



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXIX

Број: 10/2014

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“
Година: XXIX Свеска: 10

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 десета овогодишња свеска часописа „Зборник радова Факултета техничких наука“.

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

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

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

Зборник излази у два облика – електронском на веб сајту ФТН-а (www.ftn.uns.ac.rs) 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 01.10.2014. до 20.10.2014. год., а који се промовишу 24.11.2014. 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 10, објављени су радови из области:

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

У свесци са редним бројем 11. објављени су радови из области:

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

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

У плану је да часопис, својим редовним изласком и високим квалитетом, привуче пажњу и постане довољно препознатљив и цитиран да може да стане 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. Jelena Perić,
[REKONSTRUKCIJA GASNE KOTLARNICE](#) 1999
2. Tamaš Lendel,
[ANALIZA SILA REZANJA PRI GLODANJU VRETNASTIM LOPTASTIM GLODALIMA](#) 2003
3. Jovica Surčinski,
[PROJEKTOVANJE SISTEMA ZA PRIPREMU OGREVNOSTI DRVETA](#) 2007
4. Dejan Dejanović,
[PMMA KOMPOZITNI MATERIJALOJAČAN NANOČESTICAMA TiO₂](#) 2011
5. Miško Supek,
[ANALIZA UTICAJA RISTERILIZACIJE NA GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE DELOVA U
MEDICINI PRIMENOM CAD-INSPEKCIJE](#) 2015
6. Marko Čović,
[UTICAJ GEOMETRIJE ALATA I PARAMETARA PROCESA NA POJAVU TUNELA KOD
ZAVARIVANJA TRENJEM SA MEŠANJEM](#) 2019
7. Dragan Okuka,
[NUMERIČKA ANALIZA STATIČKOG PONAŠANJA PRIZMATIČNIH KOTRLJAJNIH VOĐICA](#) 2023
8. Babić B., Sovilj Nikić I. Hadžistević M., Bere P.,
[TOPOGRAFIJA I HABANJE IZLAZNE BOČNE LEĐNE POVRŠINE MODELSKIH ALATA,](#)
konferencija ETIKUM 2014, Novi Sad, Juni 2014. 2027
9. Gerik, G., Sovilj-Nikić, I., Sovilj, B., Štrbac, B., Trif, A., Popescu, A.,
[TOPOGRAFIJA I HABANJE ULAZNE BOČNE LEĐNE POVRŠINE MODELSKIH ALATA,](#)
konferencija ETIKUM 2014, Novi Sad, Juni 2014. 2031

Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo

1. Marijana Tufegdžić,
[WDM U OPTIČKIM SISTEMIMA](#) 2035
2. Branko Ilić,
[INTEGRACIJA ANDROID APLIKACIJA SA FACEBOOK I TWITTER PLATFORMAMA](#) 2039
3. Miloš Đukić, Vladimir Rajs,
[NADZORNO-UPRAVLJAČKI SISTEM INDUSTRIJSKE PRERADE VODE](#) 2043
4. Goran Kecman,
[DIZAJN I VERIFIKACIJA ARHITEKTURE ZA REALIZACIJU STABALA ODLUKE U HARDVERU](#) .. 2047

5.	Jelena Bjelica, Željko Trpovski, TESTIRANJE I MODIFIKACIJE MATLAB DVB-T SIMULATORA	2051
6.	Živojin Nikolić, REALIZACIJA ETHERNET KOMUNIKACIJE KORIŠĆENJEM ČIPA ENC28J60 I PRIMENA ZA MERENJE TEMPERATURE I VLAŽNOSTI PUTEM INTERNETA	2055
7.	Zoran Milićević, SOFTVERSKO REŠENJE ZA 3D VIZUELIZACIJU I KOLABORATIVNO MODELOVANJE MREŽA	2059
8.	Stefan Negovanović, KOMPARATIVNA ANALIZA PERFORMANSI OPENGL I WPF GRAFIČKIH BIBLIOTEKA ZA 3D VIZUELIZACIJU MREŽA	2063
9.	Marko Vasiljević, JEDNOSTAVAN KALKULATOR ZA PROCENU RIZIKA - JAVNO DOSTUPNO JAVA REŠENJE ...	2067
10.	Miroslav Marić, UPOTREBA IRRLLIGHT I IRRKLANG BIBLIOTEKA ZA RAZVOJ 3D RAČUNARSKE IGRE	2071
11.	Bojana Timotijević, REALIZACIJA MEMORIJSKE BAZE PODATAKA POGODNE ZA NADZORNO-UPRAVLJAČKE SISTEME	2075
12.	Vilmoš Šomodi, PROŠIRENJE PLONE CMS SISTEMA UPOTREBOM TWITTER BOOTSTRAP OKRUŽENJA, LESS CSS PREPROCESORA I DIAZO ŠABLONA ZA TEME	2079
13.	Mitra Glogovac, ANALIZA SIGURNOSTI DISTRIBUTIVNIH MREŽA	2083
14.	Vukadin Glogovac, DINAMIČKA TERMIČKA ANALIZA KABLOVA, NADZEMNIH VODOVA I ULJNIH TRANSFORMATORA	2087
15.	Marijana Špurić, PERZISTENCIJA REAL-TIME PODATAKA U NADZORNO-UPRAVLJAČKIM SISTEMIMA	2091
16.	Ilija Djukic, Nemanja Lukic, Radomir Dzakula, and Drca Srdjan, A JAVA API INTERFACE FOR THE SEARCH OF THE EPG DATA IN ANDROID OS BASED DEVICES, Konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2013.	2095
17.	Danilo Ristovski, DETEKCIJA ZAMIŠLJENIH POKRETA GORNJIH I DONJIH EKSTREMITETA PRIMENOM VREMENSKO-FREKVENCIJSKE ANALIZE NAD EEG SIGNALIMA	2099
18.	Sebastijan Kaplar, PODSISTEM ZA SPECIFIKACIJU KORISNIČKIH PRAVA U OKVIRU KROKI ALATA	2103
19.	Sonja Kandić-Nazzal, CENTRALIZOVANA REGULACIJA NAPONA DISTRIBUTIVNIH MREŽA SA DISTRIBUTIVNIM GENERATORIMA	2107
20.	Boris Adamov, PRORAČUN KRATKIH SPOJEVA U ELEKTROENERGETSKIM SISTEMIMA PRIMENOM IEC I ANSI/IEEE STANDARDA	2111
21.	Miloš Mostarski, PRIMENA INFRASTRUKTURE JAVNIH KLJUČEVA U JAVA BAZIRANIM DISTRIBUIRANIM SISTEMIMA	2115
22.	Bobana Radosavljević, IP VIDEO NADZOR RASKRSNICE	2119
23.	Милица Лучић, УНИВЕРЗАЛНИ ЕКСПОРТЕР МРЕЖНОГ МОДЕЛА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКОГ СИСТЕМА	2123
24.	Ljubomir Malić, KOMUNIKACIJA PUTEM SMART-BUS PROTOKOLA U SMART-HOME SISTEMIMA	2127

25. Ljiljana Simić,	
HIJERARHIJSKA FUZZY-GENETSKA ARHITEKTURA ZA UPRAVLJANJE U INTELIGENTNIM ZGRADAMA	2131
26. Dejan Bokan, Nenad Četić, Jelena Kovačević, Velibor Ilić,	
CONTROL OF UNMANNED AERIAL VEHICLE BASED ON XMOS PLATFORM, Konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2013.	2135
27. Vladimir Sakač,	
TESTIRANJE UPOTREBLJIVOSTI ALGORITAMA ZA OZNAČAVANJE ČVOROVA MREŽE U REALNOM VREMENU	2139
28. Njegoš Novaković,	
UBRZANA KOMPENZACIONA METODA ZA PRORAČUN STRUJA KRATKIH SPOJEVA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI	2143
29. Milica Maksimović, Željen Trpovski,	
AUTOMATSKO IZDVAJANJE I PRETRAGA ZA SEGMENTIMA IZ MONTIRANIH AUDIO FAJLOVA	2147
30. Nebojša Košutić, Milan Mitrović, Milan Bjelica, Vladimir Jelovac,	
KONCEPT I REALIZACIJA PLATFORME ZA IGRU ZASNOVANE NA INTEGRACIJI UREĐAJA POTROŠAČKE ELEKTRONIKE SA ANDROID OS, Konferencija ETRAN, Zlatibor, juni 2012.	2151

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Dražen Berber,	
PROJEKAT KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE STAMBENE ZGRADE U NOVOM SADU	2155
2. Јована Топалић,	
МЕТОДОЛОГИЈА ПРОРАЧУНА БИЛАНСА ВОДА И ХИДРОМОДУЛА НАВОДЊАВАЊА	2159
3. Јован Менићанин,	
ТРОШКОВИ СПРОВОЂЕЊА МЕРА БЕЗБЕДНОСТИ И ЗДРАВЉА НА РАДУ У ГРАЂЕВИНАРСТВУ	2163
4. Александар Јанјиловић,	
АНАЛИЗА ПРОЦЕСА ИЗГРАДЊЕ ПОСЛОВНОГ ОБЈЕКТА СА АСПЕКТА ПОТРЕБНИХ ФИНАНСИЈСКИХ СРЕДСТАВА	2167
5. Бранислав Ковачевић,	
РЕКОНСТРУКЦИЈА И ПРОРАЧУН СТАБИЛНОСТИ НАСИПА НА ЛЕВОЈ ОБАЛИ ТИСЕ ОД КМ 10+400 ДО КМ 16+400	2171

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Milan Radivojević,	
ELEKTRONSKE DOZNAKE	2175
2. Sanja Jovanović,	
OBLIKOVANJE SKLADIŠNIH PROCESA U LANCIMA SNABDEVANJA	2179
3. Вељко Стаменковић,	
ПРИМЕНА САВРЕМЕНИХ ПРОЦЕДУРА УНАПРЕЂЕЊА БЕЗБЕДНОСТИ ПУТА НА ПОДРУЧЈУ КИПРА	2183

Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1. Nemanja Vučićević, Uroš Nedeljković,
EFEKTIVNOST NEKONVENCIONALNOG GRAFIČKOG DIZAJNA TETRA BRIK AMBALAŽE
ZA VOĆNI SOK 2187
2. Dragana Prodić, Živko Pavlović, Sandra Dedijer,
ANALIZA KVALITETA OTISKA TAMPON ŠTAMPE NA RAZLIČITIM PAPIRNIM
PODLOGAMA 2190
3. Sandra Ćirković, Dragoljub Novaković, Stefan Đurđević,
LENTIKULARNA ŠTAMPAU FUNKCIJI ZAŠTITE GRAFIČKE AMBALAŽE 2194
4. Milutin Milićević,
VIZUELIZACIJA MUZIČKE KOMPOZICIJE 2198
5. Slobodan Maričić, Dragoljub Novaković, Nemanja Kašiković,
MERENJE UTICAJA GUSTINE ŠTAMPE I TRAJANJA SUŠENJA NA OTPORNOST
ODŠTAMPANOG ELEKTROPROVODLJIVOG MATERIJALA 2202
6. Edvin Demendi, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević,
UTICAJ IZLAZNE REZOLUCIJE I VRSTE PODLOGE NA PORAST TONSKIH VREDNOSTI U
ELEKTROFOTOGRAFIJI 2206
7. Szalkai Szabolcs, Dragoljub Novaković, Pál Magdolna,
RAZVOJ PROGRAMSKE APLIKACIJE UČENJA NA DALJINU O OPERACIJAMA OBRADE
SAVIJANJEM ZA MAŠINU HORIZON AFC-546AKT 2210
8. Emilija Repaši, Nemanja Kašiković, Ivana Jurič,
UTICAJ TOPLOTNOG DEJSTVA NA KVALITET OTISAKA ODŠTAMPANIH INK JET
TEHNIKOM ŠTAMPE NA TEKSTILNE PODLOGE 2214

REKONSTRUKCIJA GASNE KOTLARNICE RECONSTRUCTION OF THE GAS BOILER ROOM

Jelena Perić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

OBLAST – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan opis stanja kotlarnice na lož ulje i predlog njene rekonstrukcije na prirodni gas, na konkretnom primeru kotlarnice. Opisani su dimnjak i dimovodna instalacija, izvršeno je dimenzionisanje i proračun dimnjaka. Dat je tehnički opis trenutnog i rekonstruisanog stanja kotlarnice, prikazani su izbori i proračuni elemenata kotlarnice, kao i potrebne mere bezbednosti i zaštite na radu.

Ključne reči: kotlarnica, rekonstrukcija kotlarnice, proračun dimnjaka, kotlovi na prirodni gas i lož ulje

Abstract – The paper presents the description of the condition of the boiler fuel oil and a proposal for reconstruction to the natural gas boiler, on concrete example. Chimney and flue installations are defined, also it was performed sizing and calculation. It's given a technical description of the current state of the reconstructed boiler room, choice and calculations of boiler elements, as well as the necessary safety measures and safety at work.

Keywords: boiler room, reconstruction of the boiler room, calculation of chimney, natural gas and fuel oil boilers.

1. UVOD

Svakodnevna potreba za što većom zaštitom prirodne sredine i toplotnom efikasnošću, uz što pristupačnije cene energenata, često dovodi do prelaska sa korišćenja čvrstih fosilnih goriva na gas.

U konkretnom slučaju, kotlarnica u OŠ „1. Oktobar“ u Bašaidu prelazi sa lož ulja na prirodni gas. Kotlarnica je izgrađena 1980. godine kao toplovodna kotlarnica u režimu 90/70 [°C] sa direktnom predajom toplotne energije ukupne snage $Q=1164$ [kW].

U kotlarnici se nalaze dva kotla sa gorionicima na lož ulje.

- SV 500N „EMO“ Celje, kapaciteta 582 [kW], proizveden 1980. godine
- TV-350 „MIP“ Čuprija, kapaciteta 350 [kW], proizveden 2003. godine

Kao cirkulacione pumpe koriste se dve pumpe:

- OČ-102 – PZ/100 E ($V = 50$ [m³/h], $H = 2,8$ [bar]), „IMP“ Ljubljana
- IPL 80/150-11/4 ($V = 55$ [m³/h], $H = 5,5$ [bar]), „WILO“

Ogranci su snabdeveni zapornom armaturom, te ne postoji mogućnost bilo kakve regulacije.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master arda čiji mentor je bio dr Dušan Uzelac, red. prof.

U kotlarnici se za održavanje pritiska u instalaciji koristi otvorena ekspanziona posuda koja se nalazi u tavanskom delu škole. U kotlarnici postoji oprema za hemijsku preradu vode, ali nije u funkciji.

Uoprednom analizom cene koštanja energenata za OŠ „1. Oktobar“ u Bašaidu (lož ulje) i OŠ „Đura Jakšić“ u Kikindi (gas), koje su približno jednake površine, dolazi se do zaključka da je grejanje u OŠ „1. Oktobar“ u Bašaidu tri puta skuplje nego u OŠ „Đura Jakšić“ u Kikindi.

Iz svega gore navedenog zaključuje se da postoji opravdanost rekonstrukcije kotlarnice, koja obuhvata:

- zamenu kotla SV 500 N, „EMO“ Celje, kapaciteta 582 [kW], proizveden 1980. godine, novim kotlom GV-800 „MIP“ Čuprija, kapaciteta 800 [kW], s obzirom da je jedan kotao SV 500 N, „EMO“ Celje, kapaciteta 582 [kW], već bio zamenjen kotlom TV-350 „MIP“ Čuprija, kapaciteta 350 [kW];
- nabavku i ugradnju opreme za vođenje kotlova prema spoljašnjoj temperaturi kao i opreme za daljinski nadzor i upravljanje radi obezbeđenja kvantitativne i kvalitativne kontrole procesa proizvodnje toplotne energije;
- montažu novog razdelnika i sabirnika;
- zamenu postojećih pumpi sa dve pumpe sa frekventnom regulacijom broja obrtaja čime bi se obezbedio varijabilni protok vode u skladu sa promenljivim potrebama za toplotom u sistemu;
- ugradnju kosih regulacionih ventila na povratnim vodovima ogranka radi kvantitativne regulacije protoka i
- ugradnju elektromotornog trokakovog regulacionog ventila i recirkulacionih kotlovskih pumpi sa svom potrebnom armaturom za zaštitu od hladnog kraja kotla.

2. O DIMNJACIMA

Dimnjak predstavlja obavezni element u svim kotlarnicama. Dimnjak sa spojnim komadom dimnjačom i ostalim konstruktivnim elementima čini dimovodnu instalaciju. Funkcija dimnjaka u odnosu na okolinu jeste da pomenute produkte sagorevanja evakuiše iz ložišnog prostora, a dimne gasove raspe na što udaljenije i veće površine.

