ΔE se izražava u vidu broja i odgovara ukupnoj vizuelnoj razlici između dve boje. ΔE uzima u obzir sve razlike. Zato je ono iste vrednosti u sva tri sistema boja. Jednostavno ocenjivanje odstupanja boja može se sprovesti na osnovu vrednosti kolorimetrijske razlike prema sledećim kriterijumima:

ΔE između 0 i 1 - razlika se ne može primetiti;

ΔE između 1 i 2 - veoma mala razlika, može primetiti samo iskusno oko;

ΔE između 2 i 3.5 - srednja razlika, može uočiti neuvežbano oko;

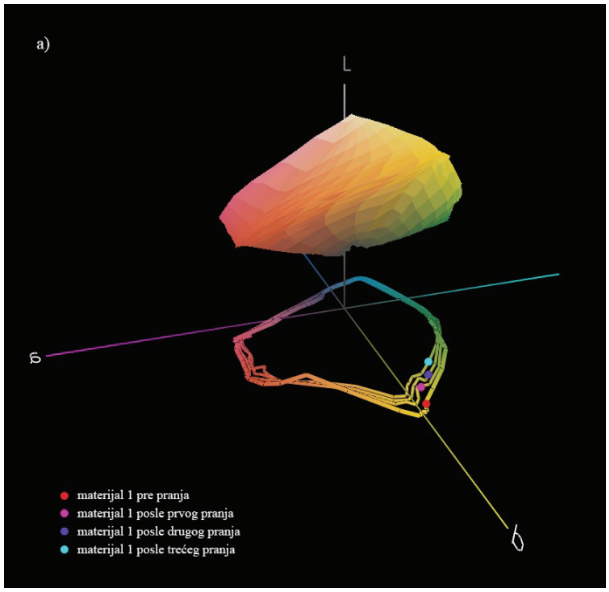
ΔE između 3.5 i 5 - krupna razlika;

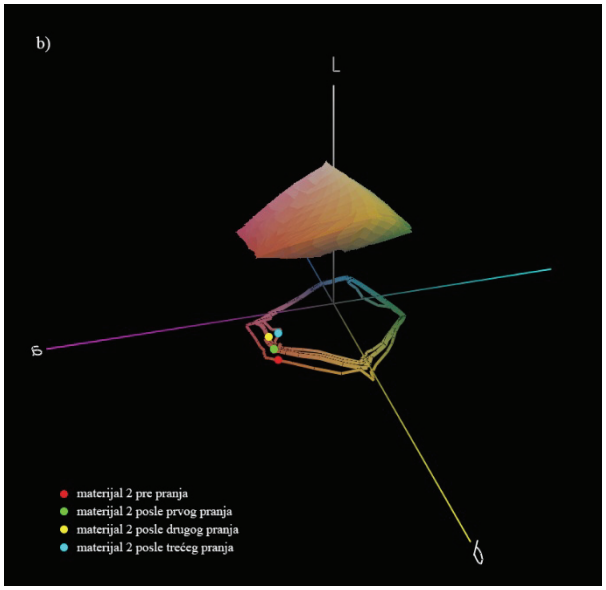
ΔE preko 5 - masivna razlika [6].

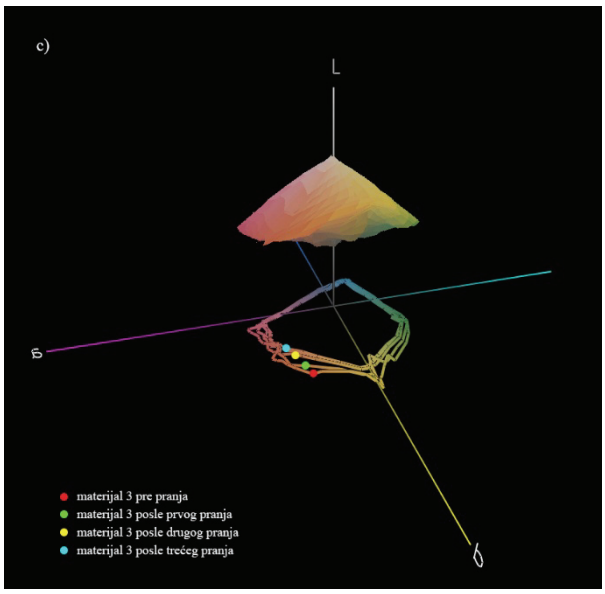
3. REZULTATI I DISKUSIJA

Spektrofotometrijskim merenjima opsega boja na sva tri materijala nakon štampe, kao i nakon svakog procesa pranja, dobijeni su podaci od kojih su napravljeni ICC profili. Na osnovu ovih profila dobijeni su opsezi boja, koji su predstavljeni grafički u trodimenzionalnom CIELab prostoru boja, prikazom za svaki otisak pre i nakon svakog pranja, pri čemu je izvršeno međusobno poređenje istih radi utvrđivanja razlike u opsezima boja između svih otisaka. U radu su analizirane razlike boja nakon svakog pranja u odnosu na tek odštampan otisak, kod svakog materijala posebno. Pored toga, izvršeno je i poređenje opsega boja među materijalima, kako bi se utvrdilo koji materijal ima najbolju sposobnost reprodukcije.

Kako je prikazano na slici 2, poređenjem dobijenih grafičkih prikaza ustanovljeno je vidno smanjenje opsega boja kod sva tri materijala.







Slika 2. *Prikaz smanjenja opsega boje nakon procesa pranja a) na materijalu 1; b) na materijalu 2; c) na materijalu 3*

Nakon vizuelnog poređenja opsega boja na svim materijalima, izvršeno je merenje razlike boje (ΔE) u programu Measure Tool. Dobijene vrednosti prikazane su u tabeli 2.

Tabela 2. *Vrednosti razlike boja nakon svakog pranja u odnosu na tek odštampan otisak*

	ΔE_{0-1}	ΔE_{0-2}	ΔE_{0-3}
Material 1	2.75	3.35	3.48
Material 2	2.74	3.16	3.88
Materijal 3	2.75	3.63	4.28
Napomena: 0 - pre pranja; 1 – prvo pranje; 2 – drugo pranje; 3 – treće pranje			

Razlika boja nakon prvog pranja u odnosu na tek odštampan otisak je kod sva tri materijala srednja, odnosno uočljiva i neuvežbanim okom. Srednja razlika se javlja i nakon drugog pranja kod prvog i drugog materijala, dok je razlika boja kod trećeg materijala nakon drugog pranja krupna. Nakon trećeg pranja razlika je srednja samo u slučaju prvog materijala, dok je razlika boja kod drugog i trećeg materijala u odnosu na tek odštampan otisak krupna.

Pored ovog ispitivanja vršilo se i upoređivanje razlike boje u odnosu na prethodno stanje, odnosno promena razlike boja između stanja pre pranja i nakon prvog pranja, potom razlika između boja nakon prvog i drugog pranja i na kraju razlika između drugog i trećeg pranja. Dobijene vrednosti prikazane su u tabeli 3.

Tabela 3. *Vrednosti razlike boja u odnosu na prethodno stanje*

	ΔE_{0-1}	ΔE_{1-2}	ΔE_{2-3}
Material 1	2.75	1.30	1.04
Material 2	2.74	0.95	1.20
Materijal 3	2.75	1.63	1.31
Napomena: 0 - pre pranja; 1 – prvo pranje; 2 – drugo pranje; 3 – treće pranje			

Utvrđeno je da se svakim pranjem smanjuje opseg boja, ali da se najveća razlika boja kod sva tri materijala javlja nakon prvog pranja, što prema kriterijumima spada u srednju razliku. Nakon drugog pranja razlika boja kod prvog i trećeg materijala bila mala, a u slučaju drugog materijala razlika je bila neprimetna. Veoma mala razlika boja javlja se nakon trećeg pranja kod sva tri materijala.

Upoređivanjem sva tri materijala zajedno, uočeno je da postoji razlika u reprodukciji tonova u zavisnosti od podloge na kojoj se štampa. Poređenje je predstavljeno na slici 3.

Ovom analizom utvrđeno je da postoji vidna razlika u reprodukciji tonova i opsega boja u zavisnosti od toga na kojoj je podlozi vršena štampa. Prvi materijal pokazuje najbolje rezultate, sa znatno većim opsegom boje u odnosu na druga dva materijala, dok su drugi i treći materijal relativno slični po pitanju opsega boja, mada se u trodimenzionalnom prikazu uočava da treći materijal ima blago veći opseg boja u odnosu na drugi materijal.

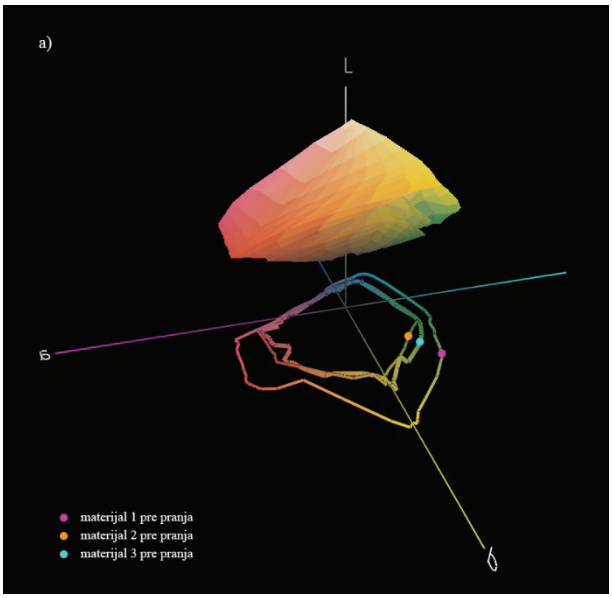
Dobijeni rezultati upoređeni su u programu Measure Tool, kako bi se ustanovila razlika boja među materijalima pre pranja i nakon svakog pranja. Vrednosti razlike boja prikazane su u tabeli 4.