2.1 Podela dimnjaka

2.1.1 Podela dimnjaka po vrsti goriva

- dimnjaci za ložišta na čvrsta goriva,
- dimnjaci za ložišta na tečna goriva (ložno ulje) i
- dimnjaci za ložišta na gas

2.1.2 Podela dimnjaka prema vuči

Sistemi za dimne gasove imaju zadatak da bezbedno odvedu otpadne gasove od priključenih ložišta i da istovremeno dovedu vazduh potreban za sagorevanje. To se može ostvariti prirodnom vučom, odnosno promajom koja se stvara u dimnjaku, ili veštačkom, korišćenjem ventilatora. Prema tome i dimnjaci se mogu podeliti na:

- dimnjake sa prirodnom vučom i
- dimnjake sa veštačkom vučom.

2.1.3 Podela dimnjaka prema vrsti postavljanja

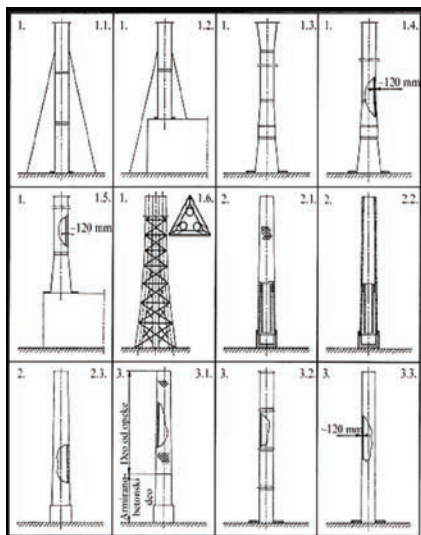
Prema mestu postavljanja, odnosno izgradnje dimnjake možemo podeliti na:

- dimnjake postavljene na tlu van kotlarnice;
- dimnjake postavljene na zgradi kotlarnice i
- dimnjake postavljene na kotlu.

2.1.4 Podela dimnjaka prema nameni

Prema nameni dimnjake delimo na obične i visokofabričke dimnjake.

2.1.5 Podela dimnjaka prema materijalu i obliku konstrukcije



Slika1. Karakteristični slučajevi dimnjaka

1. Limeni dimnjaci

- 1.1. *Limeni ankerisani dimnjak postavljen na tlu*
- 1.2. *Ankerisan limeni dimnjak postavljen na kotlu*
- 1.3. *Samostojeći limeni dimnjak sa jednostrukim omotačem postavljen na tlu*
- 1.4. *Samostojeći limeni dimnjak sa dvostrukim omotačem postavljen na tlu*
- 1.5. *Samostojeći limeni dimnjak sa dvostrukim omotačem postavljen na kotlu*
- 1.6. *Višecevni limeni dimnjak u rešetkastoj konstrukciji*

2. Zidani dimnjaci

- 2.1. *Zidani dimnjak od radijalnih opeka sa izolacionom cevi*
- 2.2. *Armiranobetonski dimnjak – visina do 100 [m]*
- 2.3. *Dimnjak od prenapregnutog i izolacionog betona – visine > 260 [m]*

3. Kombinovani dimnjaci

- 3.1. *Kombinovani dimnjak sa donjim delom od armiranog betona a gornjim delom od radijalne opeke*
- 3.2. *Limeni dimnjak obložen šamotnom opekama sa gasne strane*
- 3.3. *Limeni dimnjak izolovan sa vazdušne strane*

2.2 Projektovanje dimnjaka

2.2.1 Dimenzionisanje dimnjaka

Pravilno dimenzionisanje sistema dimnjaka dobija na značaju tim više što savremena ložišta zahtevaju gotovo granične vrednosti kako bi sistem dimnjaka ispunio svoje zadatke.

Osnovni delovi sistema dimnjaka su:

- ložište,
- dimnovodna cev (dimnjača) i
- dimnjak.

Osnovni zadaci dimnovodne instalacije su:

- nesmetano odvođenje dimnih gasova u atmosferu, a da pri tome ne dođe do nedopuštenog zagađenja okoline;
- sprečavanje nekontrolisanog prodora gasova u prostoriju;
- onemogućavanje nekontrolisanog curenja kondenzata štetnog za okolinu i
- stvaranje potpritiska u ložištu dovoljnog za savladavanje otpora u ložištu, dimnovodnoj cevi i dimnjaku (kod upotrebe atmosferskih ložišta).

Funkcija dimnjaka je bazirana na razlici gustine vazduha i dimnih gasova, što se može izraziti formulom:

$$\Delta p = g \cdot h \cdot \Delta \rho, [\text{Pa}] \quad (1)$$

gde su:

Δp - razlika pritisaka, [Pa],

g - ubrzanje sile teže = 9,81 [m/s²],

h - efektivna visina dimnjaka, [m],

$\Delta \rho$ - razlika gustine, [kg/m³].

3. TEHNIČKI OPIS

Postojeće stanje kotlarnice je bilo takvo da se u njoj nalaze dva kotla sa gorioncima na lož ulje i dve recirkulacione pumpe.

U kotlarnici se nalaze i ogranci sa zapornom armaturom (koji su nefunkcionalni), otvorena ekspanzion posuda za održavanje pritiska, kao i oprema za hemijsku preradu vode (koja je van funkcije).

Prostorija kotlarnice se nalazi u prizemnom, slobodnom stojećem objektu sa tri spoljna zida.

U kotlarnici je obezbeđena prirodna ventilacija prostorije pomoću odzračnih ventilacionih rešetki, postavljenih u vratima prozora kotlarnice.

Za potrebe snabdevanja toplotom OŠ “1. Oktobar” u Bašaidu izvršena je rekonstrukcija postojeće kotlarnice.

Kotlarnica je planom rekonstrukcije isprojektovana sa dve toplovodne kotlovske jedinice, nove na gas (snage $Q_1 = 800$ [kW]) i zadržane postojeće na lož ulje (snage $Q_2 = 350$ [kW]), sa režimom rada 90/70 [°C].

Novi gasni kotao je kapaciteta 800 [kW]. Ovaj kotao na gas je snabdeven gasnim gorionikom koji je usaglašen sa postojećim kotlom, i omogućava razvijanje pune snage sagorevanja i savladava otpor ložišta novog kotla.

Izabran je gorionik na gas sa smanjenom emisijom azotnih oksida i frekventnim regulatorom za regulaciju snage gorionika. Gorionik je opremljen elektronskim programatorom za vođenje procesa sagorevanja i odvojenim servomotorima za gas i vazduh. Automatika gorionika ima mogućnost naknadnog priključenja frekventne regulacije broja obrtaja motora.

Uz gorionik je predviđena gasna rampa gorionika dimenzije DN40.

Gorionik ima integrisan prigušivač buke, tako da na punoj snazi emisija buke bude ispod 80 [db].

Snabdevanje gasom je izvedeno iz nove merno regulacione stanice.

Kotao na lož ulje je zadržao postojeći gorionik, kao i postojeću opremu.

Kako bi se omogućila kvalitetnija raspodela toplotne energije, razvod i povrat vode urađeni su preko novoprojektovanih razdelnika i sabirnika.

Pogon mrežnih pumpi izveden je preko frekventnih regulatora broja obrtaja čime se obezbeđuje promenljivi protok vode u skladu sa trenutnim potrebama za toplotom u sistemu.

Protok pojedinih ogranaka toplovoda se reguliše pomoću kosih regulacionih ventila ugrađenih na povratnom vodu ogranaka.

Rekonstrukcijom je obuhvaćena i ugradnja elektromotornog trokrakog ventila i recirkulacionih kotlovskih pumpi sa svom potrebnom armaturom za zaštitu hladnog kraja kotla prilikom startovanja. Za oba kotla usvojeni su trokraki elektromagnetni regulacioni ventili. Održavanje pritiska odvija se preko diktir sistema, elektromagnetnog prestrujnog ventila, sonde nivoa tečnosti u otvorenoj ekspanzionoj posudi zajedno sa pripadajućim senzorima i automatikom DSC-10.

Za odvođenje dimnih gasova definisani su novi termički izolovani dimnjaci. Na dimnjacima su postavljeni svi elementi za bezbedan rad (vratanca za čišćenje, odvod kondenzata, mesto za merenje i analizu dimnih gasova dr.)

U okviru kotlarnice za sakupljanje otpadne vode iz sistema izvedena je jama za otpadnu vodu, a za izbacivanje otpadne vode iz jame postavljena je pumpa sa plovnim prekidačem.

Sve metalne površine su zaštićene od korozije, vidne metalne površine obojene, a cevi i uređaji koji prenose toplotu su izolovani polietilenskom negorivom - paronepropusnom izolacijom. Takođe je, urađeno odzračivanje u svim najvišim tačkama instalacije, a pražnjenje u najnižim tačkama.

Gasne cevi i uređaji obojeni su žutom farbom, a ostale instalacije bojama po važećim propisima.

3.1 Izbori i proračuni

3.1.1 Toplotno opterećenje kotlarnice

Na osnovu projekta postojaće kotlarnice, a s obzirom na to da se konzum nije menjao od vremena kada je projekat rađen i na osnovu postojećih kotlova na lož ulje, usvojeno je da je ukupni toplotni konzum **1150 [kW]**.

3.1.2 Izbor kotlova

Na osnovu zadatka rekonstrukcije gasne kotlarnice predviđena je upotreba jednog novog, savremenog, tropromajnog kotla koji bi kao energent koristio prirodni gas, kao i upotreba jednog postojećeg kotla koji kao energent koristi lož ulje.

Kotao 1.: Proizvođač-MIP-TIMO, Čuprija; Tip:800 – GF; Snaga: 800 [kW]; Otpor ložišta: $5,2 \cdot 10^2$ [Pa]. Kotao je predviđen za vrstu goriva-prirodni gas; Režim rada kotla: 90/70 [°C].

Kotao 2.: Proizvođač-MIP-TIMO, Čuprija; Tip:350 – TV; Snaga: 350 [kW]; Otpor ložišta: $2,4 \cdot 10^2$ [Pa]. Kotao je

predviđen za vrstu goriva-lož ulje; Režim rada kotla: 90/70 [°C].

3.1.3 Provera cevovoda u kotlarnici

Za dati kapacitet kotla izabrana je dimenzija potisnog i povratnog cevovoda do kotlovskog razdelnika i sabirnika.

Potreban protok:

$$G = \frac{Q_1}{1,163 \cdot \Delta t \cdot 3600} \quad (2)$$

Q_1 – snaga kotla 1 u [kW]

Za brzinu strujanja u cevovodu od $w \leq 1,0$ [m/s] potreban je prečnik cevovoda:

$$A = \frac{G}{w}, [\text{m}^2] \quad (3)$$

$$d = \left(\frac{4 \cdot A}{\pi} \right)^{0,5}, [\text{m}] \quad (4)$$

3.1.4 Provera dimenzija razdelnika i sabirnika

Dimenzija razdelnika i sabirnika bira se tako da brzina u njima bude manja ili jednaka najmanjoj brzini u granama toplovoda.

3.1.5 Potrošnja goriva

Maksimalna potrošnja prirodnog gasa:

$$B = \frac{Q}{H \cdot \eta}, [\text{m}^3/\text{h}] \quad (5)$$

3.1.6 Izbor gorionika

Prema preporuci proizvođača usvajaju se gorionici na gas sa redukovanom emisijom azotnih oksida i frekventnim regulatorom za regulaciju snage gorionika sledećih karakteristika:

Za kapacitet kotla od $Q_1 = 800$ [kW] Proizvod:

„Weishaupt“; Tip: WM-G20/2-A ZM-LN R1½“;

Područje učinka: 250÷1600 [kW];

Gasna rampa dimenzije: DN40;

Pritisak ispred zaporne slavine: $10 \cdot 10^3$ [Pa].

Za kapacitet kotla od $Q_2 = 350$ [kW] na lož ulje zadržava se postojeći gorionik sa svom pratećom opremom.

3.1.7 Provera dimenzija priključnog gasovoda u kotlarnici

Brzina strujanja gasova niskog pritiska usvaja se u granicama $w = 5 \div 2$, [m/s].

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot B}{\pi \cdot w}} \quad (6)$$

3.1.8 Provera cirkulacionih pumpi

3.1.8.1 Provera transportne mrežne pumpe

Cirkulacija vode u sistemu toplovoda obezbediće se pomoću jedne radne i jedne rezervne pumpe. Pogon mrežnih pumpi predviđen je preko frekventnih regulatora broja obrtaja čime se obezbeđuje varijabilni protok vode u skladu sa promenljivim potrebama za toplotom u sistemu.

$$G = \frac{Q_{uk}}{1,163 \cdot \Delta t \cdot 3600}, [\text{m}^3/\text{s}] \quad (7)$$

Q_{uk} – je izraženo u [kW]

3.1.9 Provera ventilacije i vazduha za sagorevanje

Ventilacija kotlarnice je primarna zaštita od požara i eksplozija. Provetravanje prostora kotlarnice mora osigurati potrebnu količinu vazduha za sagorevanje i održavanje standardnih radnih uslova. Provetravanje trebalo bi da bude prvenstveno prirodno, a ako to nije moguće, postavlja se mehanička ventilacija.

U kotlarnici je prirodna ventilacija, čime se obezbeđuje potrebno provetravanje prostora kotlarnice. Minimalna efektivna površina dovodnog otvora za ventilaciju i vazduh za sagorevanja za kotlarnice kapaciteta do 1200 [kW] iznosi:

$$A_{dim} = 5,8 \cdot Q_{uk}, [m^2] \quad (8)$$

$$A'_d = 1,2 \cdot A_{dim}, [m^2] \quad (9)$$

4. PRIMENJENE MERE BEZBEDNOSTI I ZAŠTITE NA RADU

Pri izradi ovog rada vodilo se računa o osnovnom faktoru u svim rešenjima, a to je faktor sigurnosti radnika i objekata. Sva rešenja iz ove oblasti usaglašena su sa postojećim i važećim Zakonskim propisima iz ovih oblasti.

Tu spadaju: Opšte mere zaštite u okviru objekta kotlarnice, Mere zaštite u okviru uređaja i opreme. Zaštita od štetnih gasova i para, Mere za obezbeđivanje lične zaštite

5. ZAKLJUČAK

Tema rada jeste rekonstrukcije kotlarnice u OŠ „1. Oktobar“ u Bašaidu, koja sa grejanja na lož ulje prelazi na sistem grejanja na gas. Poseban akcenat stavljen je na dimnjake i dimovodnu instalaciju.

U uvodnom delu dat je predmet proučavanja rada, opis stanja kotlarnice sa kotlovima na lož ulje i predlog rekonstrukcije kotlarnice.

Opisani su dimnjaci i dimovodne instalacije, i izvršen je proračun i dimenzionisanje dimnjaka. Posebna pažnja je usmerena ovim elementima kotlarnice jer je dimnjak predstavlja integralni deo energetskog sistema. Od presudne je važnosti za iskorišćenje sistema (energetska korisnost), zbog uticaja na okolinu (ekološka podobnost), te zbog sigurnosti rada (zaštita od požara).

Dat je tehnički opis trenutnog stanja u kotlarnici i opis rekonstruisanog stanja kotlarnice uz proračun i izbor elemenata kotlarnice.

Prikazane su potrebne mere bezbednosti i zaštite na radu čijim zakonima se uređuje sprovođenje i unapređivanje bezbednosti i zdravlja na radu lica koja učestvuju u radnim procesima, kao i lica koja se zateknu u radnoj okolini, radi sprečavanja povreda na radu, profesionalnih oboljenja i oboljenja u vezi sa radom.

Prednosti korišćenja gasa kao energenta u odnosu na lož ulje ogleda se u mnogim aspektima. Prvenstveno je to smanjenje aerzagadenja i broja problema koji se javljaju korišćenjem lož ulja.

Do sada je za grejanje postojeće kotlarnice korišćeno, kao osnovno gorivo, lož ulje, koje zbog svog porekla ima povišen sadržaj sumpora, teških asfalena, samostalnih materija i parafinskih primesa, a pri tome cena ovog energenta je daleko veća nego cena prirodnog gasa.

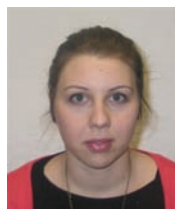
Na osnovu svih tehno-ekonomskih parametara, prelazak sa lož ulja na gas pokazao se kao opravdan. Smanjena je cena korišćenog energenta i smanjena je emisija štetnih gasova u okolinu.

Pošto je Kikinda opština sa velikim procentom gasnog rudnog bogatstva, veliki je potencijal u iskorišćenju ovog energenta. Uz adekvatnu preradu prirodnog gasa sa gasnog polja Mokrin, moglo bi se značajno uštedeti pri kupovini gasa ali je za to potrebno izvršiti procenu rezervi gasa na gasnom polju Mokrin, i dati detaljnu analizu sastava gasa i na osnovu svega videti isplativost.

6. LITERATURA

- [1] Uzelac D. i drugi, „Priručnik za kurs rukovođenja, rukovanja i održavanja cevovoda, uređaja i postrojenja za prirodni gas“, Novi Sad, septembar 2009.
- [2] Strelec V. & suradnici, „Plinarski priručnik“, 6. izdanje, Zagreb: Energetika Marketing, 2001.
- [3] Popović O., Bogner M., Simonović A., Stupar S., „O dimnjacima“, ETA, Beograd, 2001.
- [4] <http://www.schiedel.rs/>
- [5] <http://propack-trade.com/sr/dimniki/dimniske-tuljave-kompleti/>
- [6] Heidlmair J., „The Safety Chimney, Foundation for Safety, Quality of Life and Economic Viability“, Berlin, 2007.
- [7] Ralph L. Vandagriff, „Practical Guide to Industrial Boiler Systems“, Marcel Dekker Inc., New York, United States of America, 2011.
- [8] G. Jankes, M. Stanojević, M. Karan, „Industrijske peći i kotlovi“, Mašinski fakultet, Beograd, 1996.

Kratka biografija:



Jelena Perić rođena je u Kikindi 1987. god. Završila je Master studije na Rudarsko-geološkom fakultetu 2011. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Energetike i procesne tehnike iz predmeta Gasni aparati i kotlarnice odbranila je 2014. godine.



Dušan Uzelac rođen je u Velebitu 1949. godine. Doktorirao je 1991. god. a izabran u zvanje redovnog profesora 2002. godine. Šef je Katedre za mehaniku fluida i hidropneumatske sisteme na Departmanu za energetiku i procesnu tehniku Fakulteta tehničkih nauka iz Novog Sada.

ANALIZA SILA REZANJA PRI GLODANJU VREtenASTIM LOPTASTIM GLODALIMA**ANALYSIS OF CUTTING FORCES IN BALL END MILLING**

Tamaš Lendel, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj - Ovaj rad obuhvata istraživanje sila rezanja u tri ortogonalna pravca pri tvrdoj obradi okaljenog čelika Č4150 pomoću vretenastog loptastog glodala. Korišćen je koncept četvorofaktornog plana sa 5 nivoa variranja ulaznih parametara.

Abstract - In this paper the influence of the machining parameters on cutting forces during machining of annealed steel was investigated with a ball end milling tool. The concept of a four-factor plan was used with five levels of variations of the input parameters.

Ključne reči: Tvrda obrada, vretenasto loptasto glodalo, potpuni faktorni plan eksperimenta

Key words: Hard milling, ball end milling, Full Factorial Experimental Design

1. UVOD

Proces glodanja je postao veoma važan i koristan postupak u proizvodnji 3D površina različitih oblika. Zbog široke primene visoko automatizovanih mašina alatki u industriji, proizvodnja zahteva pouzdano praćenje procesa obrade, kao i modele i metode za optimizaciju procesa obrade [3].

Modeliranje procesa obrade je matematički neophodno da bi se postigao cilj u razumnom vremenskom roku. Prvi korak u procesu modeliranja je modeliranje mehanike procesa obrade koji omogućava predikciju sile rezanja.

Sile rezanja koje su razvijene tokom obrade, mogu direktno ili indirektno omogućiti predikciju izlaznih karakteristika procesa obrade kao što su habanje alata, postojanost alata itd.

Glodanje vretenastim loptastim glodalima je veoma čest proces obrade u savremenoj prerađivačkoj industriji, posebno u automobilske i avio industriji, biomedicini i u industriji alata za plastiku.

Primarni faktori koji utiču na sve izlazne karakteristike procesa obrade su broj obrtaja glavnog vretena, odnosno brzina rezanja, dubina rezanja (aksijalna i radijalna) i pomak po zubu.

2. USLOVI PRI EKSPERIMENTALNIM ISPITIVANJIMA

Cilj ovog istraživanja jeste da prikupi podatke o uticaju režima obrade na sile rezanja koje se javljaju prilikom obrade kaljenog čelika vretenastim loptastim glodalom. Akcenat je dat na pronalaženje dovoljno tačnih matematičkih modela kojima se mogu opisati sile rezanja u tri ortogonalna pravca x, y i z, u funkciji od parametara režima obrade.

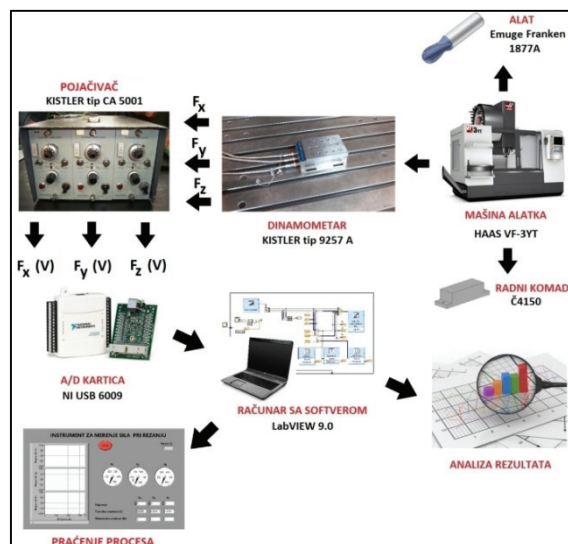
Tokom eksperimenta korišćen je merno-akvizicioni sistem za merenje sile rezanja pri glodanju vretenastim loptastim glodalom, čiji sastavni komponenti (delovi) su prikazani na slici 1.

Mašina alatka na kojoj je izvršena operacija glodanja je CNC obradni centar za glodanje "HAAS" VF-3YT.

Pri ispitivanjima je korišćeno vretenasto loptasto glodalo, proizvođača "EMUGE FRANKEN" tip 1877A Ø8 mm.

Ispitivanja su vršena na okaljenom čeliku Č4150, tvrdoće 58 HRC, prema matrici plana eksperimenta prikazanoj u tabeli 2.

Virtuelni instrument je razvijen u okviru katedre za procese obrade skidanjem materijala, uz pomoć softvera za grafičko programiranje LabVIEW 9.0.



Slika 1. - Šema merenja sile rezanja pri glodanju vretenastim loptastim glodalom

NAPOMENA:

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

Režimi obrade prilagođeni su tvrdoći materijala obratka i materijalu reznog alata. Obrada je izvođena bez sredstva

za hlađenje i podmazivanju. U sledećoj tabeli 1 su prikazani parametri obrade i njihovi nivoi za četvorofaktorni plan eksperimenta.

Tabela 1. - Parametri obrade i njihovi nivoi za četvorofaktorni plan eksperimenta

Parametri	Nivoi				
	-2	-1	0	1	2
Brzina rezanja v (m/min)	80	90	100	110	125
Pomak po zubu s ₁ (mm/z)	0,04	0,045	0,05	0,055	0,0625
Dubina rezanja a (mm)	0,32	0,36	0,4	0,44	0,5
Širina rezanja B (mm)	0,64	0,72	0,8	0,88	1,0

Tabela 2. - Matrica plana eksperimenta za četvorofaktorni model drugog reda

Redni broj	Kod faktor					Faktor				Naziv fajla
	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	v (m/min)	s ₁ (mm/z)	a (mm)	B (mm)	
1	1	-1	-1	-1	-1	90	0,045	0,36	0,72	F-1
2	1	1	-1	-1	-1	110	0,045	0,36	0,72	F-2
3	1	-1	1	-1	-1	90	0,055	0,36	0,72	F-3
4	1	1	1	-1	-1	110	0,055	0,36	0,72	F-4
5	1	-1	-1	1	-1	90	0,045	0,44	0,72	F-5
6	1	1	-1	1	-1	110	0,045	0,44	0,72	F-6
7	1	-1	1	1	-1	90	0,055	0,44	0,72	F-7
8	1	1	1	1	-1	110	0,055	0,44	0,72	F-8
9	1	-1	-1	-1	1	90	0,045	0,36	0,88	F-9
10	1	1	-1	-1	1	110	0,045	0,36	0,88	F-10
11	1	-1	1	-1	1	90	0,055	0,36	0,88	F-11
12	1	1	1	-1	1	110	0,055	0,36	0,88	F-12
13	1	-1	-1	1	1	90	0,045	0,44	0,88	F-13
14	1	1	-1	1	1	110	0,045	0,44	0,88	F-14
15	1	-1	1	1	1	90	0,055	0,44	0,88	F-15
16	1	1	1	1	1	110	0,055	0,44	0,88	F-16
17	1	0	0	0	0	100	0,05	0,4	0,8	F-17
18	1	0	0	0	0	100	0,05	0,4	0,8	F-18
19	1	0	0	0	0	100	0,05	0,4	0,8	F-19
20	1	0	0	0	0	100	0,05	0,4	0,8	F-20
21	1	0	0	0	0	100	0,05	0,4	0,8	F-21
22	1	0	0	0	0	100	0,05	0,4	0,8	F-22
23	1	-2	0	0	0	80	0,05	0,4	0,8	F-23
24	1	2	0	0	0	125	0,05	0,4	0,8	F-24
25	1	0	-2	0	0	100	0,04	0,4	0,8	F-25
26	1	0	2	0	0	100	0,0625	0,4	0,8	F-26
27	1	0	0	-2	0	100	0,05	0,32	0,8	F-27
28	1	0	0	2	0	100	0,05	0,5	0,8	F-28
29	1	0	0	0	-2	100	0,05	0,4	0,64	F-29
30	1	0	0	0	2	100	0,05	0,4	1,0	F-30

Radi boljeg pregleda rezultata date su grafičke interpretacije rezultata ispitivanja u vidu dijagrama promene sila rezanja u zavisnosti od vremena rezanja.

Da bi što ekonomičnije iskoristili materijal obratka, tokom eksperimenta sa istim dubinama rezanja, uvek je korišćen novi čošak (ugao) obratka. Kao rezultat toga na dijagramima sila rezanja se pojavljuje situacije da signali za komponente F_x i F_y iznose nekada pozitivne, a nekada negativne vrednosti.

3. EKSPERIMENT

Određivanje sile rezanja se vrši na osnovu sledećih jednačina [2].

$$y_i = \ln F_{\text{mereno}} \quad (1)$$

Nakon logaritmovanja merenih vrednosti sledi izračunavanje koeficijenta regresije u kodiranim koordinatama. Postoje više koeficijenta za koje ima

posebne jednačine, a od tih jednačina je dat primer vezano za model bez međusobnih uticaja:

$$b_0 = \frac{1}{6} (y_{17} + y_{18} + y_{19} + y_{20} + y_{21} + y_{22}) \quad (2)$$

$$b_1 = \frac{1}{24} (-y_1 + y_2 - y_3 + y_4 - y_5 + y_6 - y_7 + y_8 - y_9 + y_{10} - y_{11} + y_{12} - y_{13} + y_{14} - y_{15} + y_{16} - 2y_{23} + 2y_{24})$$

$$b_2 = \frac{1}{24} (-y_1 - y_2 + y_3 + y_4 - y_5 - y_6 + y_7 + y_8 - y_9 - y_{10} + y_{11} + y_{12} - y_{13} - y_{14} + y_{15} + y_{16} - 2y_{25} + 2y_{26})$$

$$b_3 = \frac{1}{24} (-y_1 - y_2 - y_3 - y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 - y_9 - y_{10} - y_{11} - y_{12} + y_{13} + y_{14} + y_{15} + y_{16} - 2y_{27} + 2y_{28})$$

$$b_4 = \frac{1}{24} (-y_1 - y_2 - y_3 - y_4 - y_5 - y_6 - y_7 - y_8 + y_9 + y_{10} + y_{11} + y_{12} + y_{13} + y_{14} + y_{15} + y_{16} - 2y_{29} + 2y_{30})$$

Posle izračunavanja koeficijenta regresije, vrši se dekodiranje modela prema sledećim jednačinama koje su vezane za model bez međusobnih uticaja (model prvog reda):

$$p_0 = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i \cdot a_i$$

$$p_i = A_i \cdot b_i \quad (3)$$

gde se A_i izračunava na osnovu sledeće:

$$A_i = \frac{2}{\ln \left(\frac{F_{i1}}{F_{i2}} \right)}$$

$$a_i = 1 - A_i \ln F_{i1} \quad (4)$$

gde je:

F_{i1} - kodirano $x_i = 1$ viša vrednost faktora,
 F_{i2} - kodirano $x_i = -1$ niža vrednost faktora.

Nakon antilogaritmovanja, dobija se računaska vrednost u stvarnim koordinatama.

$$F_i = C \cdot v^{p_1} \cdot s_1^{p_2} \cdot a^{p_3} \cdot B^{p_4} \quad (5)$$

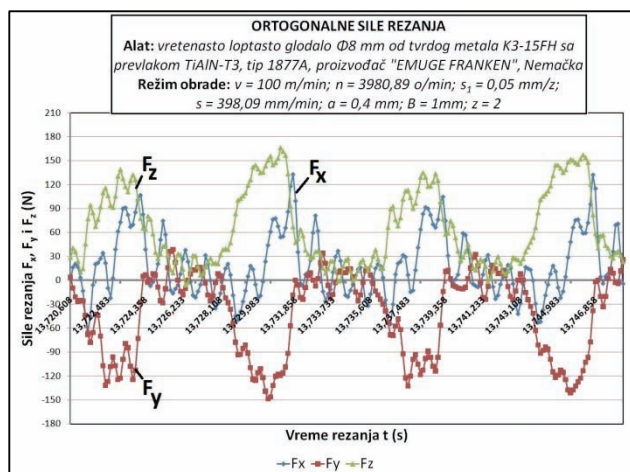
gde je:

$$C = \exp(p_0).$$

U daljem tekstu prema navedenim jednačina prikazan je jedan primer iz izmerenih eksperimenata. Neka ovaj izabran eksperiment bude zadnji, odnosno eksperiment sa oznakom F-30.

Za proračun navedenih jednačina korišćen je softver PLAN4, koji je razvijen na Fakultetu tehničkih nauka [4].

Na slici 2 date su sile rezanja u tri ortogonalna pravca za 4 uzastopnih zuba alata.



Slika 2. - Ortogonalne sile rezanja F_x , F_y i F_z pri eksperimentu F-30

Tokom proračuna vrednosti koje su izračunate iz jednačine 4, su iste za sva tri ortogonalna pravca, a to su:

$$A_i = \frac{2}{\ln\left(\frac{v_1}{v_2}\right)} = \frac{2}{\ln\left(\frac{110}{90}\right)} = 9,966.$$

Iz iste jednačine se dobija:

$$a_1 = 1 - 9,966 \cdot \ln 110 = -45,845,$$

$$a_2 = 1 - 9,966 \cdot \ln 0,055 = -8,966,$$

$$a_3 = 1 - 9,966 \cdot \ln 0,44 = 9,182,$$

$$a_4 = 1 - 9,966 \cdot \ln 0,88 = 2,274.$$

3.1 Proračun sile rezanja u pravcu x ose

Koeficijenti regresije su sledeći (jednačina 2):

$$b_0 = 4,658 \quad b_3 = 0,224$$

$$b_1 = 0,036 \quad b_4 = 0,038$$

$$b_2 = 0,063$$

Nakon dobijanja ovih parametara, mogu se izračunati vrednosti vezane za p_i (jednačina 3).

$$C = 1205,956$$

$$p_1 = 0,356 \quad p_2 = 0,629$$

$$p_3 = 2,235 \quad p_4 = 0,381$$

Računska vrednost za silu F_x na osnovu jednačine 5 je sledeća:

$$F_x = 1205,956 \cdot 100^{0,356} \cdot 0,05^{0,629} \cdot 0,4^{2,235} \cdot 1^{0,381}$$

$$F_x = 121,90 \text{ N}$$

3.2 Proračun sile rezanja u pravcu y ose

Za proračun sile rezanja u ortogonalnom pravcu y ose takođe se koriste iste jednačine, koje su bile navedene na početku poglavlja 3. Dakle, iz jednačine 2 se dobija:

$$b_0 = 4,618 \quad b_3 = 0,270$$

$$b_1 = 0,056 \quad b_4 = -0,020$$

$$b_2 = 0,043$$

Iz jednačine 3 se mogu izračunati sledeće vrednosti:

$$C = 326,301$$

$$p_1 = 0,554 \quad p_2 = 0,426$$

$$p_3 = 2,696 \quad p_4 = -0,200$$

Računska vrednost za silu F_y se iznosi:

$$F_y = 326,301 \cdot 100^{0,554} \cdot 0,05^{0,426} \cdot 0,4^{2,696} \cdot 1^{-0,2}$$

$$F_y = 98,571 \text{ N}$$

3.3 Proračun sile rezanja u pravcu z ose

Na osnovu jednačine 2 koeficijenti regresije za z osu iznose:

$$b_0 = 4,994 \quad b_3 = 0,110$$

$$b_1 = 0,049 \quad b_4 = -0,004$$

$$b_2 = 0,066$$

Proračun na osnovu jednačine 3 ima sledeće vrednosti:

$$C = 0,001$$

$$p_1 = 9,833 \quad p_2 = -26,614$$

$$p_3 = -38,145 \quad p_4 = 5,275$$

Nakon dobijanja ove vrednosti, mogu se izračunati sile rezanja u pravcu z ose:

$$F_y = 0,001 \cdot 100^{9,833} \cdot 0,05^{-26,614} \cdot 0,4^{-38,145} \cdot 1^{5,275}$$

$$F_y = 98,571 \text{ N}$$

4. ANALIZA REZULTATA

Kao što se vidi na dijagramu (slika 2), dva susedna zapisa sile rezanja se uvek razlikuju, a naizmenični su kao slika u ogledalu. Verovatni uzrok ove pojave je to da zubi alata nisu idealno urađeni, i da ima malih odstupanja u dimenziji.