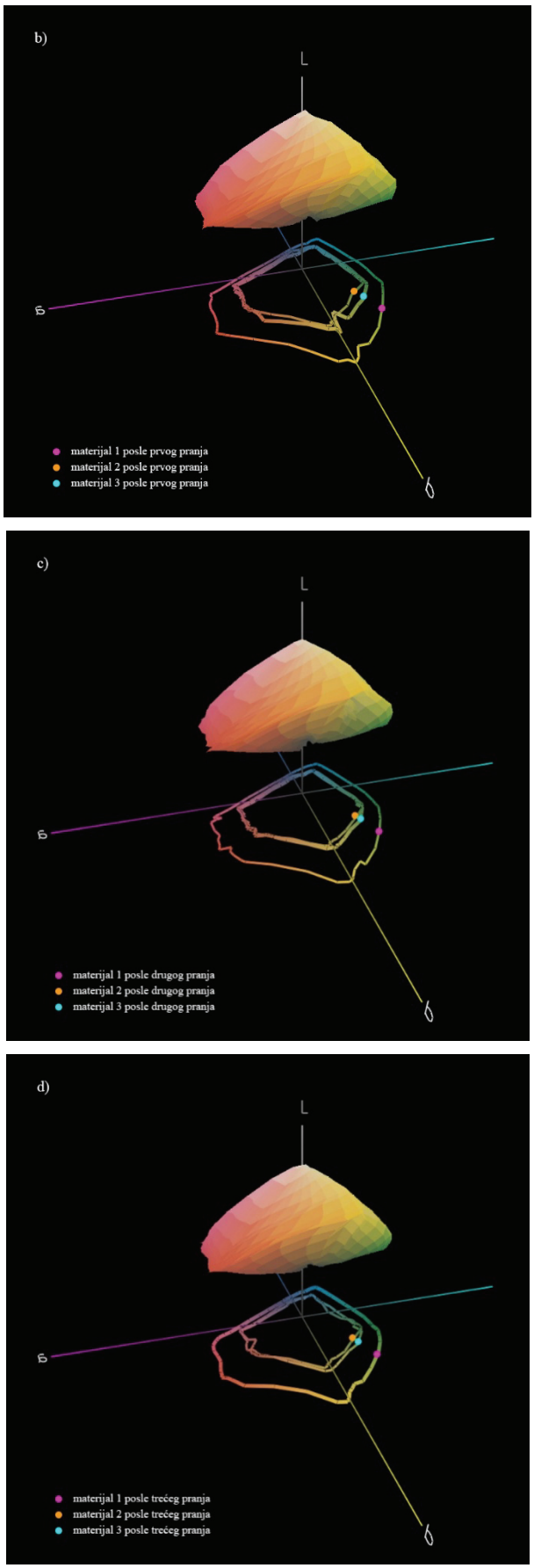
Tabela 4. *Vrednosti razlike boja između analiziranih materijala*

	ΔE_{A-B}	ΔE_{A-C}	ΔE_{B-C}
Pre pranja	7.98	6.81	5.66
Nakon 1. pranja	5.99	5.89	4.03
Nakon 2. pranja	5.62	6.22	4.13
Nakon 3. pranja	5.91	6.49	4.56
Napomena: A – materijal 1; B – materijal 2; C – materijal 3			

Prema izmerenim vrednostima utvrđeno je da je razlika između prvog i drugog materijala u svakom slučaju masivna,

ΔE između prvog i trećeg materijala je masivna, dok je između drugog i trećeg materijala masivna samo pre pranja, a nakon svakog sledećeg pranja razlika je krupna.





Slika 3. *Prikaz poređenja opsega boja na svim podlogama a) pre pranja; b) posle prvog pranja; c) posle drugog pranja; d) posle trećeg pranja*

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata zaključuje se da se opseg boja nakon svakog pranja smanjuje, bez obzira na kojoj je podlozi vršena štampa otisaka. Najveći uticaj na tek odštampan materijal ima prvo pranje, kada se opseg boja najviše smanjuje, razlika boja jeste vidljiva, ali nije krupna.

Kada se uporede promene koje nastaju na otisku nakon svakog pranja u poređenju sa tek odštampanim otiskom, zaključuje se da je razlika boja svakim pranjem sve veća, i da je već nakon trećeg pranja razlika boja u odnosu na tek odštampani uzorak krupna. Prema ovom podatku zaključuje se da iako je razlika boja između dva pranja mala ili neprimetna, opseg boja se svakako smanjuje svakim pranjem, i nakon više pranja može se očekivati da će razlika boja trenutnog stanja u odnosu na tek odštampan otisak biti krupna ili pak masivna.

Poređenjem sva tri materijala zaključuje se da je opseg boja znatno veći na prvom materijalu u odnosu na drugi i treći materijal, što se može uočiti i samim vizuelnim upoređivanjem prikazanih opsega boja u 3D Lab prostoru boja. Primenom formule za izračunavanje ΔE, dobijeni rezultati ukazuju na to da je razlika boja između sva tri materijala masivna. Kako prvi materijal pokazuje najveći opseg boja, može se zaključiti da se bolje reprodukcije boja mogu dobiti na pamuku manje površinske gustine. Prema ovome može se zaključiti da i odabir podloge za štampu ima značajan uticaj na kvalitet dobijenog otiska.

Buduća istraživanja bi mogla da se prošire i na sintetičke materijale, pošto njihova upotreba iz dana u dan raste, pa bi bilo interesantno proveriti i koliko će proces pranja uticati na kvalitet otiska odštampanih na ovim materijalima.

5. LITERATURA

[1] H. Ujiie, *"Fabric finishing: printing textiles"*, Woodhead Publishing, Cambridge, UK, 2012

[2] J.R. Provost, *"Ink Jet printing on textiles"*, Color Science, Volume 2: Textile dyeing & Printing, University of Leeds, Leeds, 1999

[3] S.K. Malik, S. Kadian, S. Kumar, *"Advances in ink-jet printing technology of Textiles"*, Indian Journal of Fibre & Textile Research, 2005

[4] http://www.epson.com/cgi-bin/Store/jsp/Pro/SeriesStylusPro4880/Overview

[5] http://www.dupont.com/products-and-services/printing-package-printing/digital-printing-materials/brands/artistri-inks/products/artistri-pigment-inks.html

[6] I.Karlović, Č. Pešterac, *"Reprodukciona tehnika"*, Skripta sa predavanja, GRIDFTN, Novi Sad, 2014

Podaci za kontakt:
MSc Mina Ždrnja, mina.zdrnja@gmail.com
Dr Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs
MSc Ivana Jurič, rilovska@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 655:659.1

PRIMENA STOP ANIMACIJE U IZRADI REKLAMNOG SPOTA

STOP MOTION ANIMATION IN ADVERTISING VIDEO

Sonja Nastasić, Dragoljub Novaković, Gojko Vladić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – *U radu su prikazana istraživanja animacije predmeta u izradi reklamnog spota korišćenjem stop motion tehnike. Prikazana je mogućnost primene stop motion animacije u izradi reklamnog spota i postupak izrade socijalne reklame u svrhu promocije zdrave ishrane.*

Ključne reči: *stop motion animacija, reklamni spot*

Abstract – *This study shows the research of object animation in video advertising using the stop motion technique. It represents the capability of stop motion animation in creating an advertising video and shows the process of developing a social advertising video in order to promote healthy food.*

Keywords: *stop motion animation, advertising video*

1. UVOD

Stop motion animacija se po svom razvitku, zbog visoke cene, najviše koristila u svrhu izrade specijalnih efekata u filmovima. Kao jedna od najstarijih tehnika, ona je nasuprot nekim predviđanjima iskorenjivanja od strane ostalih tehnika animacije, a ponajviše CG animacije, uspela da opstane i u današnje savremeno doba stane rame uz rame sa njima. Počela je da se ispoljava u različitim oblastima, a jedna od njih je i oblast video reklamnog spota. Tehnika stop motion animacije dozvoljavala je proizvođačima da u reklami njihovi proizvodi hodaju, pričaju, pa i plešu [1]. Mogućnost ispoljavanja kreativnosti i korišćenja različitih tipova ove tehnike koje su ograničene jedino maštom animatora, doprineli su da se stop motion animacija u ovoj oblasti pokaže u punom svetlu. U skorije vreme reklame su pokazale da je animacija dovoljno dobra da predstavi bilo koji ozbiljniji problem, od zaštite planete do zlostavljanja dece [2].

2. PREDNOSTI I MANE STOP MOTION ANIMACIJE

Stop motion animacija poseduje dosta različitosti i trikova u poređenju sa ostalim tehnikama što joj daje poseban šarm, kao i neke prednosti i mane. Pri snimanju stop motion animacije svi pokreti moraju biti pažljivo isplanirani s obzirom da se snimanje vrši "u jednom dahu". U 2D animaciji, ukoliko je potrebno izvršiti korekcije vezane za vreme ili crteže, animator može ukloniti crteže ili izbrisati greške i ponovo ih docrtati. Kompjuterska animacija se takođe može ispravljati do perfekcije, i animator se može potruditi oko svake poze i finesa kako bi unapredio svoju animaciju. Jedna velika prednost stop motion animacije nad drugim tehnikama je i činjenica da je problem perspektive i svetla automatski rešen, s obzirom da oni postoje u stvarnom životu i ne moraju biti dodavani i kopirani. Još jedna prednost stop motion animacije je i činjenica da nakon što su lutke i set napravljeni i animacija snimljena, sve završeno. Osim montaže, dodavanja muzike i zvučnih efekata, i mogućih kombinovanja, nijedna druga procedura nije neophodna. CG animacija je mnogo fleksibilnija za rad što se tiče korišćenja kamera i osvetljenja i ne postoji mogućnost lomljenja ili trošenja nekog od modela. Ono što je čest problem u stop motion animaciji je upravo pucanje objekata animacije (lutaka) tokom vremena usled trenja koje se ne može zaustaviti, samo ublažiti određenim metodama. Neki tipovi stop motion animacije ne zahtevaju pravljenje lutaka, već se koriste obični predmeti kao objekti animacije, što svakako čini prednost ovog tipa animacije nad CG animacijom u kojoj svaki lik mora biti dizajniran i izmodeliran [3].

3. TEHNIKE STOP MOTION ANIMACIJE

U zavisnosti od korištenog medijuma postoji nekoliko tipova stop motion animacije.

3.1. Animacija pomoću lutaka

U ovoj tehnici za animaciju se koriste lutke na uređenom setu za snimanje, za razliku od animacije modela gde su one postavljene u realno okruženje. U početku su korišćene lutke od pliša i tkanina a kasnije kako se tehnika razvijala počinju da se koriste i materijali poput polimerne gline i tečnog silikona. Sve ove lutke kao osnovu imaju žičanu armaturu kako bi se lakše postavljale u željeni položaj.

3.2. Animacija pomoću gline

U ovoj tehnici za animaciju se koriste figure napravljene od polimerne gline ili sličnog materijala koji se može oblikovati. Ove figure mogu ali i ne moraju imati osnovu od žice (armaturu), kao što je to slučaj u tehnici sa lutkama, za lakše postavljanje u željeni položaj.

3.3. Animacija pomoću isečaka

U ovoj tehnici za animaciju se koriste dvodimenzionalni likovi izrezani iz papira, kartona, tkanina i fotografija koji se pomeraju po ravnoj površini i fotografišu frejm po frejm. Ona spada u jednu od najstarijih tehnika animacije i ima mnogo varijacija.

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

3.4. Animacija pomoću modela

U ovoj tehnici vrši se animiranje veštačkih modela realističnog izgleda dizajniranih radi kombinovanja sa živim snimkom kako bi se stvorila iluzija neke vrste fantazije u realnom svetu [2]. Korišćenjem metoda poput mat efektata i podeljenih ekrana vrši se stapanje ovih animiranih sekvenci modela sa sekvencama snimljenim filmskom kamerom. Na taj način one postaju celina, odnosno dobija se utisak da je sve snimljeno u jednom "prolazu".