Signifikantnost određenih faktora se proverava iz razloga što model može da sadrži faktore koji nisu od velikog značaja u pogledu tačnosti modela. Da bi se uprostio matematički model, ovi faktori se mogu ukloniti. Postupak izračunavanja disperzionih odnosa potrebnih za ocenu signifikantnosti parametara i adekvatnosti modela je dat u daljem tekstu.

Ocena signifikantnosti se računa na osnovu jednačine:

$$S_{b0} = \frac{1}{c_{00}} b_0^2 \quad F_{r0} = \frac{S_{b0}}{S_E^2} \quad (6)$$

Parametar je signifikantan ako je $F_{ri} > F_t$. Prema Fišeru $F_{t(f_1, f_2)}$ se nalazi za dati prag značajnosti α i stepene slobode $f_1 = f_i = 1$; $f_2 = f_E$ pa je $F_{t(1,5)} = 6,61$.

Model je adekvatan ako je $F_a < F_t$, gde je $F_a = S_a^2 / S_E^2$, a iz tablice za dati prag značajnosti α i stepene slobode $f_1 = f_a$ i $f_2 = f_E$ pa je $F_{t(10,5)} = 4,47$.

Vrednosti ovih proračuna su date u sledećim tabelama. Važna napomena je da nesigifikantni parametri su obeleženi sa zvezdicom (*).

Tabela 3. - Ocena signifikantnosti parametara i adekvatnosti modela

Model	Koeficijenti			
	Regresije		Signifikantnosti	
	Oznaka	Vrednosti	Oznaka	Vrednost
Model bez međusobnih uticaja	C	1205,956	F _{r0}	1077265,26
	p ₁	0,0356	F _{r1}	49,813
	p ₂	0,629	F _{r2}	155,394
	p ₃	2235	F _{r3}	1961,016
	p ₄	0,381	F _{r4}	56,867
	Adekvatnost		F _a	47,563

Tabela 4. - Ocena signifikantnosti parametara i adekvatnosti modela

Model	Koeficijenti			
	Regresije		Signifikantnosti	
	Oznaka	Vrednosti	Oznaka	Vrednost
Model bez međusobnih uticaja	C	326,301	F _{r0}	90327,637
	p ₁	0,554	F _{r1}	10,455
	p ₂	0,426	F _{r2}	6,194*
	p ₃	02,696	F _{r3}	247,874
	p ₄	-0,200	F _{r4}	1,370*
	Adekvatnost		F _a	14,357

Tabela 5. - Ocena signifikantnosti parametara i adekvatnosti modela

Model	Koeficijenti			
	Regresije		Signifikantnosti	
	Oznaka	Vrednosti	Oznaka	Vrednost
Model bez međusobnih uticaja	C	260,225	F _{r0}	3756506,090
	p ₁	0,486	F _{r1}	306,869
	p ₂	0,656	F _{r2}	560,804
	p ₃	1,101	F _{r3}	1577,345
	p ₄	-0,043	F _{r4}	2,458*
	Adekvatnost		F _a	186,291

5. ZAKLJUČAK

Rad ukazuje na kompleksnost procesa koji se odvijaju prilikom rezanja. Postoji veliki broj uticajnih faktora koji utiču na dobijene rezultate, a neki od njih su sledeći: sredstvo za hlađenje i podmazivanje, habanje alata, vibracija, ispravnost mašine alatke i alata itd.

Na osnovu sprovedenih teorijskih i eksperimentalnih istraživanja, kao i izvršenih analiza, mogu se izvesti sledeći zaključci:

1. Materijal obratka ima malu obradljivost i potreban je precizan odabir režima rezanja i alata za obradu.
2. Unapređenje procesa obrade kaljenih materijala ima za cilj poboljšanje produktivnosti, fleksibilnosti, kvaliteta, smanjenje termičkih deformacija itd.
3. Proces dobijanja adekvatnog matematičkog modela je složen sa mnoštvom faktora.
4. Postoji veliki broj softvera koji se koriste za prikupljanje podataka o silama u zoni rezanja. Na taj veoma složen proces utiče više faktora. Zbog tačnosti same merno-akvizicionog sistema i tačnosti njegovog instaliranja, neophodno je da i sam korisnik poznaje teorijsko znanje o softveru, kako bi mogao da uvidi i otkloni eventualne greške pri obradu podataka.

5. Najvažniji zaključak je da je pre eksperimenta potrebno izvršiti kontrolu geometrijskih parametara na alatu. Pošto nije provereno, dobijen rezultat prikazuje da se dva susedna zapisa sila rezanja uvek razlikuju, a da su naizmenični kao slika u ogledalu.

6. LITERATURA

- [1] Cus, F., Milfelner, M., Balic, J., - *An intelligent system for monitoring and optimization of ball-end milling process*, Journal of Materials Processing Technology 175, 90-97, 2006. godine
- [2] Kovač, P. - *Modeliranje procesa obrade*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2006. godine
- [3] Oguzhan, T. - *Prediction of cutting forces in three and five-axis ball-end milling with tool indentation effect (doktorska disertacija)*, The University of British Columbia (Vancouver), Canada, 2013. godine
- [4] Uzelac, S., Sekulić, M. - *Razvoj softvera za obradu eksperimentalnih rezultata metodom višefaktornog plana - PLAN4*, Seminarski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1994. godine

Kratka biografija:



Tamaš Lendel rođen je u Senti 1990. Diplomski-master rad na Fakultetu Tehničkih Nauka iz oblasti Mašinstvo - Procesi obrade skidanjem materijala i simulacije, odbranio je 2014. god.

PROJEKTOVANJE SISTEMA ZA PRIPREMU OGREVNOG DRVETA**DESIGNING A SYSTEM FOR FIREWOOD PREPARATION**

Jovica Surčinski, Jovan Vladić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je dat prikaz rešenja sistema koji se primenjuje za pripremu, odsecanje i cepanje, drveta u domaćinstvima. Analizirano je rešenje sa automatskim i ručnim upravljanjem. Cilj je bio da se formira koncept, koji će obezbediti prednost u odnosu na postojeća rešenja u pogledu upravljanja i transporta, sa upotrebom jednostavnih komponenti hidrosistema.

Ključne reči: ogревно drvo, sečenje, cepanje, hidraulika, transport.

Abstract – The task of this work was to design a hydraulic firewood processor for household application. The variants with automatic and hand control were analyzed. The aim was to develop a concept with improved performances compared to existing solutions, under the application of simple hydraulic components.

Ključne reči: firewood, cutting, splitting, hydraulics, transport

1. UVOD

Priprema ogревноg drveta je veoma naporan posao. Ranije su testera i sekira bile neizostavni alat kada je u pitanju sečenje i cepanje drveta. Razvojem tehnike i mašina doslo se do olakšanja u sečenju drveta i usitnjavanju. Ali, zbog velikog prečnika odsečenog komada drveta, još uvek je bilo potrebe za sekirrom.

Neretko, ljudi koji su često radili taj fizički težak posao morali su biti krupnije građe. Upravo je to i bio razlog da se pojavi jedna ovakva mašina, koja bi u potpunosti mogla da odmeni čoveka, a da testeru i sekiru potisne u prošlost.

Zamisao je da se od dužeg komada drveta odsecaju manji komadi, koji bi se zatim cepali na više manjih komada. Problemi koji su pratili razvoj ovakvih uređaja bili su tehničke prirode. Nije postojala mogućnost jednostavnog pokretanja sastavnih uređaja i upravljanja njima, bez primene mnogo različitih komponenti.

Primena hidrosta-tičkog prenosa snage, sa jednostavnom mogućnošću upravljanja, omogućava pojavu ovih mašina. Zbog složenosti i izvršavanja više različitih operacija, možemo ih nazvati sistemom za pripremu ogревноg drveta jer se sastoje od više različitih uređaja, koji zajedno čine funkcionalan sistem.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Jovan Vladić, red. prof.

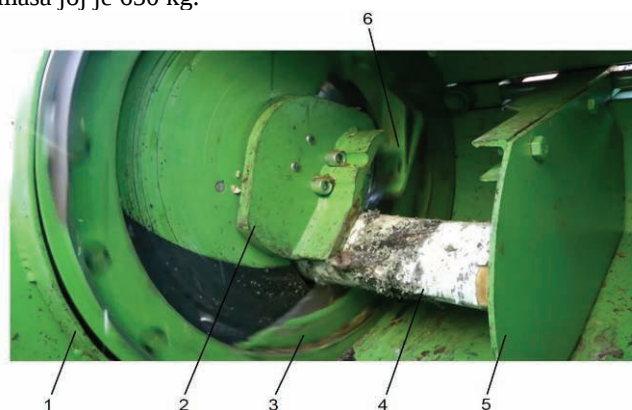
2. PREGLED IZVEDENIH REŠENJA**2.1. Uređaj sa mehaničkim prenosnim sistemom**

Prenos snage i kretanja od pogorskog motora prema radnim uređajima izveden je mehanički, posredstvom zupčastih parova i lančastih prenosnika, bez upotrebe hidrosta-tičkog sistema.



Slika 1. Uređaj za cepanje drveta sa mehaničkim prenosnim sistemom: 1- noseća konstrukcija sa točkovima, 2-motor SUS, 3-uređaj za odsecanje i cepanje drveta, 4-izlazni trakasti transporter, 5-ulazni trakasti transporter

Prema želji, mogu se koristiti tri vrste pogona. Jedan je pomoću traktora i PTO priključka, a drugi je pomoću električnog trofaznog motora snage 11 kW. U obe izvedbe realizovan je kao uređaj nošen na traktorskim polugama. Treći izbor pogona je benzinski motor SUS snage 13 kW (slika 1). U ovoj izvedbi, uređaj je realizovan kao prikolica za automobil, sa mogućnošću prevoženja javnim saobraćajnicama. Kapacitet mašine je oko 10 m³/h, a masa joj je 650 kg.



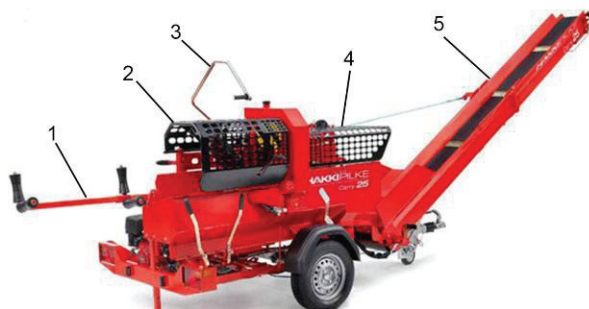
Slika 2. Uređaj za odsecanje i cepanje drveta: 1-nepokretni disk, 2-oslonac, 3-pokretni disk sa sečivom, 4-drvo koje se odseca, 5-graničnik za dužinu odsecanja, 6-nož (klin) za cepanje

Odsecanje i cepanje izvodi se istim uređajem (slika 2). Disk koji odseca drvo ima na sebi ekscentrično sečivo sa

oštrom ivicom (3). Sa unutrašnje strane, on klizi po drugom disku (1), koji je nepokretan, i zajedno sa njim formira ravan smicanja u kojoj dolazi do odsecanja. Isti disk, koji se obrće, izvodi i cepanje. Na svom telu ima profilisan nož (6) koji je postavljen u takav položaj da, u toku odsecanja, započinje i cepanje drveta. Ulazni broj obrtaja, kada je pogon preko traktorskog PTO-izlaza, je 540 min^{-1} . Još manji broj obrtaja je na kružnom sečivu pa je zbog toga obrtni moment veliki i sečivo bez većih problema odseca drvo. Oslonac (2) ima zadatak da pridrži drvo u trenutku delovanja sile od strane sečiva. Graničnik (5) definiše kolika će biti dužina odsečenog komada drveta. Podesiv je u rasponu od 250 mm do 500 mm.

2.2. Uređaj sa hidrostatičkim prenosnim sistemom

Kod ovog uređaja, pogon kretanja svih radnih organa je hidrostatički. Motor SUS, posredstvom hidropumpe, pogoni hidromotore za sečenje trupca, ulaznog i izlaznog transportera i hidrocilindar za cepanje trupca. Pomoćno kretanje lančaste testere izvodi se ručno. U prostoru za cepanje nalaze se dva hidrocilindra, čije je kretanje usklađeno sa kretanjem testere, a rade naizmenično jedan u odnosu na drugi.



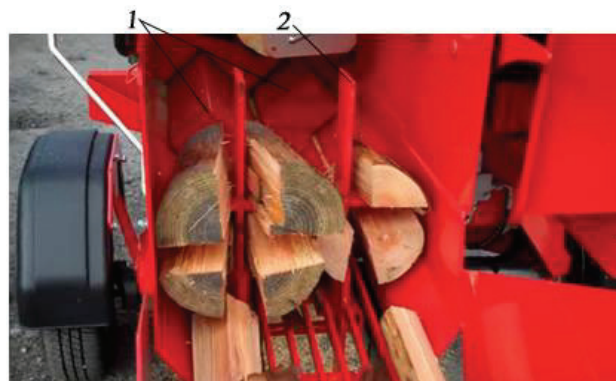
Slika 3. Uređaj za cepanje sa hidrostatičkim prenosnim mehanizmom: 1-ulazni transporter, 2-zaštitni poklopac radnog prostora testere, 3-poluga za ručno zakretanje testere, 4-zaštitni poklopac radnog prostora cepača, 5-izlazni transporter

Preko vučne rude, mašina se priključuje na vozilo i transportuje do radnog mesta u šumi ili negde gde je skladišteno drvo. Zbog kompaktne konstrukcije, relativno male mase od samo 830 kg i ispunjenja zahteva u pogledu bezbednosti, omogućena je upotreba u saobraćaju. Na vučnoj rudi se nalazi naletna kočnica, a za siguran rad predviđena je i parkirna kočnica. Pogonski motor je benzinski motor SUS, snage 10 kW.

Ulazni transporter predstavlja nazubljeni valjak čiji hidromotor se aktivira kada se testera vrati u početni položaj. Iznad ulaznog transportera nalazi se pritiskivač koji, pod dejstvom opruge, pritiska trupac koji se nalazi u prostoru za odsecanje i onemogućuje da se trupac pomera. Podizanjem testere u početni položaj, aktiviraju se hidrocilindri cepača.

Prvo se aktivira jedan, a nakon odsecanja drugog komada drveta i vraćanja testere u početni položaj, aktivira se drugi cepač. Ovim redosledom aktiviranja hidrocilindara obezbeđeno je da ne dolazi do zastoja zbog vremena potrebnog za rascepljivanje, nego je testera u mogućnosti da odseca sledeći komad drveta sa pauzom kolika je potrebno da se vrati u početni položaj (slika 4). Prema

tome, dolazi do povećanja kapaciteta, ali je on i dalje zavisao od brzine testere, odnosno brzine odsecanja. Na cepačima postoji mogućnost izbora da li će se trupac cepati na dva ili četiri dela, a to zavisi od prečnika trupca. Izbor, da li će cepanje biti na dva ili četiri dela, izvodi se jednostavnim podizanjem noževa na gore.