3.5. Animacija pomoću objekata

Ovom tehnikom animiraju se već postojeći objekti. Oni mogu biti zaista različiti i njihov izbor ograničava samo mašta animatora: plastične igračke, kockice, hrana, obuća, nameštaj itd. Često se kombinuje sa drugim tehnikama poput animacije lutkama, radi postizanja što boljeg efekta.

3.6. Piksilacija

U ovoj tehnici kao objekat animacije najčešće se koristi čovek, ali i animiranje drugih objekata pored njih takođe može da se svrsta u ovu tehniku. Animiranje se vrši neprestanim menjanjem položaja čoveka iz frejma u frejm, pri čemu on na neki način postaje živa stop motion lutka [4].

4. TOK IZRADE STOP MOTION ANIMACIJE

S obzirom da je stop motion animacija umetnička forma, tok izrade nije standardizovan. Postoje 4 faze izrade kroz koje svaka stop motion animacija mora da prođe, a koraci i njihov redosled u izradi mogu da variraju u zavisnosti od složenosti same animacije, tehnike, članova ekipe koja radi na njoj itd. 4 osnovne faze izrade su: faza razvoja, faza predprodukcije, faza produkcije, faza postprodukcije.

4.1. Faza razvoja

Faza razvoja je početna faza izrade animacije koja za cilj ima osmišljavanje i planiranje same animacije. To podrazumeva pisanje scenarija, crtanje vizuelnog koncepta i knjige snimanja.

4.2. Faza predprodukcije

Nakon što je sve isplanirano, pristupa se fazi predprodukcije. U ovoj fazi jasno je kolikim se budžetom raspolaže i koji članovi ekipe su zaduženi za koji posao te se donose odluke i prave rasporedi kada i gde će se šta snimati. Nakon snimanja dijaloga glumaca, animator pristupa izradi "x-sheet-a" kojeg potom zajedno sa knjigom snimanja koristi za izradu animatika. U isto vreme izrađuju se lutke i setovi, sa svetlima na njima.

4.3. Faza produkcije

Faza produkcije podrazumeva sam proces animiranja lutaka na prethodno pripremljenim setovima. Ukoliko se radi o složenijoj animaciji koja zahteva više setova i mnogo prostora, set i svetla koji su potrebni za naredno animiranje se izrađuju i postavljaju dok traje samo animiranje.

4.4. Faza postprodukcije

Nakon što su svi frejmovi snimljeni može se pristupiti fazi postprodukcije. U ovoj fazi dobija se završna animacija i vrše se sve dodatne korekcije i ulepšavanja, poput kompozitovanja, dodavanja efekata, muzike i zvučnih efekata i renderovanja pojedinih scena koje se potom u softveru za montažu spajaju u konačnu animaciju. Nakon što je animacija snimljena pristupa se njenoj distribuciji i marketingu.

5. REALIZACIJA ANIMACIJE

Realizacija animacije se može razložiti na nekoliko faza čiji redosled zavisi od tipa i složenosti same animacije. Faze koje su korišćene za izradu reklame u ovom radu su: ideja i razrada vizuelnog koncepta, nameštanje seta i postavljanje osvetljenja, izrada knjige snimanja, izrada objekata animacije, pisanje „x-sheet"-a, snimanje animacije, montaža animacije, renderovanje i eksportovanje animacije.

6. IDEJA I RAZRADA VIZUELNOG KONCEPTA

U radu je prikazana izrada reklame socijalnog tipa čija je svrha promocija zdrave hrane. Tema reklame je sučeljavanje brze i zdrave hrane u svakodnevnoj ljudskoj ishrani. Na osnovu toga je i sama reklama koncipirana kao trka ova dva tipa namirnica sa prednošću zdrave hrane i ideje da ona može biti brža od brze, ukoliko je to izbor pojedinca. U svrhu toga su urađene skice trkaće staze, odnosno startne pozicije i cilja, kao i skice takmičara i publike. Takmičari su u obliku vozila napravljenih od brze i zdrave hrane, dok je publika predstavljena nekim od tipičnih namirnica brze hrane (koka-kola, pomfrit, čips) i zdrave hrane (paprike, jabuka, karfiol, jagode).

7. NAMEŠTANJE SETA I POSTAVLJANJE OSVETLJENJA

Kao najpogodnije mesto za snimanje trke izabran je dugački sto. Oko njega su postavljene stolice kako bi pridržavale pozadinu i osvetljenje. Za pozadinu su poslužili hamer papiri pastelno žute boje koji su za stolice pričvršćeni selotejpom. Osvetljenje se sastojalo od tri lampe koje su takođe zakačene za stolice i dodatno učvršćene selotejpom. Korištene su tri mlečne sijalice različitog intenziteta: 75W za ključno svetlo, 60W za pomoćno svetlo i 40W za zadnje svetlo (slika 1.).

Slika 1. *Postavljanje osvetljenja*

Set je osmišljen tako da se snimanje startne pozicije i cilja odvija u stvari na istom mestu, u ćošku stola, samo što bi se dekoracija promenila po potrebi. Tako je startna pozicija opremljena sa četiri daske za sečenje mesa i dve varjače koji su pridržavali natpis "start" ispisan na salveti sa po jednom startnom zastavicom sa svake strane ovog natpisa. Na cilju se pak nalazio tanjir sa viljuškom i nožem i dva svećnjaka koji su pridržavali natpis sličan

onom na startnoj poziciji, samo što je ovaj put natpis bio "cilj".

8. IZRADA KNJIGE SNIMANJA

Knjigu snimanja čine sličice poput stripa praćene informacijama koje su od značaja za datu scenu. Informacije mogu biti razne u zavisnosti od same animacije, a u ovom radu je ispod svake sličice opisana radnja, korišteni zvuk, plan i rakurs za datu scenu. Plan i rakurs su određeni već pre postavljanja objekata kako bi se kasnije snimanje nesmetano odvijalo. Cela animacija podeljena je u 8 scena radi preglednosti i lakšeg praćenja toka radnje.

U *1. sceni* je prikazan cilj gde, uz tanjir koji zapravo predstavlja krajnji cilj trke, pričaju predstavnici brze i zdrave hrane, odnosno navijači trke (publika). Kako je ovo prva scena cilj je prvo prikazan u opštem planu kako bi gledaoci dobili predstavu o čemu se u reklami radi. Potom je u krupnom planu prikazano prvo ćaskanje namirnica zdrave hrane a potom i brze hrane i time su gledaoci pobliže upoznati sa samim objektima.

U *2. sceni* je pobliže prikazana suprotna strana trkaće staze gde vozila brze i zdrave hrane postavljena na daske za meso čekaju početak trke. I ova scena je prvo prikazana u opštem planu a potom u krupnom kako bi se gledaoci upoznali sa objektima.

3. scena prikazuje šlajfovanje guma vozila pred polazak, sam polazak vozila i njihovo kretanje po stazi. Vozila brze hrane se kreću brže od vozila zdrave hrane.

4. scena je kratak skok na prikaz cilja i brze hrane koja tamo navija za vozila brze hrane.

U *5. sceni* se na trkaćoj stazi pojavljuje ruka koja zaustavlja vozila brze hrane dok vozila zdrave hrane nesmetano nastavljaju do cilja.

6. scena je ponovni skok na prikaz cilja ali ovaj put je fokus na navijačima zdrave hrane.

7. scena prikazuje ulazak vozila zdrave hrane u cilj uz navijanje i podršku zdrave hrane.

U *8. sceni* navijači brze hrane izlaze iz kadra, a vozila zdrave hrane se rastavljaju u tanjiru. Dok se zdrava hrana rastavljenih vozila aranžira na tanjiru, navijači zauzimaju poziciju u zaglavlju stola uz stalno navijanje. Kao završnica pale se sveće na svećnjacima i ispisuje tekst u dnu ekrana "dozvolite da zdrava hrana bude brža od brze hrane".

9. IZRADA OBJEKATA ANIMACIJE

Neki od objekata animacije u ovoj reklami su gotove namirnice te su kao takve bile korišćene, dok su druge, poput vozila, sastavljane (slika 3.).

Slika 3. *Konačan izgled vozila zdrave i brze hrane*

Za navijače zdrave hrane upotrebljeni su jabuka, deo karfiola, dve paprike i dve jagode. Kao navijači brze hrane korišteni su čaša Coca-Cole sa slamčicom, pomfrit i četiri čipsa. Za pravljenje prvog vozila zdrave hrane upotrebljene su jedna tikvica, jedna papričica za trup vozila i četiri koluta šargarepe za točkove. Za pravljenje drugog vozila zdrave hrane korištena je jedna banana za trup vozila, a dva koluta narandže i dva koluta limuna za točkove vozila. Za prvo vozilo brze hrane napravljen je hamburger od zemičke, pljeskavice, paradajza, sira i lista salate, a kao točkovi su poslužili kolutovi viršle. Za drugo vozilo brze hrane upotrebljeno je parče pice i takođe kolutovi viršle za točkove. Svi delovi vozila spajani su čačkalicama i štapićima za ražnjiće.

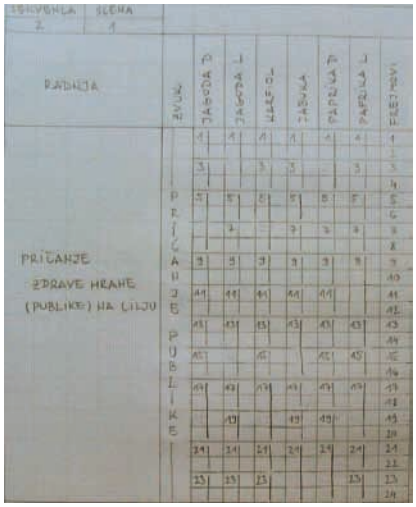
10. SNIMANJE ANIMACIJE

10.1. Podešavanje opcija fotoaparata

Za snimanje ove animacije korišćen je kompaktni fotoaparat Sony DSCH3 koji spada u naprednije kompaktne fotoaparate što znači da poseduje i manuelni mod sa opcijama koje je moguće ručno podesiti. Pri snimanju stop motion animacije najvažnije je uskladiti tri činioca koji će odrediti ekspoziciju i na taj način konačan izgled fotografije: ISO vrednost, f-broj i brzinu zatvarača. Izabrana je vrednost ISO 200, jer je davala dovoljno svetlu fotografiju bez šuma, odzumirano stanje i f/8 jer je to dalo dublje polje dubinske oštrine i brzina zatvarača 1/8 sekunde, jer je ona davala dovoljno dobar izgled fotografiji. U zavisnosti od ugla snimanja i udaljenosti kamere od izvora svetla, ovaj broj je povećavan ili smanjivan, kako bi se ostvarili konstantni uslovi osvetljenja fotografije (slika 1.).

10.2. Izrada „x-sheet"-ova i snimanje

S obzirom da se ova animacija snimala sa živim namirnicama trebalo je voditi računa o tome da one uvek budu sveže, da im se ne promeni boja, tvrdoća itd. te su zbog toga po potrebi zamenjivane, ali tako da u finalnoj animaciji to nije bilo primetno. Iz istog razloga je čitavo snimanje podeljeno u 10 sekvenci (koje su zapravo i kadrovi) kako se ne bi moralo raditi sa svim namirnicama odjednom, kao i da se ne bi često pomerala kamera ukoliko je njena pozicija prikladna za snimanje više različitih scena.



Slika 4. *Primer „x-sheet-a"*

Prvih 5 sekvenci je obuhvatalo scene u kojima su se od objekata animacije pojavljivali navijači brze i zdrave hrane, kao i vozila zdrave hrane. U narednih 5 sekvenci pojavljivala su se samo vozila brze i zdrave hrane. Svaka sekvenca je podeljena na jednu ili više scena, što je određeno već u knjizi snimanja. U zavisnosti od vizuelnih sposobnosti samog animatora, kao i količine informacija o kojima je bilo potrebno voditi računa pri animiranju, za neke sekvence (scene) su rađeni "x-sheet"-ovi, a za neke ne. "X-sheet" zapravo predstavlja stranicu ili seriju stranica koje sadrže sve bitne informacije potrebne animatoru da započne sa animiranjem (slika 4.). Dok su neke scene animirane odokativno i po osećaju, druge su animirane po određenom principu i uz pomoć alata poput lenjira i kartona. Za snimanje kretanja vozila karton bi se prislanjao uz prednje točkove a lenjir postavljao paralelno u odnosu na karton. Potom je karton pomeran za određeno rastojanje koje je očitavano na lenjiru, a vozila pozicionirana tako da prednji točkovi ponovo dodiruju karton. Nakon toga je karton uklanjan i kadar zabeležen fotoaparatom (slika 5.).

Slika 5. *Animiranje vozila*

11. POSTPRODUKCIJA

11.1. Retuširanje fotografija

Pre same montaže potrebno je retuširati fotografije, odnosno sa njih ukloniti sve nepotrebne elemente koji su tokom snimanja bili od pomoći kao što su držači, oslonci, kutije od šibica itd. Za ove potrebe korišten je program Adobe Photoshop, a samo uklanjanje vršilo se maskiranjem ili kloniranjem nepotrebnih delova (slika 6.).

Slika 6. *Uklanjanje nepotrebnih elemenata maskiranjem*

Osim uklanjanja nepotrebnih elemenata rađeno je i na dodavanju senki na mestima gde bi one prirodno trebalo se nalaze a to nije bilo moguće zbog prisustva držača i oslonaca. Na nekim mestima senke su bile prisutne, ali su dodatno pojačane. Senke su dodavane najviše kloniranjem već postojećih senki na slikama.

11.2. Montaža i renderovanje animacije

Montaža animacije podrazumeva raspoređivanje scena po pravilnom rasporedu i dodavanje vizuelnih efekata i zvuka na snimak. Za montažu je korišten softver Adobe After Effects CS3. Zvuci korišteni u animaciji preuzeti su sa sajtova sa besplatnim zvučnim i birani tako da se što vernije uklope u datu scenu. Pre unosa sekvence slika u softver broj frejmova u sekundi podešen je na 12, jer je animacija snimana duplim frejmovima. Nakon toga slike i zvuk su uneti u kompoziciju gde su na vremenskim osama raspoređivani u vremenu i prostoru. Rezolucija je podešena na 1920x1080px. Broj frejmova kompozicije podešen je na 24 što je značilo da je svaka slika iz sekvence unošenjem u kompoziciju duplirana. Renderovanjem kompozicije formirani su frejmovi konačnog filma koji se može eksportovati u različitim formatima. Konačan proizvod je animacija u mkv formatu.

12. ZAKLJUČAK

Forma koja najpribližnije prikazuje našu stvarnost i ima mogućnost da je "zarobi" u malom formatu je fotografija. Upravo je ona prednost stop motion animacije, s obzirom da je svaka stop motion animacija sastavljena iz niza fotografija. Nijedna druga tehnika animacije i virtuelni prostor ne bi objekte mogli prikazati tako verno, kao što ih čovek inače i zapaža, sa svim svojim "nedostacima". Ovi "nedostaci" ne uzimaju se kao mana, naprotiv, upravo su oni čar koja čini ovu tehniku posebnom i privlačnom stop motion animatorima i entuzijastima. Takođe, mogućnost korišćenja lutaka i izrađenih objekata povezuje ovu tehniku animacije sa lutkarstvom koje je od davnina uklesano u kulture mnogih zemalja, kao tradicija, čime se šalje poruka da ovakav tip animacije nikada neće odumreti. Fotoaparati i frejmgrejber softveri se razvijaju silovitom brzinom, te na taj način omogućavaju da se i tehnika stop motion animacije usavršava, dok "nedostaci" kao takvi opstaju, podsećajući nas na samu ljudsku prirodu.

13. LITERATURA

[1] Tania Vincent, 2013., Advertising in animation, http://www.skwigly.co.uk/advertising-in-animation/

[2] Exploring Animation In Advertising Animation Essay, http://www.ukessays.com/essays/animation/exploring-animation-in-advertising-animation-essay.php

[3] Ken A. Priebe, 2006., The art of stop motion animation, Boston, Thomson Course Technology PTR

[4] Nicolae Sfetcu., 2011., The Art of Movies (Electronic book text), Lulu Enterprises, Inc., Lulu.com

Adresa autora za kontakt:

MSc Sonja Nastasić
sonja.nja.nja@gmail.com

Prof. Dr Dragoljub Novaković
novakd@uns.ac.rs

dr Gojko Vladić
vladicg@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn
Fakultet tehničkih nauka

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 004.738.1:766

RAZVOJ VEB APLIKACIJA POMOĆU *HANDLEBARS.JS*

DEVELOPMENT OF WEB APPLICATIONS USING *HANDLEBARS.JS* TEMPLATES

Andrej Gorečan, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – *U radu su opisani delovi, osobine i mogućnosti Handlebars.js web templejting mehanizma. Za potrebe prezentovanja ovih mogućnosti kreiran je korisnički interfejs moderne web aplikacije. U skladu sa načinom korišćenja i namenom aplikacije, kroz razvoj njenih klijentskih delova i komponenti, istaknute su prednosti koje se ostvaruju primenom pomenutog mehanizma. Predstavljen je način dinamičkog generisanja podataka koji se umreženi prema određenom rasporedu (šablonu) prezentuju korisnicima na veb pregledačima.*

Abstract – *This paper presents parts and capabilities of the Handlebars.js web templating engine. An user interface of a modern web application has been implemented in order to present these capabilities. In accordance with the purpose of the application, advantages that are achieved by using the said mechanism are highlighted through the development of the application's client-side components. The dynamic generation of data, which is interconnected and presented to users via web browsers, is also presented.*

Ključne reči: *Handlebars, SPA, HTML šablon, klijentski šablon*

1. UVOD

Paralelno sa razvojem prenosivih uređaja (tableti, mobilni telefoni) čija brzina rada i performanse mogu da pariraju desktop računarima, javlja se sve veće očekivanje korisnika za softverskom podrškom koja će prednosti ovih računara iskoristiti na što bolji način. Ovo doprinosi razvoju web aplikacija koje mogu da se koriste na različitim tipovima prenosivih uređaja, a koje će omogućiti korisnicima da na što prirodniji i intuitivniji način obave različite zadatke. Pojedine kompanije zamenjuju tradicionalan način komunikacije iz dispečerskih centara sa svojim radnicima na terenu raznim web aplikacijama, koje mogu da se koriste na prenosivim uređajima. Komunikaciju telefonom, papir i olovku zamenjuju moderne web aplikacije koje pružaju korisnicima razne usluge, pomoć pri radu, i jednostavno omogućavaju brži, pouzdaniji i jednostavniji protok informacije i podataka.

Shodno spomenutom, u daljem radu biće opisan razvoj korisničkog interfejsa "Field Worker" web aplikacije pomoću Handlebars.js [1], koja služi za podršku terenskom radniku, u radu na elektrodistributivnoj mreži.

NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Dušan Okanović.

Handlebars.js je mehanizam za rad sa šablonima koji omogućava da sve informacije i potrebni podaci dođu do dispečerskog centra i radnika na terenu, na što efikasniji, struktuiraniji, brži i jednostavniji način. Uz sve to, potrebno je zadržati fluidnost aplikacije, preglednost elemenata korisničkog interfejsa u skladu sa specifičnostima prenosivih (tablet) uređaja na kojim se rad obavlja.

Kod statičkih prezentacija, web server služi za dobavljanje podataka. Podaci se menjaju isključivo "ručno," promenom na web serveru. Sadržaj statičkih stranica će uvek biti isto prezentovan, u sklopu nekoliko stranica, sa svega minimalnim mogućnostima za interakciju sa sadržajem u vidu linkova, jednostavnog menija.

Kod dinamičkih stranica, ova promena podataka i informacija se dešava konstantno. Dinamičku web stranicu čine dve glavne komponente: vizuelna prezentacija stranice i sami podaci. Dinamičke web aplikacije obično se sastoje od serverskog i klijentskog dela, koji međusobno komuniciraju i generišu sadržaj.

Jednostranične web aplikacije (eng. *single-page application* - SPA) su posebna vrsta dinamičkih web aplikacija čiji se celokupan sadžaj prikazuje na jedinstvenoj web stranici sa ciljem da obezbedi korisniku fluidniji i intuitivniji doživljaj (eng. *user experience*) nalik na izvorne aplikacije razlicitih operativnih sistema (windows, ios, android mobilne aplikacije) [2].

SPA se ističu po svojoj sposobnosti da renderuju bilo koji deo korisničkog interfejsa bez zahtevanja od strane servera da dostavi celu HTML stranicu iznova svaki put kada se desi određena promena, ili zahtev na klijentu. Ovo je postignuto zahvaljujući razdvajanju podataka od njihove prezentacije putem modelskog sloja – *model layer* koji upravlja podacima, i prezentacijskog sloja - *view layer* koji čita podatke iz sloja modela. Ovo donosi veliku brzinu odziva koja je ekvivalentna brzini desktop aplikacija što predstavlja veoma bitnu prednost korišćenja SPA [3].

1.2. Klijentski JavaScript šabloniranje

Proces koji prilikom kreiranja dinamičkih web prezentacija omogućava jednostavnije upravljanje samim podacima i njihovo povezivanje sa određenim šablonima koji će predstavljati okvire za njihovo prezentovanje na web pregledačima naziva se web šabloniranje (engl: *web templating).*

Šablon (eng. *template*) je deo HTML-a, koji se popunjava određenim podacima u zavisnosti od toga šta i u kom trenutku se prikazuje korisniku, te se nakon toga šalje na web pregledač. Sredstvo kojim se vrši to popunjavanje i kojim se komunicira između šablona i

podataka koje je potrebno prikazati, naziva se mehanizam šabloniranja [4].