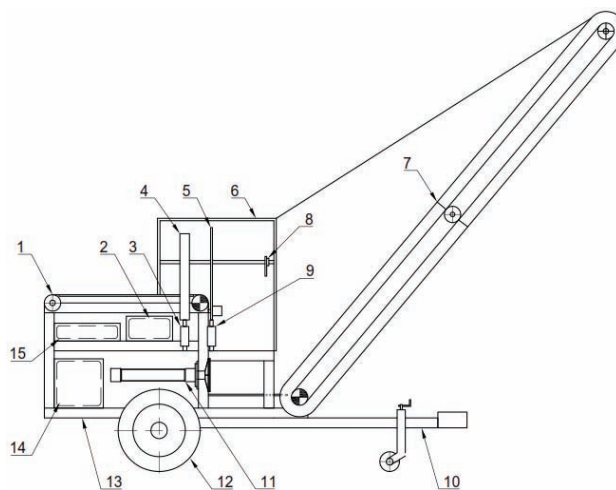


Slika 4. Raspored cepača: 1-pritiskivač cepača, 2-nož cepača

3. KONCEPT REŠENJA

3.1. Usvajanje koncepta

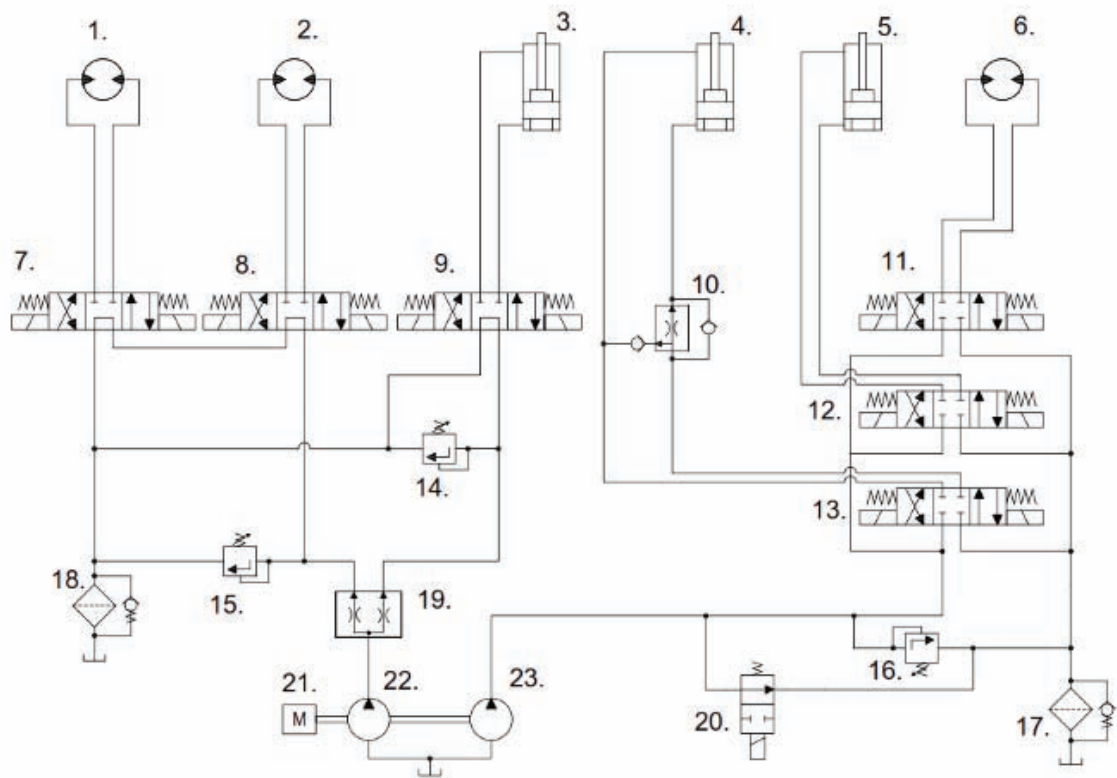
Usvojena je mašina vučenog tipa, na točkovima, sa mogućnosti učestvovanja u saobraćaju (slika 5). Mašina poseduje sledeće radne uređaje: ulazni trakasti transporter (1), upravljačku tablu (2), hidrocilindar pritiskivača (3), pritiskivač (4), testeru (5), zaštitni poklopac (6), izlazni trakasti transporter (7), graničnik hoda za cepanicu (8), hidrocilindar zakretanja testere (9), vučnu rudu sa pomoćnim točkom (10), hidrocilindar cepača (11), točkove sa torzionom osovinom (12), noseću konstrukciju (13), hidroagregat (14) i razvodne ventile (15).



Slika 5. Koncept rešenja

3.2. Hidraulična šema i princip rada

Prethodnom analizom obuhvaćeni su radni uređaji i pogonske pumpe. Usvojene su i upravljačke komponente. Pokretanjem motora SUS (21, slika 6) vrši se prenos snage preko hidropumpi (22) i (23). Ulje teče kroz sistem, ali kako nijedan uređaj nije uključen, vraća se nazad u rezervoar uz veoma malu angažovanu snagu motora SUS. Uključuje se hidromotor (2) izlaznog transportera.



Slika 6. Hidraulična šema

Njegov rad traje za sve vreme pripreme ogrevnog drveta, bez isključivanja. Na ulazni transporter se postavlja cepanica, neposredno ispred testere.

Prema definisanom dijagramu put-vreme (slika 7), uključivanje pojedinih uređaja odvija se postupno. Senzor detektuje da je postavljena cepanica i uključuje hidromotor ulaznog transportera (6).

Cepanica ulazi u radni prostor testere. Zaustavljanje se kontroliše sa senzorom položaja, odnosno željenom dužinom odseče-nog komada.

Kada se zaustavi ulazni transporter, uključuje se hidrocilindar (5) pritiskivača cepanice.

Istovremeno, uključuju se hidrocilindar (4) za zakretanje testere i hidromotor pogona testere (1).

Sa malim kašnjenjem, zbog redne veze i većeg otpora, hidrocilindar (4) započinje kretanje.

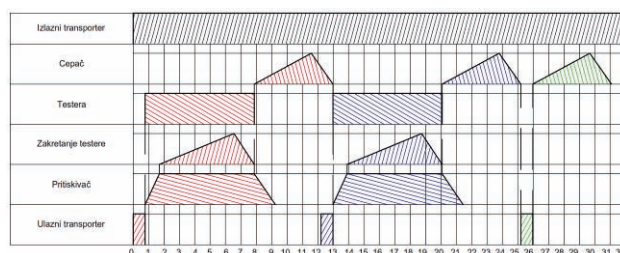
Dolazak testere do kraja hoda aktivira senzor i testera se vraća u početni položaj.

Nakon što se testera vratila, isključuju se hidrocilindar (5) pritiskivača i hidromotor pogona testere (1).

Za to vreme, odsečeni deo cepanice pada u prostor za cepanje i uključuje se hidrocilindar (3) cepača. Nakon završenog rascepljivanja i vraćanja hidrocilindra u početni položaj, ciklus ide od početka.

Za slučaj sečenja cepanice dužine 1000-1200 mm, potrebno je podesiti položaj senzora za trajanje rada ulaznog transportera, tako da dužine odsečenih komada budu približno iste.

Na dijagramu put-vreme (slika 7) prikazana su kretanja u okviru ciklusa pri sečenju cepanice dužine 1000 mm (treći ciklus obuhvata samo cepanje, bez odsecanja).



Slika 7. Dijagram put-vreme za automatsko upravljanje

3.3. Analiza radnog ciklusa

Prilikom formiranja hidrauličkog sistema primenjena je standardna procedura, u kojoj se najpre vrši dimenzionisanje i izbor hidrauličnih cilindara i motora radnih uređaja u sistemu, zatim hidrauličnih pumpi i na kraju pogonskog motora SUS.

Na osnovu pregleda izvedenih rešenja, dolazi se do potrebne brzine sečenja i cepanja kao i sile hidrocilindra za cepanje.

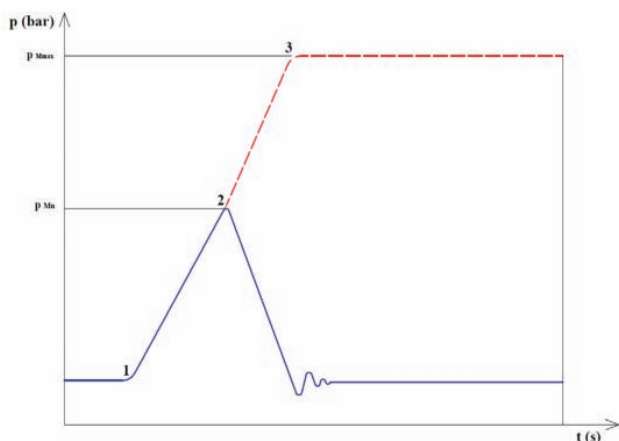
Na osnovu proračunske analize zaključeno je da se maksimalna sila u toku procesa cepanja ostvaruje pri pritisku koji je nešto manji od pritiska reagovanja ventila sigurnosti.

Cepanje pri maksimalnoj sili retko se dešava, ali je moguće kada se pojavi komad drveta sa velikom čvrstoćom (zona grananja žila drveta ili zona grananja krošnje).

Otpori su pri tome toliko veliki, da je potrebna maksimalna sila cepanja, pa ni ona ne mora uvek da bude dovoljna (u tom slučaju reaguje ventil sigurnosti).

Na dijagramu koji je prikazan na slici 8 vidi se promena pritiska u toku cepanja drveta, u zavisnosti od vremena izvođenja radnog hoda: plava linija predstavlja promenu

pritiska u toku cepanja običnog komada drveta, bez posebno visokog opterećenja pogonkog motora.



Slika 8. Promena pritiska u toku cepanja drveta

Ukoliko se cepa drvo velike čvrstoće ili sekcija granjanja krošnje, pritisak u sistemu raste, kao što prikazuje crvena linija. To je režim u kome se razvija maksimalna sila cepanja i, ako ona nije dovoljna, reaguje ventil sigurnosti. Ovaj režim predstavlja režim preopterećenja, merodavan za proveru čvrstoće metalne konstrukcije uređaja.

Trajanje ciklusa definisano je trajanjem rada pojedinih uređaja u sistemu. Na osnovu odabranih izvršnih hidrauličnih komponenti izvršen je proračun brzina izvođenja pojedinih kretanja i trajanja ovih kretanja (u oba smera kretanja) a zatim je formiran dijagram put-vreme (slika 7) na kome su prikazane sve radne operacije i njihovo trajanje.

3. ZAKLJUČAK

Uređaj za pripremu ogrevnog drveta za loženje (testerenje na potrebnu dužinu, cepanje i transportovanje na deponiju u vidu neuređene gomile) predstavlja kompaktno rešenje sa visokim kapacitetom rada i obezbeđenom visokom bezbednošću radnika u toku rada. Učešće čoveka svodi se na ulaganje cepanica na ulazni transporter i na ručno upravljanje izvođenjem pojedinih kretanja, potpomognuto senzorima radi lakšeg rukovanja.

Uređaj je malih gabarita, lako prevoziv vučom od strane automobila, ima skromnu snagu pogonskog motora i predstavlja vrlo ekonomično i produktivno rešenje u oblasti pripreme ogreva za zimu. Dalji razvoj uređaja bi mogao biti usmeren u pravcu potpune automatizacije upravljanja procesom rada, iako bi proces ulaganja cepanica na prijemni transporter, zbog složenih uslova u pogledu dimenzija i rasporeda poslaganih cepanica, verovatno morao da ostane operacija sa učešćem čoveka.

4. LITERATURA

- [1] P. Malešev, "Hidroprenosnici u mehanizaciji", FTN, Novi Sad, 2010.
- [2] A. Jovičić, "Poboljšano rešenje hidrauličnog uređaja za cepanje ogrevnog drveta", Master rad, FTN, Novi Sad, 2014.
- [3] R. Šostakov, "Pogonski sistemi", FTN, Novi Sad, 2010.
- [4] S. Kuzmanović, "Mašinski Elementi", FTN, Novi Sad, 2007.

Kratka biografija:



Jovica Surčinski je rođen u Rumi 1989. godine, gde je 2008. godine završio Srednju Tehničku Školu. Diplomski – master rad iz oblasti hidroprenosnici u mehanizaciji je odbranio 2014. godine na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu.



Dr Jovan Vladić je redovni profesor na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu. Oblast rada su: transportna tehnika, neprekidni i automatizovani transport, projektovanje računarom, automatizovano projektovanje.

PMMA KOMPOZITNI MATERIJALOJAČAN NANOČESTICAMA TiO_2 PMMA COMPOSITES REINFORCED WITH NANO TiO_2 NANOPARTICLES

Dejan Dejanović, Sebastian Baloš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj- U radu su analizirani partikulitni nanokompozitni materijali ojačani česticama TiO_2 . Izvršeno je eksperimentalno ispitivanje savojne čvrstoće i modula elastičnosti nanokompozitnog materijala na bazi PMMA, DSC, SEM i EDX analiza. Ustanovljeno je da optimalne mehaničke osobine poseduju materijali sa 0,2 % TiO_2 , zbog pojave aglomeracije pri dodavanju 1,5 % nanočestica i nedovoljnog broja nano čestica kod sadržaja od 0,05 %, gde je čak zabeležen pad mehaničkih osobina u odnosu na kontrolni uzorak.

Abstract- This paper analyzes particulate nanocomposites reinforced with TiO_2 particles. Experimental investigation of flexural strength and modulus of elasticity of the PMMA based nanocomposite material, as well as DSC, SEM and EDX analyses. It was found that the optimal mechanical properties were obtained with 0.2 % TiO_2 , due to the presence of agglomeration in samples with 1.5 % nanoparticle loading and an insufficient number of nano particles in samples with 0.05 % TiO_2 , where even a drop in mechanical properties was observed.

Ključne reči: partikulitni nanokompozitni materijal, nanočestice TiO_2 , mehaničke karakteristike, aglomeracija.

1. UVOD

Akrilni termoplast polimetilmetakrilat (PMMA) predstavlja danas jedan od najpoznatijih i najšee korišćenih termoplastičnih materijala. PMMA ima široku primenu pre svega zahvaljujući njegovim prednostima, koje obuhvataju: najveću transparentnost od svih termoplasta, estetski izgled, odličnu postojanost prema ultravioletnom zračenju (UV), kao i, za određene namene adekvatne mehaničke osobine poput tvrdoće i čvrstoće. Nedostaci PMMA su mala duktilnost, odnosno žilavost. Što se primene PMMA tiče, treba napomenuti da je to material koji predstavlja u određenim uslovima zamena za staklo. Prednosti PMMA u odnosu na obično staklo su bolja svetlosna propustljivost do 92% vidljive svetlosti, i specifična masa od $1,19 \text{ g/cm}^3$ što je skoro upola manje nego masa običnog stakla koja iznosi $2,23 \text{ g/cm}^3$. Još jedna velika prednost u odnosu na obično staklo je ta što pri lomu nema nastanka oštih komada koji mogu da povrede čoveka. Pored toga ima manju temperaturu oblikovanja od običnog stakla (100°C), a propušta ultra-

violetne i infracrvene zrake. Polimetilmetakriat ima mogućnost recikliranja. Na temperaturi od 460°C sagoreva i razlaže se na ugljen-dioksid i vodu [1].

Mehaničke osobine PMMA mogu da se povećaju naknadnom polimerizacijom u ključaloj vodi ili mikrotalasnim zračenjem, a moguće je i dodavanje ojačavajućih elemenata u vidu čestica ili vlakana. Pri tome, dodavanje čestica predstavlja pogodniji način, s obzirom na jednostavnost dobijanja koje se ne razlikuje od dobijanja autopolimerizovanog PMMA. U tom slučaju, naročito je pogodno dodavanje čestica, odnosno nanočestica u tečnu fazu, koja nakon mešanja sa čvrstom fazom mehanizmom radikalne polimerizacije formira gotov proizvod [2].

Partikulitni nanokompozitni materijali sadrže u sebi keramičke partikulitne čestice čija je veličina na nanometarskom nivou. Veličina i raspored čestica su glavni parametri koji utiču na stepen ojačavanja. Sa malim količinama čestica (do 5%, samo u posebnim slučajevima 20%) dodatih u materijal postižu se povećanja sledećih karakteristika: mehaničkih osobina, hemijskih osobina, električnih osobina. Upotrebom partikulitnih nanokompozitnih materijala postizanje ovih karakteristika omogućeno je uz relativno nisku cenu i minimalne promene gustine materijala zbog male količine nanočestica [3].

U ovom radu, izvršeno je eksperimentalno ispitivanje nanokompozitnog materijala na bazi autopolimerizujućeg PMMA, koji je modifikovan dodavanjem titan-dioksidnih (TiO_2) nanočestica. Cilj je povećanje relevantnih mehaničkih osobina, kao što su modul elastičnosti i savojna čvrstoća u odnosu na kontrolni uzorak, bez dodatih nanočestica.

2. EKSPERIMENTALNI RAD

2.1 Materijal

U eksperimentalnom radu korišćen je autopolimerizujući akrilat Simgal-R (proizvođač Galenika, Beograd, Srbija), kao i nanočestice tipa Aeroxide TiO_2 T805 sa hidrofobnim slojem (proizvođač Evonik, Essen, Nemačka). Prašak autopolimerizujućeg akrilata Simgal-R sastoji se od čestica PMMA, inicijatora (benzoin peroksid $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_4$) i neorganskih pigmenata (boje).

Tečnost autopolimerizujućeg akrilata Simgal-R sastoji se od metilmetakrilat-monomera i male količine ubrzivača (N, N-dimetil-para-toluidin $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{N}(\text{CH}_3)_2$). Aeroxide TiO_2 T805 je visoko disperzovan, zasićeni titanijum dioksid koji je tretiran sa $\text{C}_8\text{H}_{20}\text{Si}$ da bi dobio hidrofobna svojstva površine. Aeroxide TiO_2 T805 ima sledeće osobine: visok nivo UV apsorpcije, visok nivo fotostabilnosti, lako se razgrađuje u rastvorima, povećava

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Sebastian Baloš.

vodootpornost kozmetičkih proizvoda, stabilizuje elektrostatički napon u tonerima laserskih štampača, itd.