Osnovni razlog upotrebe JavaScript mehanizma šabloniranja leži u tome da su kreirani tako da obezbeđuju i pružaju razdvojenost same prezentacije (plan/ raspored/ izgled) i bilo kakve logike po kojoj će se izvršavati određene operacije i po kojoj će podaci biti prikazivani na samoj prezentaciji (slika 1). Takođe, upotreba šablona čini kod čistim i lakšim za održavanje, a obezbeđuje i da se sam proces ažuriranja podataka učini jednostavnijim i lakšim.

Slika 1. *Šematski prikaz rada templejting mehanizma*

2. HANDLEBARS

2.1. Princip rada Handlebars-a

Ono što je često neophodno uraditi prilikom izrade dinamičkih web prezentacija, je generisanje dinamičkog sadržaja koji će se nalaziti na web stranicama. Handlebars je JavaScript mehanizam šabloniranja koji u tom procesu može biti od velike koristi. U osnovi, Handlebars radi tako što kompajlira i procesira HTML šablon kako bi na izlaz poslao odgovarajući dinamički sadržaj. Ove šablone uglavnom čine redovni HTML dokumenti, uz prisustvo dodatnih Handlebars "okvira", tj. izraza koji omogućavaju ubacivanje podatka na željena mesta. Na listingu 1. prikazan je deo šablona kojim će se pozdraviti korisnik prilikom dolaska na stranicu [3]. Mesto gde će se korisničko ime dinamički ispisivati na stranici zadato je Handlebars izrazom {{name}}.

```
<p>Dobrodosao nazad, {{name}}</p>
```

Listing 1.*Primer HTML elementa sa Handlebars izrazom.*

Handlebars.js je kompajler napravljen u JavaScript jeziku koji uzima bilo koji HTML i Handlebars izraz i kompajlira ga u JavaScript funkciju. Kada se pozove i kada joj se proslede određene vrednosti, tj. podaci, ova izvedena funkcija pristupa kompajliranom šablonu, i vraća HTML string sa vrednostima tih opcija ubačenim u HTML.

Handlebars je dobro rešenje ukoliko na sajtu postoji potreba za redovnim izmenama i ažuriranjem podataka, jer će se dinamičkim generisanjem HTML stranice uštedeti dosta vremena. Na listingu 2. prikazan je jednostavan primer HTML šablona preko kog će ukratko biti predstavljen princip rada Handlebars mehanizma.

```
<script type="text/x-handlebars-template"
id="tableDetails">
        <ul>
        <li>{{customersID}}</li>
                <li>{{customersName}}</li>
                <li>{{education}}</li>
                <li>{{customersCity}}</li>
        </ul>
<script>
```

Listing 2. *Primer HTML templejta.*

Prikazani šablon se u *JavaScript*-u pretvara u HTML string i prosleđuje Handlebars-u na kompajliranje (listing 3).

```
templates.tableDetails:
Handlebars.compile(template.filter('script#table
Details).html())
```

Listing 3. *Primer kompajliranja HTML šablona.*

Nakon kompajliranja *Handlebars* u memoriji sačuva prosleđeni HTML šablon sa mestima gde će primeniti vrednosti objekata.

```
var options = {
        customersID:"110771",
        customersName:"Ana Simon";
        education: "Diplomirani Ekonomista",
        customersCity: "Novi Sad"
};
```

Listing 4. *Podaci koji stizu sa servera na zahtev.*

Kao rezultat kompajliranja promenljiva *templates.tableDetails* se pretvara u funkciju. Pozivom: *templates.tableDetails(options)* funkciji se prosleđuje objekat sa opcijama (*options*) koji je prikazan na listingu 4. Kako ova funkcija ima pristup kompajliranom HTML-u od strane Handlebars-a, ona spaja prosleđeni HTML i opcije, i vraća generisani HTML.

Kod Handlebars.js postoji i mogućnost **predkompajliranja** koje nam donosi vremenski benefit. Kompajliranje HTML šablona na klijentskoj strani je vremenski veoma zahtevna operacija. Ukoliko postoji veliki broj šablona koji treba da se izvrše, prilikom učitavanja aplikacije moraće se sačekati izvesno vreme da se svi oni kompajliraju. Predkompajliranjem na serveru, svi HTML šabloni će biti prebačeni u JavaScript datoteku. Dalje, oni mogu da budu minifikovani i uklopljeni u jednu JavaScript datoteku za celu aplikaciju, tako da će prilikom učitavanja aplikacije broj HTTP zahteva serveru biti smanjen i samim tim vreme dobavljanja dokumenata na klijentsku stranu biti smanjeno [1].

Prednosti korišćenja *mehanizma šabloniranja* kao što je Handlebars.js su:
- mogućnost ažuriranja podataka dinamički, svaki put kada su promene učinjene
- jednostavnije je učiniti sajt interaktivnim i prilagodljivim (eng. *responsive*)
- poboljšana brzina odziva, koja je posledica toga što se prosleđeni šablon kompajlira samo jednom
- podržava i predkompajliranje
- poboljšana čitljivost koda, jer će podaci (sadržaj) i HTML biti odvojeni
- veoma aktivna zajednica
- smanjena logika – da bi se napravio šablon (templejt) zasnovan na Handlebars-u potreban je minimum programske logike
- radni okviri (*frameworks*) kao što su *meteor.js* i *ember.js* kao *mehanizam šabloniranja* koriste Handlebars.

2.2. Glavni delovi Handlebars templating-a

Pri korišćenju Handlebars.js, izdvajaju se tri vrste koda:
- **Handlebars izraz** je osnovna jedinica Handlebars šablona (Handlebarsjs, 2015). Može da bude zapisan kao

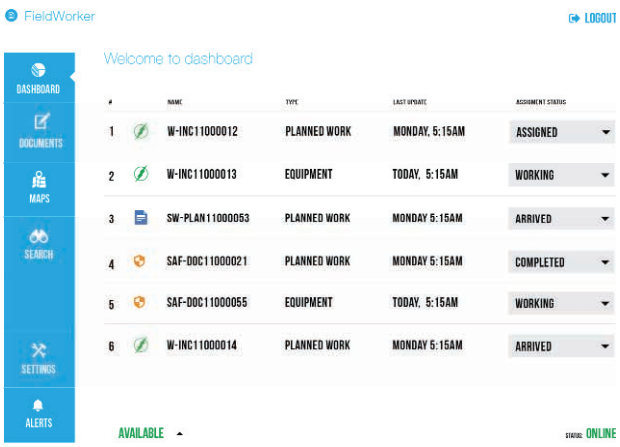
{{sadrzaj}}, gde *sadrzaj* može da bude promenljiva ili dodatna funkcija sa ili bez parametara.
Kako bi što jednostavnije mogli da prosledimo Handlebars izraz (sa svim HTML sadržajem) funkciji koja vrši kompajliranje (***Handlebars.compile)*** koristimo *script* element. *Script* element se koristi da, obuhvati svaki pojedinačni *šablon* unutar neke HTML stranice. Njihov atribut *type* će imati vrednost ***"text/x-handlebars-template".***
Drugi deo koda u Handlebars mehanizmu šabloniranja čine **podaci** koje želimo prikazati i "dostaviti" na web stranicu ili aplikaciju. Podatke prosleđujemo kao *JavaScript* objekat do Handlebars funkcije. Ovaj objekat može da se sastoji od stringova, nizova, brojčanih vrednosti, ili kombinacije navedenih stvari.
Poslednji korak koji je potrebno obaviti je **Handlebars kompajliranje**.

3. IMPLEMENTACIJA FIELD WORKER APLIKACIJE POMOĆU HANDLEBARS.JS

Field Worker je web aplikacija koja terenskog radnika na elektrodistributivnoj mreži snabdeva alatima i informacijama, koji im omogućavaju da svoje dnevne obaveze izvrše na što efikasniji način. Podržava rad i u slučajevima isprekidane veze sa serverom, što je česta pojava na terenu. Služi da rad ekipe na terenu i da njihovu komunikaciju sa kontrolnim centrom učini što je moguće jednostavnijom, pouzdanijom i struktuiranjom. Predviđena je za rad na tablet uređajima, *toughbook* prenosivim uređajima, *laptop*-ovima i uređajima sa manjom rezolucijom.
Field Worker obezbeđuje pristup elektrodistributivnim šemama, uređajima, kao njihovim sastavnim delovima, prikaz njihovih osobina, raznih vrednosti, rezultata i pretraga istih.
Stalna komunikacija sa podacima koji se nalaze na serveru i njihovo dinamičko ispisivanje na izlazu predstavlja glavni razlog korišćenja JS mehanizma šabloniranja.

3.1. Prikaz korisničkog interfejsa i funkcionalnost "Field Worker" aplikacije

Na slici 2. se vidi početna forma, dijalog – ***dashboard***, koja se prikazuje nakon uspešne autentifikacije. Kroz ovu formu će biti predstavljen tipičan izgled jednog prozora aplikacije.

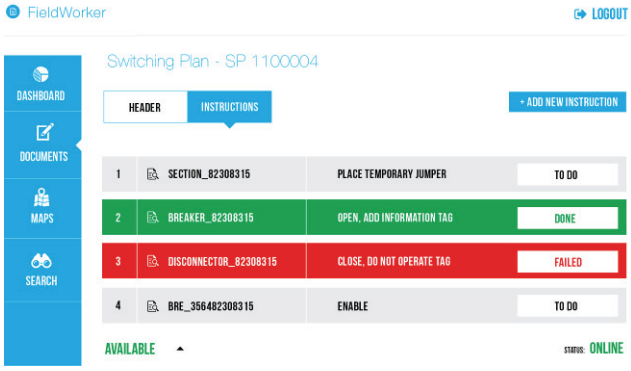


Slika 2. *Početna forma sa listom dokumenata i zadataka*

Navigacioni deo, nalazi se sa leve strane ekrana. U njemu su smeštene sve funkcionalnosti i on omogućava korisniku navigaciju kroz forme, funkcionalnosti i komponente aplikacije.
Centralni deo služi za prikazivanje razlicitih tipova podataka, polja za unos istih i prikaz mapa. Sadržaj na ovom delu aplikacije će se menjati u zavisnosti od stanja aplikacije, zahteva, upita, poslova korisnika i ekipe kojoj pripada.
Statusna linija, koja se nalazi na dnu aplikacije prikazuje informacije o statusu radnika na terenu (o zauzetosti) koji je ulogovan u aplikaciju, stanje aplikacije u odnosu na povezanost sa serverom (offline, online).
U centralnom delu uvodne forme prikazane na slici 8. nalazi se lista svih dokumenata, zadataka poslova, sortiranih po prioritetu, koji su neophodni radniku za rad na terenu određenog dana. Ova lista poslova omogućava korisniku, da jednim klikom dobije pregled detalja i opisa svakog od poslova. U upravljanju podacima koji se nalaze u tim dokumentima FieldWorker aplikacija zasniva svoj rad.

3.2. Proces izrade aplikacije uz pomoc Handlebars templating mehanizma

Nakon autentifikacije preko *login* prozora, na početnoj formi prikazuje se lista zadataka koji su namenjeni ekipi radnika na terenu. Svaki od tih zadataka (***switching plan***) opisani su kroz detalje, informacije, i smešteni u listu detaljnih instrukcija (***work instructions***), slika 3. koju je neophodno izvršiti da bi se obavio određeni zadatak.



Slika 3. *Radne instrukcije kao deo radnog plana*

Handlebars dolazi sa ugrađenim funkcijama koje mogu biti od pomoći pri radu sa kompleksnijim podacima – pomagačima (eng: *helperima)*. Jedan od takvih pomagača je "*if*". *If pomagač* radi isto kao i redovan *if* izraz, osim što ne postoji mogućnost složenijih provera. *If* proverava da li je zadata vrednost različita od 0, *null*, *undefined*, *false*. Ukoliko je uslov zadovoljen, HTML koji je unutar *if* izraza će biti prikazan. U suprotnom neće biti prikazan.
HTML struktura, prema kojoj će se podaci sa liste instrukcija koje određeni tim treba da izvrši, pomoću Handlebars mehanizma dinamički ispisivati na definisana mesta, biće prikazana u nastavku. Ovi podaci se prikazuju u 4 kolone i to kao redni broj, naziv uređaja iz mreže, opis posla/zadatka i status. Sledi prevođenje šablona u HTML string a zatim njegovo kompajliranje pomoću Handlebarsa.
Nastaloj *JavaScript* funkciji se prosleđuje objekat sa servera i poziva se Handlebars koji kompajlirani HTML i

opcije spaja i vraća generisani HTML. Ova funkcija se poziva svaki put kada se kreira nova instrukcija od strane klijenta ili dispečerskog centra.
Na listingu 5. prikazan je uslov pomoću koga se ispisuju nazivi opreme i uređaja sa elekrtro mreže nad kojima će se raditi određene akcije i instrukcije.

```
{{#if deviceName}}
   <div class="work-instruction-item">
       <label class="work-
entryitem">{{deviceName}}</label>
   </div>
{{/if}}
```

Listing 5. *HTML šablon sa "If" blok pomagačem.*

Prikazanim uslovom vršiće se provera da li postoji naziv uređaja. Ukoliko postoji, Handlebarsu će na kompajliranje biti prosleđen div unutar opisanog uslova, ukoliko ne postoji, bukvalno će se preskociti ovaj deo šablona.
Ukoliko instrukcija kojim slučajem nema unet opis problema, zadatka, ili radnje koju radnik/ekipa treba da izvrše, *else* pomagačem će se zadržati odgovarajuće polje u listi i saopštiti odgovarajuća poruka (da instrukcija nema opis), što je prikazano na slici 4. Poruka se neće ispisati ukoliko je uslov zadovoljen.

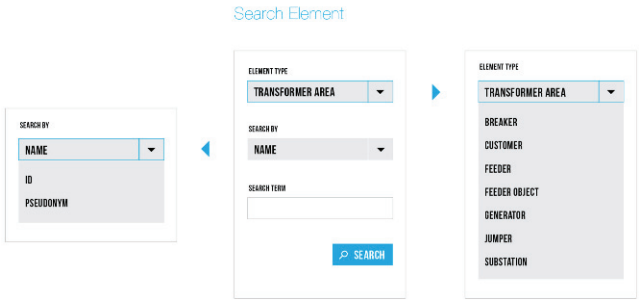
Slika 4. *Prikaz poruke u slučaju da uslov nije isunjen*

Kako bi se na najjednostavniji način dostavili svi podaci iz niza koji su potrebni da se nađu u listi po kojoj se može vršiti pretraga, koristiće se ***each pomagač*** (listing 7) . Ovaj pomagač iterira kroz određeni niz i omogućava kreiranje dinamičkog HTML-a, sa elementima iz tog niza.

```
{{#each types}}
       <option
       value="{{id}}">{{name}}</option>
{{/each}}
```

Listing 7. *Kreiranje liste elemenata pomoću "Each" blok pomagača.*

Na slici 5. je prikazan rezultat kompajliranja *each* funkcije pomoću koje se ispisuju vrednosti iz niza.



Slika 5. *Dijalog namenjen za pretragu određenih delova mreže*

Na mnogo mesta Handlebarsu se prosleđuju podaci koje je potrebno na određen način sortirati, formatirati, napraviti određenu logiku po kojoj će se prikazivati u šablonu, mada je to nekada nemoguće uraditi pomoću već ugrađenih Handlebars pomagača. U tom slučaju mogu da se koriste *modifikovani pomagači*, kao dodatak ugradjenim. Ovi pomagači mogu da budu i značajniji od ugrađenih jer omogućavaju dodavanje i korišćenje bilo kakve vrste kompleksne JavaScript logike unutar pomagača. Kreiraju se u JavaScript-u, ne u samom Handlebars šablonu [5].
Postoji dva tipa modifikovanih pomagača: *function* i *block*. Osnovna razlika je u tome što se prvi koristi kod pojedinačnih izraza, a drugi pri kreiranju blok izraza.

4. ZAKLJUČAK

Kako je "Field Worker" aplikacija namenjena da omogući korisnicima pristup elektrodistributivnim šemama, uređajima, kao njihovim sastavnim delovima, da obezbedi prikaz njihovih osobina, raznih vrednosti, rezultata i pretragu istih, prvenstveno je bilo neophodno obezbediti stalnu komunikaciju korisnika sa podacima koji se nalaze na serveru tj. njihovo dinamičko ispisivanje na izlazu. Ovo predstavlja glavni razlog korišćenja web šablona. Cilj istraživanja bio je upoznati se sa svim prednostima i mogućnostima rada Handlebars.js mehanizma koji je korišćen za razvoj korisničkog interfejsa "Field Worker" aplikacije. Kroz implementaciju "Field Worker" aplikacije, dat je opis svih delova mehanizma. Opisane su njegove mogućnosti upravljanja dinamičkim sadržajem kroz osnovne funkcionalnosti, kroz set ugrađenih helpera kao i kroz helpere koje smo sami definisali.

Kao dve glavne prednosti u odnosu na druge mehanizme izdvajaju su se brzina rada, zahvaljujući mogućnosti formiranja delova šablona samo prilikom učitavanja aplikacije, i "stroga" razadvojenost HTML šablona i JavaScript logike po kojoj će se dinamički učitavati podaci.

5. LITERATURA

[1] R. Bovell (2013) Handlebars.js Tutorial: Learn Everything About Handlebars.js JavaScript Templating. [Online] Dostupno na: http://javascriptissexy.com/handlebars-js-tutorial-learn-everything-about-handlebars-js-javascript-templating
[2] S.L.Valdarrama (2014) Is a Single-Page Application what you really need? [Online] Dostupno na: https://blog.svpino.com/2014/10/15/is-a-single-page-application-what-you-really-need
[3] M. Takada (2014) Single page apps in depth. [Online] Dostupno na: http://singlepageappbook.com/goal.html
[4] G.Manricks (2012) An Introduction to Handlebars. [Online] Dostupno na: http://code.tutsplus.com/tutorials/an-introduction-to handlebars--net-27761
[5] J.Koyn (2013) Custom Helpers.[Online] Dostupno na: http://jaskokoyn.com/2013/08/08/custom-helpers-handlebars-js-tutorial

Kratka biografija:

Andrej Gorečan rođen je u Somboru 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna odbranio je 2015.god.

Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad

UDK: 655.22

RAČUNARSKA SIMULACIJA PROCESA IZRADE ŠTAMPARSKE FORME NA SISTEMU COMBI FI UREĐAJU

COMPUTER SIMULATION OF FLEXO PLATE MAKING PROCESS ON COMBI FI MACHINE

Dragan Bedov, Živko Pavlović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – *U radu su prikazana istraživanja vezana za razvoj računarskog sistema za elektronsko učenje koje se odnosi na razumevanje i značaj procesa izrade flekso štamparskih formi. Istraživanja su se vršila na uređaju za izradu flekso ploča BASF nyloflex Combi F1 Super.*

Abstract – *The paper presents research related to developing computer systems for e-learning related to the understanding of flexo plate making process. Research is conducted on BASF nyloflex Combi F1Super machine.*

Ključne reči: *Flekso štampa, flekso ploče, Combi F1, 3D Max, animacija.*

1. UVOD

U vremenu kada tehnologije u svim oblastima života svakodnevno napreduju, obrazovanje i područije obrazovnih tehnologija postaje potrebnije nego ikad. Pored klasičnog obrazovanja, pojavljuje se potreba sticanja novog znanja, kako u školama, fakultetima, tako kasnije i na radnom mestu. Uvođenje digitalnih i elektronskih tehnologija pruža nove mogućnosti učenja i obrazovanja.

1.2. Značaj elektronskih prezentacija postupka izrade flekso štamparskih ploča

Izrada flekso štamparskih ploča je veoma značajan segment u štampi, kada se uzme u obzir da flekso štampa sve više preuzima primat u štamparskoj industriji.

Kako studenti često nemaju priliku da u praksi vide sve što čuju na predavanjima, javila se potreba za korišćenjem video sadržaja, odnosno elektronskih prezentacija na samim predavanjima.

Ovakav način predavanja trebao bi da studentima jasnije i jednostavnije prikaže i objasni procese sa kojima će se u budućnosti svakodnevno susretati. Jedan od tih procesa je proces izrade flekso štamparskih ploča.

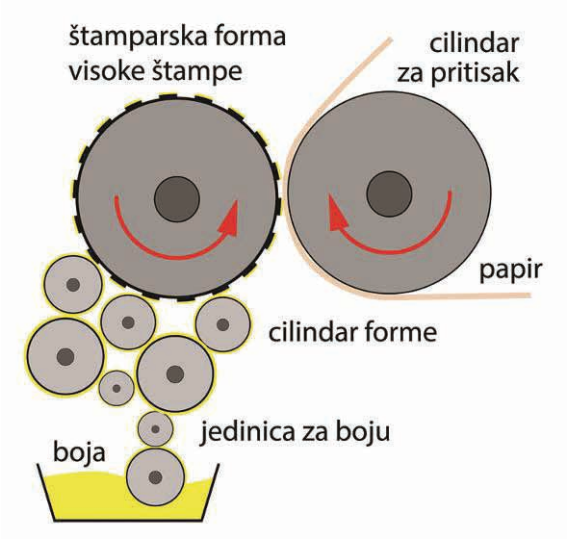
2. PRIKUPLJANJE INFORMACIJA

Informacije o izgledu, dimenzijama i mogućnostima uređaja za izradu flekso štamparskih ploča, Combi F1 prikupljene su sa oficijalnih internet stranica proizvođača, kao i prilikom rada na samom uređaju.

NAPOMENA:
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Živko Pavlović, docent.