2.2 Priprema uzoraka

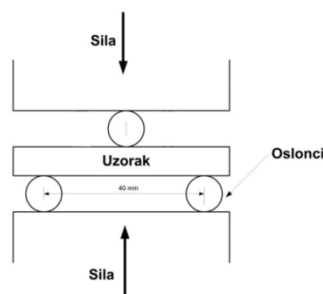
U ovom eksperimentu izrađene su četiri grupe uzoraka, svaki sa različitim procentom Aeroxide TiO₂ T805. Prvi uzorak je referentni i ne sadrži nanočestice TiO₂, drugi sadrži 0,05% TiO₂, treći 0,2% TiO₂ i četvrti 1,5 mas. % TiO₂. Tačno određena količina TiO₂ se mešaju sa Simgal-R tečnosti koja se dodaje u količini od 20 ml za svaki uzorak. Mešanje Simgal-R praška sa već pripremljenim tečnim rastvorom Simgal-R tečnosti i TiO₂ vrši se po preporuci proizvođača. Dimenzije kalupa u koje se vrši ulivanje smese praha i tečnosti PMMA iznose 40 x 80 x 5mm. Nakon izlivanja sledeći korak u pripremi uzoraka je vađenje istih iz kalupa. Izvađeni uzorci se potom isecaju na brusilici hlađenoj vodom, na pet uzoraka. Pojedinačni uzorci se dalje bruse do finalnih dimenzija of 6 x 3 x 50 mm.

2.3 Mehanička ispitivanja

U cilju određivanja mehaničkih osobina dobijenih materijala, izvršeno je eksperimentalno ispitivanje savojne čvrstoće i modula elastičnosti. Savojna čvrstoća je najveći napon koji materijal može da izdrži pri savijanju. Savojana čvrstoća se ispituje na kidalici pomoću alata koji obezbeđuje savijanje uzorka u tri tačke (slika 1). Savojana čvrstoća [σ_{sm}] se računa prema izrazu:

$$\sigma_{sm} = \frac{3 F_{SM} \cdot l_s}{2 b \cdot h^2} [\text{MPa}] \quad (1)$$

gde je: F_{SM} - maksimalna sila pri savijanju [N], l_s - rastojanje između oslonaca [mm], b - širina epruvete [mm], h - visina epruvete [mm].



Slika 1 Principijalna šema ispitivanja savijanjem [2]

Modul elastičnosti se dobija računskim putem. Za dobijanje svih parametara koji figurišu u formuli za izračunavanje modula elastičnosti, potrebno je eksperimentalno utvrđivanje zavisnosti promene ugiba od promene sile tokom savijanja u tri tačke. Modul elastičnosti [E] se izračunava prema izrazu:

$$E = \frac{\Delta F \cdot l_s^3}{4 \cdot b \cdot h^3 \cdot \Delta l} [\text{MPa}] \quad (2)$$

gde je: ΔF - promena sile [N], l_s - rastojanje između oslonaca [mm], b - širina epruvete [mm], h - visina epruvete [mm], Δl - ugib [mm].

Za ispitivanje savojne čvrstoće i modula elastičnosti, korišćena je univerzalna kidalica tipa Toyoseiki AT-L-118.

Statistička analiza ANOVA (eng. Analysis of Variance) korišćena je za izračunavanje parametara kojima se određuje statistički značaj razlika u određenim mehaničkim osobinama koje su eksperimentalno utvrđene. U ovom radu je statistička analiza ANOVA izvršena uz upotrebu programa Microsoft Excel.

2.4 Ispitivanje strukture materijala

Ispitivanje strukture materijala izvršena je DSC metodom (eng. Differential Scanning Calorimetry), tj. metodom diferencijalne skenirane kalorimetrije. DSC metoda omogućava ispitivanje svih fizičkih i hemijskih transformacija koje se dešavaju usled zagrevanja materijala [4]. U radu je korišćen DSC uređaj TA Instruments Q20.

2.5 Ispitivanje površine preloma

U eksperimentu je korišćen skenirani elektronski mikroskop (SEM - Scanning Electron Microscope) tipa JEOL JSM-6460LV. Pre ispitivanja, na uzorke je nanet sloj zlata, uređajem Bal-tec SCD-005. Korišćeni su načini rada SEM-a sa sekundarnim elektronima i povratno rasejanim elektronima. Lokalni hemijski sastav je utvrđen EDS spektrometrom u sklopu SEM.

3. REZULTATI

3.1 Savojna čvrstoća

Rezultati dobijeni pri ispitivanju savojne čvrstoće prikazani su u tabeli 1. Za svaki uzorak data je njegova srednja vrednost savojne čvrstoće izračunata je njegova standardna devijacija. Pored toga prikazana je i parameter P koji određuje da li je razlika u odnosu na kontrolni uzorak značajna.

Tabela 1. Savojna čvrstoća, standardna devijacija i parameter P statističke analize ANOVA

Uzorak	Srednja vrednost σ_{sr} [MPa]	Standardna devijacija [MPa]	P
0% TiO ₂	77	9	-
0,05% TiO ₂	80	15	0,658153
0,2% TiO ₂	88	5	0,027510
1,5% TiO ₂	77	6	0,866441

3.2 Modul elastičnosti

Rezultati dobijeni ispitivanjem modula elastičnosti prikazani su u tabeli 2.

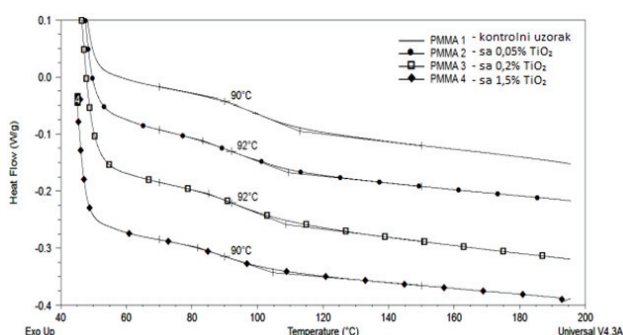
Za svaki uzorak data je njegov modul elastičnosti izračunata je njegova standardna devijacija kao i u slučaju srednje vrednosti savojne čvrstoće, a takođe je prikazana i faktor P .

Tabela 2. Modul elastičnosti, standardna devijacija i parametar P statističke analize ANOVA

Uzorak	Modul elastičnosti [MPa]	Standardna devijacija [MPa]	P
0% TiO ₂	2178	82	-
0.05% TiO ₂	2124	139	0.481163
0.2% TiO ₂	2426	129	0.003747
1.5% TiO ₂	2277	140.58	0.209613

3.3 DSC analiza

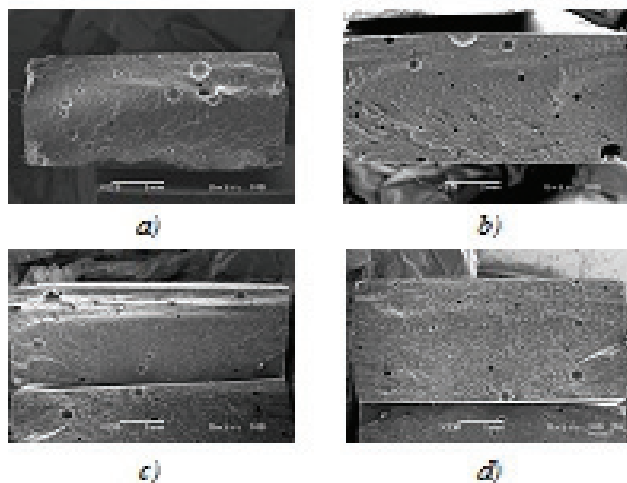
Krive dobijene diferencijalnom skenirajućom kalorimetrijom (DSC) prikazane su na slici 2. Na slici 3 se vidi da su temperature ostakljivanja modifikovanih uzoraka jednake ili veće u odnosu na kontrolni uzorak.



Slika 2 Krive dobijene DSC analizom sa naznačenom temperaturom ostakljivanja

3.4 Ispitivanje površine preloma

Na slici 3 prikazan je makro izgled površine preloma uzoraka. Pravac rečnih šara (vidljivih linija) ukazuje na pravac kako je širenja prslina pri lomu. Na svim uzorcima vidi se krti lom, bez obzira na efekat dodavanja nanočestica.

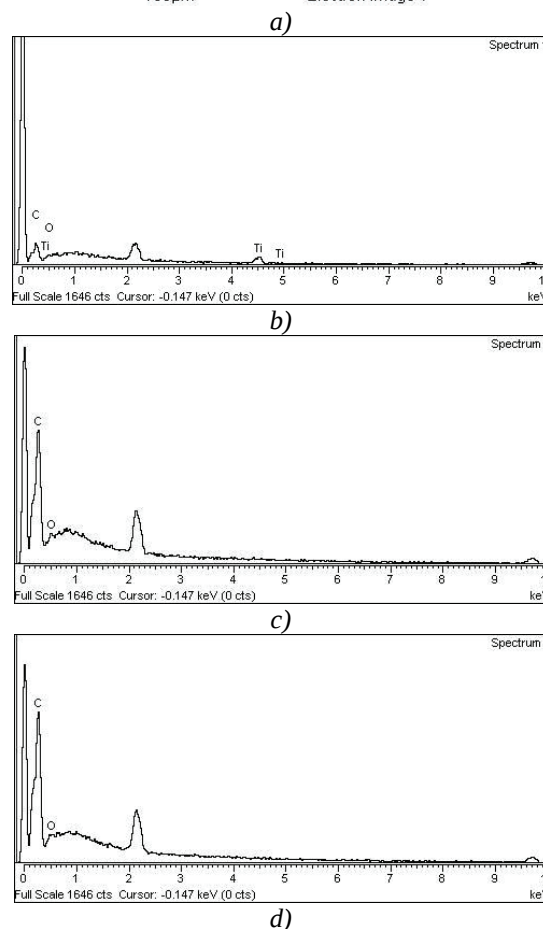
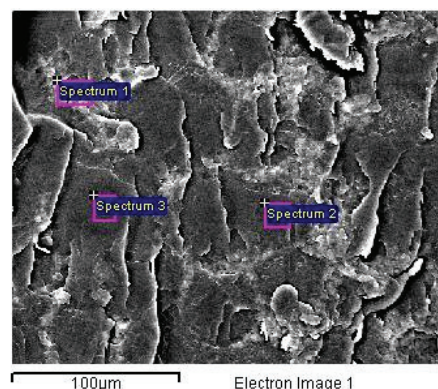


Slika 3 Makro izgled površine preloma a) uzorak sa 0% TiO₂, b) uzorak sa 0.05% TiO₂, c) uzorak sa 0.2% TiO₂, d) uzorak sa 1.5% TiO₂

3.5 EDX analiza

Radena su tri spektra (EDX analiza), na uzorku sa 1,5% TiO₂ (slika 4). Na dijagramima se može videti koji su

elementi detektovani. Samo na spektru 1. detektovan je Ti, kao indikator TiO₂, dok ga na druga dva spektra nema.



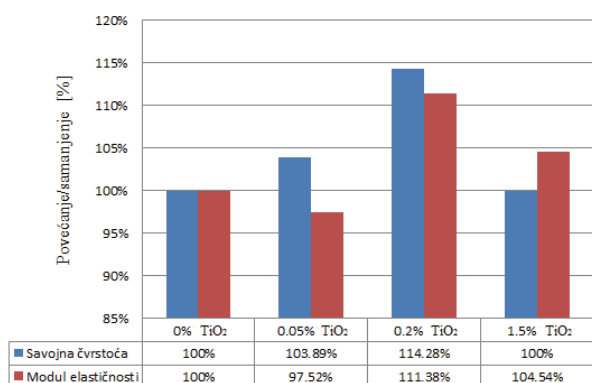
Slika 4 Elementi detektovani EDS analizom na uzorku sa 1,5 % TiO₂ a) mesta na koima je izvršena b) spektar 1 c) spektar 2 d) spektar 3

4. DISKUSIJA REZULTATA

Rezultati eksperimenta pokazali su poboljšanje mehaničkih osobina modifikovanih uzoraka u odnosu na kontrolni uzorak. Najveće povećanje u odnosu na kontrolni uzorak iznosi 14,28 % za savojnu čvrstoću, i 11,38 % za modul elastičnosti (slika 5).

U oba slučaja, najveće vrednosti savojne čvrstoće i modula elastičnosti dobijene su ispitivanjem uzorka sa 0,2 % nanočestica TiO₂. Najmanja vrednost savojne čvrstoće izmerena je na uzorku sa sadržajem od 1,5 % nanočestica TiO₂, a njena vrednost je jednaka sa vrednosti savojne čvrstoće kontrolnog uzorka. Modul elastičnosti

uzorka sa 1,5 % TiO_2 povećan je za 4,54 % u odnosu na kontrolni uzorak. Uzorak sa sadržajem od 0,05 % nanočestica TiO_2 ima povećanje savojne čvrstoće od 3,89 %, dok mu je modul elastičnosti manji u odnosu na kontrolni uzorak (sa 0 % TiO_2) za 2,48 %. Iz tog razloga, može se konstantovati da je ukupno uzevši, optimalna koncentracija nanočestica TiO_2 u materijalu Simgal-R 0,2 %. Statistička analiza ANOVA pokazala je da samo kod uzoraka sa 0,2 % TiO_2 razlika u odnosu na kontrolni uzorak statistički značajna sa verovatnoćom od 95 %, u slučaju savojne čvrstoće i u slučaju modula elastičnosti.



Slika 5 Dijagram povećanja/smanjenja savojne čvrstoće i modula elastičnosti u odnosu na kontrolni uzorak

Rezultati DSC analize su pokazali da modifikovani uzorci imaju veće temperature ostakljivanja, iako je razlika relativno mala (najviše 2 °C). Što je manja razlika u temperaturi ostakljivanja u odnosu na kontrolni uzorak, toliko je modifikovani (ojačani) sloj oko nanočestice tanji, a samim tim postoji mogućnost da ne dođe do preklapanja modifikovanih slojeva i do homogenog ojačavanja materijala, čime se objašnjavaju niže mehaničke karakteristike uzoraka sa 0,05% i 1,5% TiO_2 . Primera radi, kod uzorka sa 0,05 % TiO_2 , temperatura ostakljivanja je 92 °C i veća je nego kod uzorka sa 1,5 % TiO_2 . Ovo ukazuje da je modifikovani sloj kod uzorka sa 0,05 % deblji, ali su mehaničke osobine kod uzorka sa 1,5 % više. Glavni uticaj na mehaničke osobine u ovom slučaju nije debljina međusloja, već broj nano čestica. Razlog za smanjenje mehaničkih osobina kod uzorka sa 1,5 % u odnosu na 0,2 % TiO_2 je kako debljina međusloja, tako i pojava aglomerata. Aglomerati imaju značajno veće dimenzije u odnosu na nanočestice (1-10 μm u odnosu na 21 nm), tako da u nastanku jednog aglomerata učestvuje veliki broj nanočestica, čime se dobija njihova neravnomerna raspodela u osnovi PMMA. Još veći značaj ima činjenica da pri opterećenju, odnosno kretanju prsline kroz materijal, ona postaje nestabilna, i usled nailaska na aglomerate dolazi do njihovog loma.

5. ZAKLJUČCI

Na osnovi prikazanih osobina PMMA i TiO_2 , kao i rezultata dobijenih eksperimentalnim radom mogu se izvest sledeći zaključci:

- Mehaničke osobine polimera, a samim time i PMMA mogu se menjati dodavanjem različitih vrsta nanočestica;
- Veličina čestica, njihov sadržaj i distribucija, kao i površinski modifikator čestica igraju značajnu ulogu pri sintezi nanokompozitnih materijala, odnosno imaju odlučujuć uticaj na mehaničke osobine materijala;
- Optimalni sadržaj nanočestica TiO_2 iznosi 0,2 %, pri čemu se dobija statistički značajno povećanje savojne čvrstoće i modula elastičnosti;
- Smanjenje modula elastičnosti kod uzorka modifikovanog sa 0,05 % TiO_2 je uslovljeno nedovoljnim brojem, odnosno nepravilnim rasporedom nano čestica u osnovi;
- Lom aglomerata pri opterećenju izaziva pojavu nestabilnih prsline što uzrokuje smanjenje mehaničkih osobina, svojstveno uzorku sa najvećom koncentracijom nano čestica od 1,5 %.

Literatura:

- [1] S. Baloš, „Uticaj mikrotalasnog zračenja na mehaničke karakteristike PMMA biopolimera”, Magistarski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2009.
- [2] L. Šidanin, K.Gerić, „Kompozitni materijali, polimeri i keramika“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2001/02.
- [3] Balos S, Pilic B, Petronijevic B, Markovic D, Mirkovic S, Sarcev I, „Improving mechanical properties of flowable dental composite resin by adding silica nanoparticles, Vojnosanitetski Pregled 2013, 70 (5)., pp. 477-483.
- [4] Zoran Petrović, „Praktikum iz fizičke hemije molekula”, Tehnološki fakultet, Novi Sad 1993.