3. FLEKSO ŠTAMPA

Flekso štampa spada u tehnike visoke štampe *(slika 1.)*. Kod tehnika visoke štampe karakteristično je korišćenje štamparskih ploča sa izdignutim štampajućim i udubljenim neštampajućim delovima.



Slika 1: *Šematski prikaz visoke štampe*

Kao što samo ime kaže, ova tehnika koristi fleksibilne štamparske ploče. Flekso štampa takođe spada u grupu tehnika direktne štampe, a odlikuje je korišćenje štamparske forme od gume ili fotopolimera. Postoji nekoliko sistema koji se koriste u flekso štampi (sistem sa tri cilindra, sistem sa tri cilindra i rakel nožem, sistem sa dva cilindra), kao i nekoliko tipova mašina (mašine sa centralnim cilindrom, redne mašine, kompakt mašine). Što se tiče boja, u flekso štampi se najčešće koriste retke, tečne boje, koje mogu biti na bazi rastvarača, na bazi vode, ili UV boje.

4. FLEKSO ŠTAMPARSKE PLOČE

U izradi štamparskih ploča flekso štampe dominiraju dva materijala, guma i fotopolimer.

Gumene štamparske ploče mogu biti ručno gravirane ili izrađene u kalupu.

Fotopolimerne *(slika 2.)* štamparske forme se mogu dobiti konvencionalnim postupcima od čvrstog ili tečnog fotopolimera, i digitalnim CtP postupcima, i to, standardnim CtP postupkom ili termalnim razvijanjem.

Fotopolimerne forme se prema strukturi mogu podeliti na jednoslojne i višeslojne. Jednoslojne flekso ploče poseduju noseći sloj, reljefni sloj i zaštitnu foliju, dok višeslojne poseduju, noseći sloj, stabilizacionu foliju, reljefni sloj i zaštitnu foliju.

Slika 2: *Fotopolimerne štamparske ploče*

4.1 Izrada nyloflex flekso štamparskih ploča

Nyloflex je zaštićeni brend fotopolimernih ploča kompanije BASF. Ove ploče se odlikuju: blagom elastičnošću, velikom dimenzionom stabilnošću i veoma preciznom debljinom. Postoji nekoliko tipova *(tabela 1.)* ovih ploča, a svaka se odlikuje specifičnim karakteristikama, određenom tvrdoćom i poljima primene.

Tabela 1: *Tipovi nyloflex flekso ploča*

mogućnost primene / tip ploče	konvencionalna štampa	digitalna štampa	tvrdoća ploča Shore A	štampa fleks. pakovanja	štampa etiketa	štampa valovite lepenke	specijalna primena	dorada štampe
nyloflex ACE	✓	✓	62	✓	✓	✓		
nyloflex ACE UP		✓	62		✓	✓		
nyloflex FAH	✓	✓	60	✓	✓			
nyloflex ACT	✓	✓	50	✓	✓	✓		
nyloflex FAR	✓		50	✓	✓	✓		
nyloflex ART	✓	✓	40	✓	✓	✓		
nyloflex FHC	✓		40			✓		
nyloflex FAC	✓	✓	32			✓		
nyloflex FCC	✓	✓	30			✓		
nyloflex FSC		✓	26			✓		
nyloflex FE	✓		70				✓	
nyloflex Sprint	✓	✓	77				✓	
nyloflex Gold A	✓	✓	62					✓
nyloflex Seal F	✓	✓	36					✓

Postupak obrade nyloflex ploče obuhvata: predosvetljavanje, glavno osvetljavanje, ispiranje (razvijanje), sušenje i naknadno osvetljavanje.

Predosvetljavanje je prvi korak u proizvodnji štamparske ploče. Predosvetljavanje je u stvari osvetljavanje poleđine ploče radi očvršćavanja.

Glavno osvetljavanje vrši se kroz negativ film. Prilikom glavnog osvetljavanja formira se reljef i detalji kao što su linije, tačke, rasteri, slova i sl.

Ispiranje je proces pri kome se nepolimerizovani (neosvetljeni) delovi ploče otklanjaju rastvaračem. Ovaj postupak je mehanički podržan rotacionim četkama.

Sušenje je proces koji sledi nakon ispiranja. Tokom sušenja, sredstvo za razvijanje koje je prodrlo u reljefni sloj ploče isparava.

Naknadno osvetljavanje je osvetljavanje cele površine ploče bez filma. Postoje dva tipa naknadnog osvetljavanja: UVA i UVC. Tokom UVA osvetljavanja svi delovi ploče potpuno umrežavaju. Tako ploča dobija ujednačene osobine po čitavoj površini. Prilikom UVC osvetljavanja ploča gubi svoju lepljivost.

5. BASF NYLOFLEX COMBI F1 SUPER UREĐAJ

Jedan od savremenih uređaja za izradu flekso štamparskih ploča jeste Combi F1 Super uređaj *(slika 3.)*. Ovaj uređaj se sastoji iz dve kompaktne jedinice, a to su: sistem za osvetljavanje i sušenje ploča i sistem za razvijanje ploča.

Slika 3: *BASF Combi F1 Super uređaj*

Oba sistema poseduju sopstvene upravljačke jedinice.

Dimenzije uređaja su 250x130x125 cm, dok je ukupna težina uređaja oko 400 kg.

Sistem za osvetljavanje poseduje jednu fioku (sa vakuumskom folijom) za procese predosvetljavanja i glavnog osvetljavanja, i jednu fioku za procese naknadnog UVA i UVC osvetljavanja.

Glavno osvetljavanje se vrši uz pomoć 13 Philips TL 40W/10R lampi, UVA osvetljavanje uz pomoć 11 Philips 40W/10R lampi, dok se UVC osvetljavanje vrši uz pomoć 8 Philips TUV 30 lampi.

Sistem za sušenje poseduje četiri fioke, dok je nastanak i cirkulisanje toplog vazduha omogućeno zahvaljujući sistemu od dva tangencijalna ventilatora snage 500W. Maksimalna temperatura odeljka za sušenje je 65°C.

Sistem za razvijanje poseduje dva seta rotacionih četki. Prvi set poseduje četiri ravne četke čije horizontalno kretanje pospešuje uklanjanje neočvrslih delova štamparske ploče. Drugi set sastoji se od dve cilindrične četke koje svojom rotacijom takođe pospešuju uklanjanje preostalih delova štamparske ploče. Pored ovih sistema bitno je još spomenuti i sistem za distribuciju sredstva za ispiranje (razvijanje).

6. IZRADA 3D PREZENTACIJE

3D prezentacija, namenjena elektronskom učenju prikazuje funkcije i mogućnosti Combi F1 Super uređaja.

Za izradu prezentacije korišćen je sledećí softver: 3D Max 2014, Adobe After Effects CS6, Adobe Photoshop CS6, Adobe Flash Professional CS6.

3D Max je korišćen za izradu 3D modela uređaja i njegovih delova, kao i za teksturisanje i animaciju.

Adobe Photoshop je korišćen za pripremu tekstura koje su se koristile u procesu izrade 3D modela uređaja.

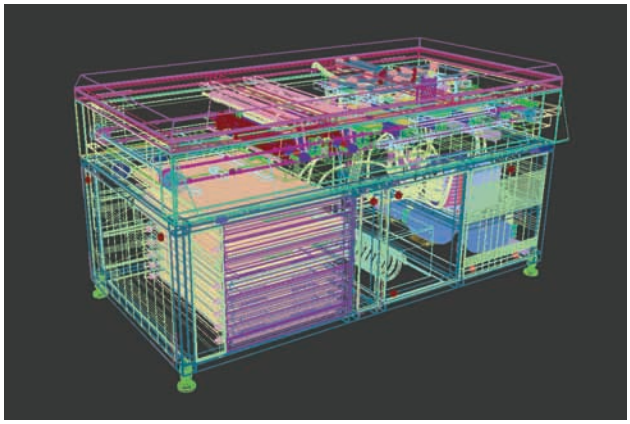
Adobe After Effects je korišćen za asembling izrenderovanih sekvenci animacije uređaja, kao i za dodatna podesavanja prikaza finalnih video sekvenci.

Adobe Flash je korišćen za pravljenje i skriptanje finalne prezentacije.

6.1 Izrada animacije u 3D Max programu

Proces dobijanja finalne animacije uređaja BASF Combi F1 Super sastojao se iz nekoliko faza: modelovanje uređaja i njegovih funkcionalnih delova, teksturisanje uređaja, postavljanje scene, postavljanje osvetljenja, ubacivanje kamera, povezivanje i animacija pokretnih delova uređaja, animiranje kamera i renderovanje, odnosno rasterizovanje slike.

Modelovanje *(slika 4.)* je vršeno primenom metode *editable poly*, uz korišćenje modifikatora kao što su: *shell, sweep, UVW map, turbosmooth, path deform, quad chamfer* i sl.

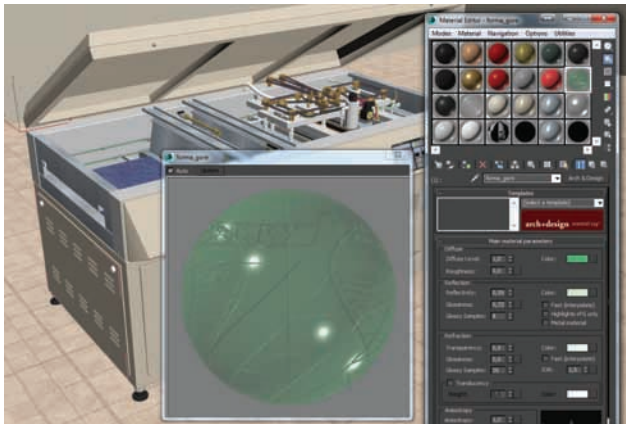


Slika 4*: Žičani prikaz uređaja*

Editable poly je metoda modelovanja kod koje osnovni element svakog modela četvorougaoni poligon.

Što se tiče modifikatora, *shell* je modifikator koji elementima i površima daje željenu debljinu, *sweep* izvlači određeni profil po zadatoj putanji, *turbosmooth* i *quad chamfer* zaobljavaju oštre ivice objekata, dok *UVW map* pravilno pozicionira teksture na objektu.

Prilikom teksturisanja korišćeni su isključivo *arch & design* materijali *(slika 5.)*, kao što su metal, plastika, transparentni i polutransparentni materijali.



Slika 5. *Arch & Design materijali u 3D Max-u*

Mental ray je jedna od metoda renderovanja, odnosno rasterizovanja slike. Pored ove, najčešće se koristi *VRay* metoda renderovanja. Obe metode daju jako dobar izgled finalne slike, jer poseduju napredne algoritme za dobijanje osvetljenja i senke.

Svetla su postavljena na takav način, da se dobije što neutralnije osvetljenje, kako ni jedan deo uređaja ne bi ostao u senci *(slika 6.)*. Prilikom osvetljavanja, korišćena su *photometric* svetla - svetla koja daju najbolje osvetljenje u kombinaciji sa *mental ray* renderovanjem.

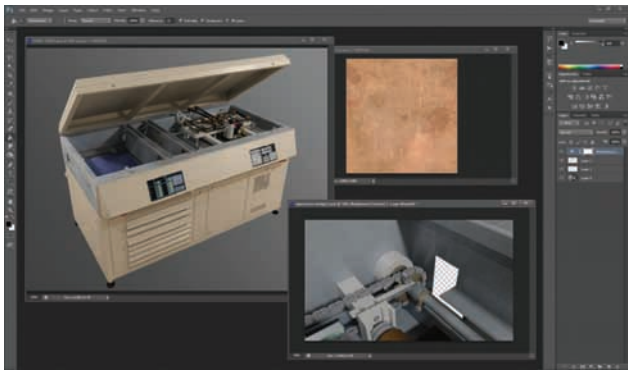
Slika 6. *Pravilan način osvetljavanja uređaja*

Svaki deo uređaja je posebno animiran dok je kamera fokusirana na njega. Na taj način su pravljeni i renderi uređaja. Svaki proces izrenderovan je u posebnoj sekvenci koja se sastojala od nekoliko stotina do nekoliko hiljada frejmova. Od svakog frejma je napravljena po jedna png slika, i kombinovanjem tih slika u After Effects programu se dobila finalna animacija.

6.2 Dodatni softver pri izradi animacije

Pored 3D Max programa, za izradu finalne animacije korišćeni su još i Adobe Photoshop i Adobe After Effects programi.

Adobe Photoshop je korišćen za pripremu tekstura *(slika 7.)* koje su primenjivane na uređaju. U ovom programu uglavnom su korišćeni efekti za poboljšanje kvaliteta slike, kao što je podešavanje kontrasta, svetline, boje i sl. Takođe, često je korišćena opcija *offset* kako bi se napravile *seamless* teksture. To su teksture čije su gornja i donja, odnosno leva i desna ivica potpuno iste, i na taj način mogu beskonačno da se ponavljaju jedna za drugom.



Slika 7. *Pripremanje tekstura u Photoshop programu*

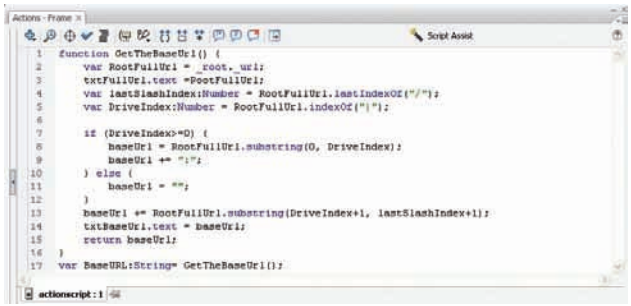
Takođe, pored klasičnih tekstura, pravljene su i teksture u sivoj skali koje su se koristile kao *bump* mape (mape za neravnine).

After Effects je program koji se koristio za post-produkciju. Uz pomoć njega se se sekvance png slika pretvarale u video sekvence. Takođe, u njemu su dodavani vizuelni efekti uz pomoć kojih se na bolji način prikazivao rad uređaja, kao što je paljenje signalnih lampica, dodatna korekcija slike i podešavanje globalnog osvetljenja.

6.3 Adobe Flash Professional

Adobe Flash Professional je korišćen za izradu finalne prezentacije. Uz pomoć ovog programa napravljen je korisnički interfejs, uz pomoć koga se vrši laka navigacija i pregled prethodno izrađenih video sekvenci. Na ovaj način, korisnik lako i brzo može da pristupi bilo kojem video fajlu, i da vidi proces uređaja koji ga zanima, kao što je na primer, proces osvetljavanja flekso štamparske ploče, proces razvijanja, ili sušenja ploče i sl.

Za programiranje korisničkog interfejsa korišćen je skript jezik ActionScript 2.0 *(slika 8.)*, koji je sastavni deo Adobe Flash programa.



```
function GetTheBaseUrl() {
    var RootFullUrl = _root._url;
    txtFullUrl.text =RootFullUrl;
    var lastSlashIndex:Number = RootFullUrl.lastIndexOf("/");
    var DriveIndex:Number = RootFullUrl.indexOf(":");

    if (DriveIndex>=0) {
        baseUrl = RootFullUrl.substring(0, DriveIndex);
        baseUrl += ":";
    } else {
        baseUrl = "";
    }
    baseUrl += RootFullUrl.substring(DriveIndex+1, lastSlashIndex+1);
    txtBaseUrl.text = baseUrl;
    return baseUrl;
}
var BaseURL:String= GetTheBaseUrl();
```

Slika 8. *Izgled Action script koda*

7. ZAKLJUČAK

Elektronsko učenje i prezentacije daju mogućnost da se brzo i lako steknu praktična znanja iz oblasti flekso štampe i izrade flekso štamparskih ploča. Iz tog razloga je veliki doprinos za buduće studente elektronski prikaz, gde studenti imaju priliku da preko video sadržaja isprate proces izrade flekso štamparskih ploča.

U ovom istraživanju se pokazalo da spoj nekolicine programa omogućava brzo i lako pripremanje elektronskih prezentacija i na taj način umnogome doprinosi kvalitetu i mogućnostima učenja o složenim grafičkim sistemima.

8. LITERATURA

[1] Anderson, A. Johnson, S. "Adobe Photoshop CS3", Beograd, 2007.

[2] Fleming, D. *"Applied Introduction, Flexo printing"*, Western Michigan University, 2010.

[3] Grupa autora, *"Flexo printing technology"*, St. Gallen, 2000.

[4] Grupa autora, *"Flexo printing plates", Stuttgart, Germany.*

[5] Murdock, K. *"3D Max 2012 Bible"*, Indianapolis, Indiana, 2012.

[6] Dedijer, S. *"Razvoj modela procesne analize parametara izrade flekso štamparske forme"*, Novi Sad, 2012.

[7] Novaković, D. *"Tehnike štampe"*, skripta za studente, Novi Sad, 2003.

[8] Novaković, D. *"Grafički sistemi"*, skripta za studente, Novi Sad, 2004.

[9] Novaković, D. *"Grafički procesi"*, Novi Sad, 2013.

[10] Pavlović, Ž. *"Štamparske forme"*, skripta za studente, Novi Sad, 2011.

Kratka biografija:

Dragan Bedov rođen je u Novom Sadu 1986. god. Osnovne studije završio u Novom Sadu, na Fakultetu tehničkih nauka. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti štamparske forme odbranio je 2015.god.

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2014. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić
Aleksandar Erdeljan
Aleksandar Ristić
Bato Kamberović
Biljana Njegovan
Bogdan Kuzmanović
Bojan Batinić
Bojan Lalić
Bojan Tepavčević
Bojana Beronja
Branislav Atlagić
Branislav Nerandžić
Branislav Veselinov
Branislava Kostić
Branislava Novaković
Branka Nakomčić
Branko Milosavljević
Branko Škorić
Cvijan Krsmanović
Damir Đaković
Danijela Lalić
Darko Čapko
Darko Marčetić
Darko Reba
Dejan Ubavin
Dragan Ivanović
Dragan Ivetić
Dragan Jovanović
Dragan Kukolj
Dragan Mrkšić
Dragan Pejić
Dragan Šešlija
Dragana Bajić
Dragana Konstantinović
Dragana Šarac
Dragana Štrbac
Dragi Radomirović
Dragiša Vilotić
Dragoljub Novaković
Dragoljub Šević
Dubravka Bojanić
Dušan Dobromirov
Dušan Gvozdenac
Dušan Kovačević
Dušan Sakulski
Dušan Uzelac
Duško Bekut
Đorđe Ćosić
Đorđe Lađinović
Đorđe Obradović
Đorđe Vukelić
Đura Oros
Đurđica Stojanović
Emil Šećerov
Filip Kulić
Goran Sladić
Goran Švenda
Gordana Milosavljević
Gordana Ostojić
Igor Budak
Igor Dejanović
Igor Karlović
Ilija Kovačević
Ivan Beker
Ivan Tričković
Ivan Župunski
Ivana Katić
Ivana Kovačić
Jasmina Dražić
Jelena Atanacković Jeličić
Jelena Borocki
Jelena Kiurski
Jelena kovačević Jureša
Jelena Radonić
Jovan Petrović
Jovan Tepić
Jovan Vladić
Jovanka Pantović
Karl Mičkei
Katarina Gerić
Ksenija Hiel
Laslo Nađ
Leposava Grubić Nešić
Livija Cvetičanin
Ljiljana Vukajlov
Ljiljana Cvetković
Ljubica Duđak
Maja Turk Sekulić
Maša Bukurov
Matija Stipić
Milan Kovačević
Milan Rackov
Milan Rapajić
Milan Simeunović
Milan Trifković
Milan Trivunić
Milan Vidaković
Milena Krklješ
Milica Kostreš
Milica Miličić
Milinko Vasić
Miloš Slankamenac
Miloš Živanov
Milovan Lazarević
Miodrag Hadžistević
Miodrag Zuković
Mirjana Damjanović
Mirjana Malešev
Mirjana Radeka
Mirjana Vojnović
Miloradov
Mirko Borisov
Miro Govedarica
Miroslav Hajduković
Miroslav Nimrihter
Miroslav Plančak
Miroslav Popović
Mitar Jocanović
Mladen Kovačević
Mladen Radišić
Momčilo Kujačić
Nađa Kurtović
Nebojša Pjevalica
Neda Pekarić Nađ
Nemanja Stanisavljević
Nenad Katić
Nikola Brkljač
Nikola Đurić
Nikola Jorgovanović
Nikola Radaković
Ninoslav Zuber
Ognjen Lužanin
Pavel Kovač
Peđa Atanasković
Petar Malešev
Predrag Šiđanin
Radivoje Rinulović
Rado Maksimović
Radovan Štulić
Rastislav Šostakov
Slavica Mitrović
Slavko Đurić
Slobodan Dudić
Slobodan Krnjetin
Slobodan Morača
Sonja Ristić
Srđan Kolaković
Srđan Popov
Srđan Vukmirović
Staniša Dautović
Stevan Milisavljević
Stevan Stankovski
Strahil Gušavac
Svetlana Nikoličić
Tanja Kočetov
Tatjana Lončar Turukalo
Todor Bačkalić
Toša Ninkov
Uroš Nedeljković
Valentina Basarić
Velimir Čongradec
Velimir Todić
Veljko Malbaša
Veran Vasić
Veselin Avdalović
Veselin Perović
Vladan Radlovački
Vladimir Katić
Vladimir Radenković
Vladimir Strezoski
Vladimir Škiljajica
Vlado Delić
Vlastimir Radonjanin
Vuk Bogdanović
Zdravko Tešić
Zora Konjović
Zoran Anišić
Zoran Brujic
Zoran Jeličić
Zoran Mijatović
Zoran Milojević
Zoran Mitrović
Zoran Papić
Željen Trpovski
Željko Jakšić