Kratka biografija:



Dejan Dejanović rođen je u Gospiću 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti iz Proizvodno mašinstvo-Materijali odbranio je 2014.god.



Sebastian Baloš rođen u Somboru 1974. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2010. god., a 2011. godine je biran u zvanje docenta iz oblasti Proizvodno mašinstvo - Materijali i tehnologije spajanja.

ANALIZA UTICAJA RESTERILIZACIJE NA GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE DELOVA U MEDICINI PRIMENOM CAD-INSPEKCIJE**ANALYSIS OF RESTERILIZATION'S IMPACT ON GEOMETRIC CHARACTERISTICS OF PARTS IN MEDICINE BY THE USE OF CAD-INSPECTION**

Miško Supek, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljena je analiza uticaja resterilizacije na geometrijske karakteristike delova proizvedenih savremenom SLS tehnologijom od polimernog materijala. Cilj ovog sagledavanja su mogućnosti za primenu istih u medicini tj. u stomatologiji. Geometrijske analize odstupanja vršene su putem CAD-inspekcije na bazi rezultata merenja primenom KMM. Postupak analize vršen je sterilizacijom i resterilizacijom radnih komada.

Abstract – This paper presents the analysis of the impact resterilizable the geometric characteristics of parts produced by SLS modern technology of polymeric materials. The aim of the present insight into the possibilities for their application in medicine, i.e. in dentistry. Geometric tolerances analysis were performed using CAD-based inspection measurement results using the KMM. The method of analysis was carried out sterilization and resterilizable workpieces.

Cljučne reči: KMM, program Calipso, sterilisana vrećica

1. UVOD

Koordinatna metrologija se tokom poslednjih 20-tak godina pozicionirala kao dominantna u industrijskoj proizvodnji. Koordinatne merne mašine odlikuje u praktičnoj primeni visoka fleksibilnost, univerzalnost, visok stepen automatizacije, visoka preciznost i tačnost, integrisanost u proizvodne procese. Visoka cena koštanja i mala brzina merenja predstavljaju slabe tačke koordinatnih mernih mašina. Omogućena je i kontrola, odnosno inspekcija delova kompleksne geometrije, pri čemu postoji i metoda koja se razvila za te potrebe CAD-inspekcija. CAD-inspekcija je provera odstupanja geometrije realnog proizvoda od nominalne geometrije, definisane CAD modelom. Brzi razvoj elektronike, tehnike i tehnologije uslovio je razvoj jedne interdisciplinarnе grane koja se naziva biomedicinsko inženjerstvo. Biomedicinsko inženjerstvo je interdisciplinarna oblast, koja se preklapa sa različitim inženjerskim i medicinskim poljima. Većim delom se sastoji od istraživanja i razvoja, pokrivajući oblasti poput: bioinformatika, medicinsko stvaranje slike, obrada slike, fiziološka obrada signala, biomehanika, biomaterijali i bioinženjering, analize sistema, 3D modeliranje, itd.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Igor Budak.

U okviru master rada je realizovano istraživanje koje je obuhvatilo analizu uticaja resterilizacije na geometrijske karakteristike delova u medicini primenom CAD-inspekcije.

2. KOORDINATNA MERNA MAŠINA I CAD-INSPEKCIJA

Koordinatne merne mašine koriste se za merenje, kontrolu i industrijsku inspekciju. Koordinatna merna mašina Zeiss Contura G2 RDS (slika 1) se koristi za precizno merenje, inspekciju kao i za 3D digitalizaciju elemenata složene konfiguracije. Koristi dekartov pravougaoni koordinatni sistem, koji je predstavljen sa tri ose. Posедуje kontaktni sistem mernih pipaka koji vrši merenja sa tačnošću od $\pm 0,0016$ mm.

Mašina radi sa visoko-brzinskom skenirajućom tehnologijom. Tip noseće strukture KMM je portalna. Pomeranje osa mašine može se postići ručnim ili numeričkim upravljanjem



Slika 1: Koordinatna merna mašina Zeiss Contura G2 RDS

CAD-inspekcija je prateći razvoj CAD modeliranja, najpre je bila zasnovana na 2D podacima, da bi se zatim sa pojavom solid modela razvila i 3D CAD-inspekcija, poznata i kao "CAD-to-part" inspekcija. Pod CAD-inspekcijom se podrazumeva korišćenje CAD modela proizvoda, odnosno njegovih parametara, sa ciljem provere geometrijskih i dimenzionalnih odstupanja. Najvažnija faza CAD-inspekcije je 3D digitalizacija. Osnovni cilj digitalizacije CAD-inspekcije jeste dobijanje informacije o koordinatama tačaka sa obrađene površine, radi njihovog kasnijeg poređenja sa odgovarajućim tačkama sa solid modela. Primena ove tehnike je inicirana

od strane automobilske industrije, gde se primenjuje od proizvodnje delova karoserije i motora, preko delova enterijera (sedišta, volana i sl.), do proizvodnje pneumatika.

3. STERILIZACIJA

Sterilizacija je proces kojim se potpuno odstranjuju ili uništavaju svi mikroorganizmi i njihove spore sa predmeta, materijala i instrumenata koji dolaze u kontakt sa ranom, odnosno s krvlju. Sterilizacija traje 30 minuta od trenutka kada voda počne da ključa, pod pritiskom od 2,58 bara na temperaturi od 130°C.

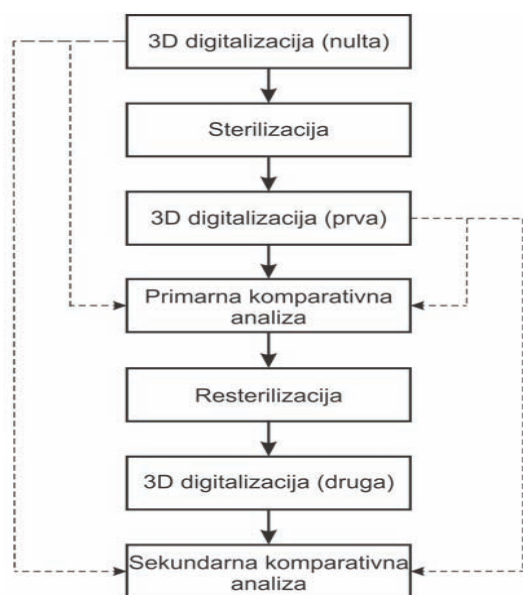
Po završetku sterilizacije, instrumenti se hlade još 2 sata u sterilizatoru. Ako se sterilisani material ne upotrebi za 72 sata (tri dana), potrebno je ponoviti sterilizaciju jer se material više ne smatra sterilnim.

Kontrola sterilizacije je postupak kojim se proverava uspešnost sprovedene sterilizacije.

Svakodnevna kontrola sterilizacije u autoklavu ostvaruje se pomoću manometra i termopara, koji su ugrađeni na autoklavu i u toku sterilizacije pokazuju visinu temperature i pritiska. Kontrola sterilizacije obavlja se povremeno ili stalno.

4. EKSPERIMENTI I METODE

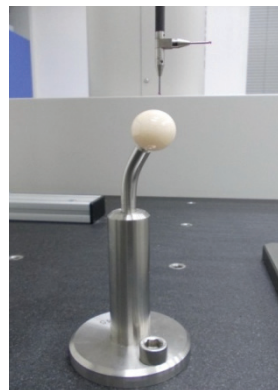
Eksperimentalno istraživanje je sprovedeno kroz sedam fazi, koje su prikazane na slici 2.



Slika 2: Faze u okviru eksperimentalnog istraživanja

3D digitalizacija jeste termin koji se odnosi na stvaranje, odnosno kreiranje digitalnih modela stvarnih objekata. Za 3D digitalizaciju prvenstveno se koriste vektorski podaci. 3D digitalizacija je proces prikupljanja podataka s trodimenzionalnog objekta i njihovo predstavljanje u kompjuterski razumljivom obliku.

Kalibracija i verifikacija su dve fundamentalne aktivnosti kod upravljanja senzorima i ciklusom merenja u celini. Kalibracija predstavlja postupak definisanja koordinatnog sistema mernog senzora kao i memorisanje podataka o svakom mernom pipku ponaosob. Za ovaj posao se koristi etalon u obliku nekog pravilnog geometrijskog oblika (kocka, sfera, itd.).



Slika 3: Kalibraciona kugla

Kalibraciona kugla (slika 3) zauzima četiri različite pozicije, dok na mernom stolu mašine ostaje nepromenjena. Orijentisanost kugle je uvek prema sredini stola. Pre početka eksperimenta (merenja) u magacin mernih pipaka treba spremati master merni pipak i jedan pipak kome se stavlja dodatni pipak. Postavljanjem kalibracione kugle na merni sto, vrši se postupak kalibracije sa master mernim pipkom gde se koristi „Qualify passive stylus” metoda.

Postupak kalibracije se odvija pomoću softvera Calypso. Nakon toga master pipak dovodi se u kontakt sa kalibracionom kuglom. Potrebno je da se dodirne sam vrh kalibracione kugle. Po završetku procesa dobijamo rezultate kalibracije u „Probing system qualification” prozoru.

Dobijaju se podaci o mernom pipku i podaci o kalibracionoj sferi. Greška mernja dužine na koordinatnoj mernoj mašini iznosi $MPE = 19 \pm \frac{L}{300} [\mu m]$, $L[mm]$.

Greška pozicioniranja $MPE_p = 1 [\mu m]$. Greška skeniranja $MPE_r = 2,2 [\mu m]$. Mašina mora da radi u objektu sa konstantnom temperaturom od 20°C, da ne bi došlo do skupljanja ili širenja radnog predmeta ili elemenata mašine. Vlažnost iznosi 70%. Minimalno potreban pritisak za mašinu je $p = 5,5$ bara.

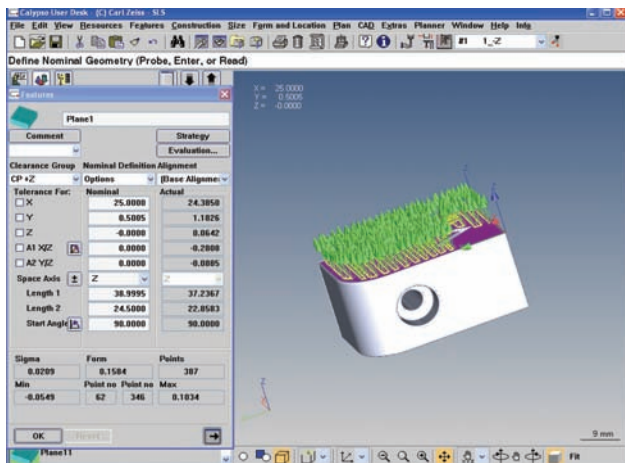
Osnove programa merenja: Program merenja sadrži sve informacije potrebne za upravljanje KMM, za izvodjenje merenja kao i prikaz rezultata merenja. Prilikom izrade novog programa merenja potrebno je izvršiti određene pripreme koje se sastoje u definisanju pripremne liste. Pripremna lista sadrži sva podešavanja koje je neophodno preduzeti pre početka generisanja novog programa merenja.

Koordinatni sistem radnog predmeta: Koordinatni sistem radnog predmeta određen je sa tri reference. Kao referenca može da se uzme odgovarajuća ravan, linija, tačka ili bilo koji drugi geometrijski element koji definiše radni predmet. Poželjno je za referencu uzeti funkcionalni geometrijski element.

Funkcionlani geometrijski element predstavlja element dela koji u sklopu ima važnu funkciju sa usko definisanim tolerancijama. Pomoću ove tri reference, odnosno koordinatnog sistema radnog predmeta, definiše se položaj radnog predmeta u radnom prostoru KMM. Da bi položaj radnog predmeta u radnom prostoru KMM bio potpuno definisan, random predmetu je potrebno oduzeti šest stepeni slobode kretanja (tri translacije i tri rotacije).

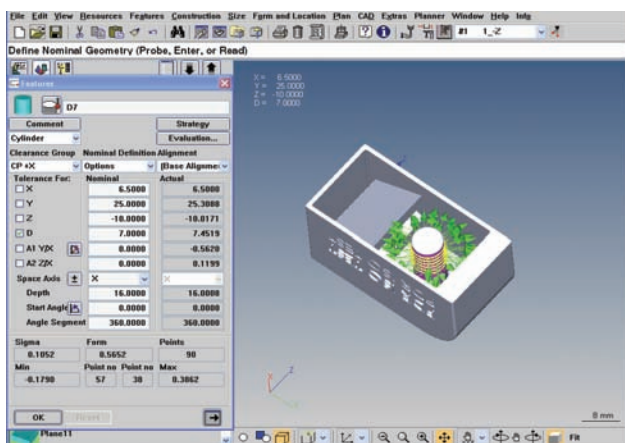
Sigurnosi kvadar: Sigurnosni kvadar (eng. safety cube) definiše šest ravni pomoću kojih se formira sigurnosni prostor oko radnog predmeta. Kretanje mernog pipka izvan sigurnosnog kvadra je moguće brzim hodom bez opasnosti od kolizije. Sigurnosni kvadar omogućava bezbedno kretanje mernog pipka oko radnog predmeta tokom procesa merenja. Postoji nekoliko načina za definisanje sigurnosnog kvadra. Jedna mogućnost koja se najčešće koristi je definisanje putem KMM preko pozicija temena kvadra.

Na slici 4 je prikazana primenjena strategija merenja, iz koje se vidi da je pipak prešao skoro u celosti površinu. Time je greška merenja svedena na minimum.



Slika 4: Strategija merenja sa prikazanom putanjom skeniranja

Strategija helikoidnog skeniranja, koja je primenjena kod digitalizacije cilindra D7 (slika 5) omogućava najtačnije određivanje položaja i orijentacije cilindra. Na tačnost izmerenih mernih karakteristika najveći uticaj ima broj uzorkovanih tačaka i brzina skeniranja. Za postizanje veće tačnosti merenja potreban je mnogo veći broj tačaka merenja i što manja brzina skeniranja.



Slika 5: Strategija primenjena kod obeležja cilindar D7

Sterilizacija u sistemu Autoklav

Nakon što je sprovedena 3D digitalizacija svih 12 delova u okviru analiziranog uzorka, isti su podvrgnuti postupku sterilizacije u sistemu Autoklav. Sterilisanje delova se vršilo na Katedri za stomatologiju Medicinskog fakulteta u Novom Sadu. Procedura je obuhvatila pakovanje delova

u specijalne sterilizacione vrećice (slika 6) koje su se zatim postavljale u sistem Autoklav.



Slika 9: Deo uzorka u sterilizacionoj vrećici

Resterilizacija u sistemu Autoklav

Ispitivanje dimenzione stabilnosti posle resterilizacije, odnosno ponovljene sterilizacije materijala od koga se izrađuju hirurške vodice (stentovi) ima velik značaj za klinički rad. Hirurške vodice se izrađuju pomoću aparata i mašina koji su locirani u inženjerskim centrima.

Tamo se na kraju procesa proizvodnje sterilišu i pakuju. Sterilno upakovane, transportuju se do zdravstvene ustanove u kojoj će se koristiti u hirurškoj sali. Postoji verovatnoća da se u toku transporta pakovanje ošteti, a time i hirurška vodica desteriliše.

Najjednostavniji i najbrži način sterilizacije desterilisane hirurške vodice je njena sterilizacija u autoklavu koji poseduje svaka stomatološka ordinacija, pod uslovom da ponovna sterilizacija ne dovodi do neprihvatljive deformacije hirurške vodice.

Ukoliko se hirurška vodica ne bi mogla ponovo sterilisati zbog dimenzionih promena, bilo bi neophodno pristupiti izradi nove vodice.

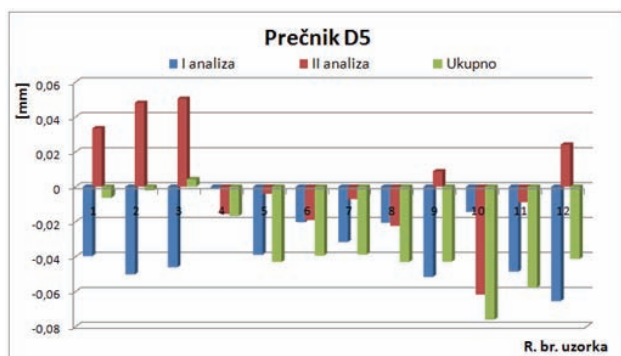
Ova sterilizacija je realizovana na isti način i primenom istog sistema kao i prva.

Rezultati i diskusija

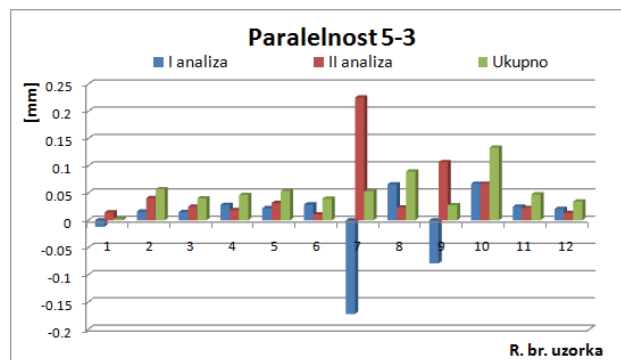
Ukupno je realizovano 22 uporedne analize čiji rezultati su prikazani na dijagramima u nastavku. Na dijagramima je plavom bojom prikazana razlika odstupanja pre i posle sterilizacije, crvenom bojom je prikazana razlika odstupanja posle sterilizacije i posle resterilizacije, dok je zelenom bojom prikazana razlika odstupanja pre sterilizacije i posle resterilizacije.

U slučaju analize prečnika D5 (Dijagram 1), uočljivo je da se radni predmet posle sterilizacije (plava boja) skupljao na svakom komadu u analiziranom uzorku, dok se posle resterilizacije (crvenom bojom) u slučaju nekoliko komada (1, 2, 3, 9 i 12) i širio.

Rezultati ukupne analize ukazuju na većinsko skupljanje delova, osim u slučaju komada broj 3 gde imamo širenje radnog predmeta.

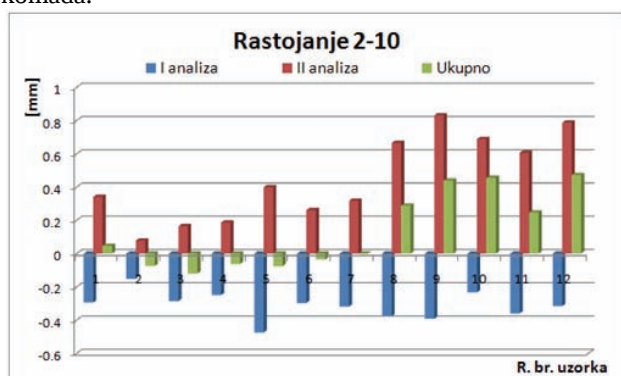


Dijagram 1: Odstupanja kod analize prečnika D5



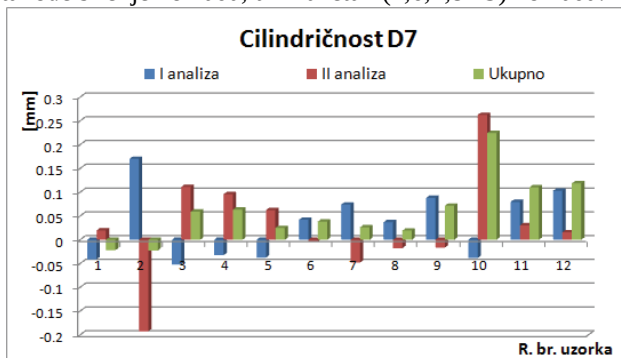
Dijagram 4.20 Odstupanja kod analize paralelnosti

U slučaju analize rastojanja između obeležja 2-10 (Dijagram 2) može se uočiti da kod svih komada je posle sterilizacije (plava boja) prisutno skupljanje komada, dok je posle resterilizacije (crvena boja) prisutno širenje komada.



Dijagram 2: Odstupanja kod analize rastojanja između obeležja

Analize cilindričnosti D7 (Dijagram 3) može se uočiti da kod većine komada je posle sterilizacije (plava boja) prisutno širenje komada, uz izuzetak (1,3,4,5 i 10) komada, dok je posle resterilizacije (crvena boja) prisutno takođe širenje komada, uz izuzetak (2,6,7,8 i 9) komada.



Dijagram 3: Odstupanja kod analize cilindričnosti

U slučaju analize paralelnosti 5-3 (Dijagram 4) može se uočiti da kod većine komada je posle sterilizacije (plava boja) prisutno širenje komada, uz izuzetak (1,7 i 8) komad, dok je kod svih komada posle resterilizacije (crvena boja) prisutno takođe širenje komada. Rezultati ukupne analize (zelenom bojom) ukazuju na manje širenje delova.

5. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljena primena KMM i CAD-inspekcije u oblasti analize geometrijskih promena usled temperaturnih dilatacija kao posledice sterilizacije, odnosno resterilizacije delova medicinske opreme na visokim temperaturama. Delovi koji su analizirani predstavljaju test komade proizvedene savremenom tehnologijom selektivnog laserskog sinterovanja od posebne vrste polimera. U ovom slučaju za ispitivanje dimenzionalnih i geometrijskih odstupanja sprovedena je 3D digitalizacija pomoću KMM Zeiss Contura G2 RDS podržane specijalizovanim softverom Calypso. Analizirani delovi su sterilisani, odnosno resterilisani u sistemu Autoclav.

6. LITERATURA

- [1] Budak I., Hodolić J., Bešić I., Vukelić Đ., Osanna P.H., Durakbasa N.M.: *Koordinatne merne mašine i CAD inspekcija*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2009.
- [2] Rensselaer polytechnic institute: *Biomedical Engineering*, Biomedical engineering underraduate handbook, 2010.
- [3] Baljazović A., Kostić S., Baljazović N.: *Zdravstvena nega 1*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd 2001.
- [4] Calypso Basics, Business Group Operating Instructions, Carl Zeiss, Oberkochen 06/08.

Kratka biografija:



Miško Supek rođen je u Bačkoj Palanci 08.03.1990. god. Fakultet tehničkih nauka je upisao 2009. godine. Osnovne akademske studije je završio 29.10.2013. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu - studijski program Proizvodno mašinstvo. Master akademske studije upisao je 2013. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu na istom studijskom programu.

UTICAJ GEOMETRIJE ALATA I PARAMETARA PROCESA NA POJAVU TUNELA KOD ZAVARIVANJA TRENJEM SA MEŠANJEM**THE INFLUENCE OF TOOL GEOMETRY AND PROCESS PARAMETERS ON THE APPEARANCE OF TUNNEL DEFECT IN FRICTION STIR WELDING**Marko Čović, Sebastian Baloš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je postupak zavarivanja trenjem sa mešanjem, sa osvrtom na primenu, prednosti i nedostatke. Eksperimentalni deo je podrazumevao zavarivanje sa dva alata, sa i bez rezervoara, a kao komparacija je izvršeno i gasno zavarivanje materijala Al5052 H32, debljine 5mm. Dobijeni rezultati su pokazali ključnu ulogu u dobijanju kvalitetnog zavarenog spoja ima pojava tunela, na šta velik uticaj ima geometrija alata i parametri zavarivanja. Alat sa rezervoarom je rezultovao izuzetnom efikasnošću spoja, koja je veća od osnovnog materijala. S druge strane, čak i u slučaju pojave tunela, dobijene su više mehaničke osobine u odnosu na gasno zavarivanje.

Abstract – In this work, friction stir welding method is described, with its application, advantages and disadvantages. Experiment investigation comprised of the application of two welding tools, with and without the reservoir, while the control samples were obtained by oxy-fuel welding of Al5052 H32, thickness of 8 mm. The obtained results showed that tool geometry and welding parameters play a decisive role in the appearance of tunnel defect. The tool with the reservoir was proved to be superior, resulting in a high weld strength efficiency, which was higher than that of the base metal. On the other hand, even with tunnel defect, mechanical properties of FSW welds were superior to those of oxy-fuel welded specimens.

Ključne reči: Zavarivanje trenjem sa mešanjem (ZTM), parametri procesa, alat, eliminacija tunela

1. UVOD

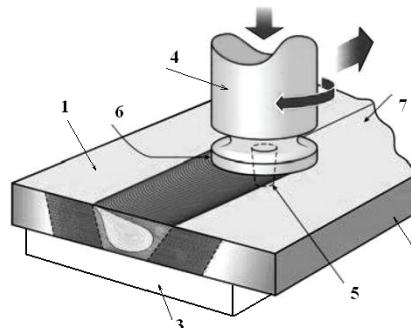
Zavarivanje je proces spajanja dva ili više komada pri čemu dolazi do zagrevanja materijala do plastičnog stanja ili do topljenja.

Zavarivanje spada u moderniji način spajanja materijala koji omogućava nastajanje materijalnog kontinuiteta između spojenih materijala.

Zavarivanje je jedan od najvažnijih tehnoloških procesa u savremenoj industriji [1].

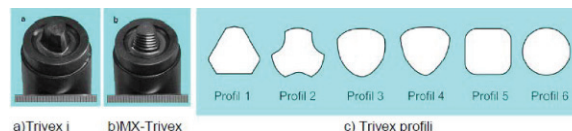
1.1. Zavarivanje trenjem sa mešanjem „ZTM“

Zavarivanje Trenjem sa Mešanjem (eng. *Friction Stir Welding - FSW*) patentirano je 1991. godine u Velikoj Britaniji. Zavarivanje se vrši na sledeći način: limovi (1) i (2) su sučeno pritisnuti i čvrsto fiksirani za pribor (3) koji može horizontalno translatorno da se kreće, slika 1. Za generisanje toplote služi specijalni alat cilindričnog oblika, koji se sastoji od tela (4) većeg prečnika i trna (5) manjeg prečnika. Prelaz između tela (4) i trna alata (5) je udubljena prstenasta površina, tzv. čelo alata (6). Alat je pozicioniran iznad postolja tako da je njegova osa normalna na liniju dodira limova (7). U tom položaju alat dobija rotaciono i translatorno kretanje naniže, kada trn (5) prodire istovremeno kroz oba lima pri čemu se usled trenja generiše toplota, materijal limova se zagreva blizu tačke topljenja i postaje plastičan. U momentu kada čelo alata (6) dodirne gornje površine limova, trn alata se nalazi u blizini pribora, kretanje alata naniže se prekida i počinje horizontalno translatorno kretanje pribora [2].



Slika 1. Princip rada zavarivanja trenjem sa mešanjem [2].

Najvažniju ulogu u celom procesu ima alat. Od geometrije trna alata zavisi kvalitet zavarenog spoja. On može da ima različite geometrije i na različite načine deluje na obrazovanje šava. Geometrija Trivex alata je prikazana na slici 2.



Slika 2. Trivex alat [3].

Postupak zavarivanja odvija se na specijalnim uređajima namenjenim za ZTM, ili na adaptiranim mašinama glodalnicama. Parametri kod ZTM postupka su: aksijalna sila, broj obrtaja alata i translatorna brzina. Kao prednosti postupka mogu se navesti: automatizacija procesa,

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Sebastian Baloš.

zavarivanje raznorodnih materijala, dobijanje slojeva otporni na pojavu krtog loma i koroziju, i dr. U ekonomskom pogledu ZTM je najefikasniji, a sa gledišta utroška energije je apsolutno čist postupak zavarivanja bez prisustva troske, gasova i karakterističnog bljeska.

Zavarivanje trenjem sa mešanjem je postupak koji se sve više primenjuje u inženjerskoj praksi. Brodogradnja je prvi sector u koje je ZTM dobio punu potvrdu svojih mogućnosti.

U ovoj industrijskoj grani ZTM se koristi u izgradnji palube, stranica, podova, pregrada, itd. Poslednjih godina ZTM se intenzivno koristi u proizvodnji železničkih vagona, vagona cisterni, putničkih vagona, kontejnera, itd. [4].

2. EKSPERIMENTALNI RAD

Za eksperimentalna ispitivanja korišćene su ploče od legure Al 5052 H32, debljine 5 mm, čiji je hemijski sastav prikazan u tabeli 1, a mehaničke osobine u tabeli 2..

Tabela 1. Hemijski sastav legure Al 5052 H32.

	Cu	Mn	Mg	Si	Fe	Zn	Ti
Sadržaj [%]	0,09	0,09	2,78	0,24	0,38	0,046	0,015

Tabela 2. Mehaničke osobine legure Al5052 H32

	Rp _{0,2} [MPa]	Rm [MPa]	A [%]	Tvrdoća HV10
Sr. vrednost	123,8	193,4	21,7	60

Kao uređaj za zavarivanje korišćena je univerzalna glodalica Prvomajska "UHG 200".

Za izvođenje ZTM izabrana su dva alata, sa rezervoarom i bez njega, slika 3. Alat za zavarivanje izrađen je od čelika X38CrMoV5-1 (Č 4751, UTOP MO1), hemijskog sastava kao u tabeli 3.

U toku izvođenje procesa zavarivanja, pribor se koristi za pozicioniranje i stezanje ploča koje se zavaruju. Dimenzije pribora su bile 400x370x35 mm, a na gornjoj strani je izrađen žleb širine 130 mm i dubine 5 mm po celoj dužini, radi boljeg stezanja ploča koje se zavaruju. Za stezanje ploča korišćene se šape za stezanje.

U tabeli 4 prikazani su parametri zavarivanja

Tabela 3. Hemijski sastav čelika za alat.

	C	Si	P	S	Cr	Mo	V
Sadržaj [%]	0,37	1,01	0,017	0,0005	4,85	1,23	0,32



Slika 3. Alat za ZTM bez rezervoara i alat sa rezervoarom.

Tabela 4. Prikaz parametara variranih pri zavarivanju

Alat	Parametri zavarivanja		
	Redni broj uzorka	n [o/min]	s [mm/min]
Bez rezervoara	1.	925	125
	2.	925	91
	3.	925	46
	4.	925	17
Sa rezervoarom	5.	925	91
	6.	925	46
	7.	925	17

Vizuelna kontrola materijala je vršena u toku procesa zavarivanja, a potom i po završetku ZTM postupka, radi kontrole lica i korena šava, kao i deformacija. Ispitivanje zatezanjem rađeno je na na mehaničkoj kidalici WPM, ZDM 5/91 prema ASTM E-8M standardu.

Savijanje je vršeno do pojave prve prsline, a zatim i do ugla od 180°, pri čemu se utvrđuje da li je došlo do loma. Epruvete su izrađene prema standardu SRPS C.T3.051. Ispitivanje tvrdoće vršeno je na aparatu VEB HPO 250 sa opterećenjem od 10 kg, prema standardu SRPS C.T3.051. Rastojanje između otisaka je 1,5 mm, a merenje je vršeno od strane napredovanja ka povratnoj strani, na poprečnom preseku uzorka.

Makroskopska i mikroskopska ispitivanja vršena su na svetlosnom mikroskopu Leitz Orthoplan.

Pre snimanja izvršena je standardna priprema metalografskih uzoraka (isecanje, montiranje, brušenje, poliranje), a zatim su uzorci nagrizani 10 % fluorovodoničnom kiselinom.

3. REZULTATI ISPITIVANJA

Rezultati ispitivanja prikazani su kroz sledeće celine:

- Vizuelna kontrola
- Rezultati ispitivanja zatezanjem
- Rezultati ispitivanja savijanjem
- Rezultati ispitivanja tvrdoće
- Rezultati metalografskih ispitivanja

Vizuelna kontrola pokazala je odsustvo spoljašnjih grešaka tipa tunela, prsline ili neprovara, slika 4.



Slika 4. Igled lica šava uzorka 4.

Vizuelna kontrola je pokazala da uzorci zavareni postupkom zavarivanjem trenjem sa mešanje nemaju plastičnu deformaciju ni u jednoj ravni, slika 5.

Rezultati srednjih vrednosti zatezanih karakteristika prikazani su u tabeli 5. Najveću vrednost zateznih karakteristika ima uzorak 7, a najmanje kod uzoraka 5 i 8.



Slika 5. Izgled lica šava uzorka 3.

Tabela 5. Rezultati zateznih karakteristika

Alat	Redni broj uzorka	$R_{p0.2\%}$ [MPa]	R_m [MPa]
Bez rezervoara	1.	132	184,2
	2.	154,8	189,4
	3.	140,3	189,7
	4.	129,7	178,9
Sa rezervoarom	5.	127,6	148,7
	6.	134,2	157,2
	7.	153,2	207,5
Gasno	8.	98,5	119,1

Rezultati ispitivanja savijanjem dati su u tabeli 6.

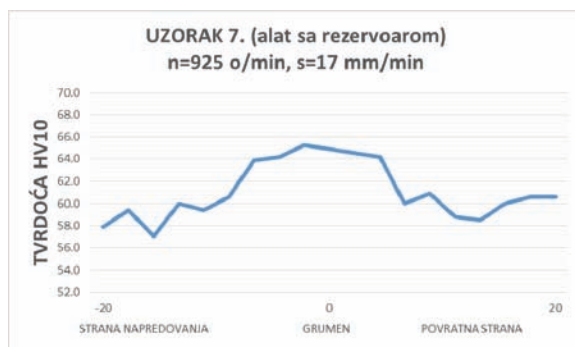
Tabela 6. Rezultati ispitivanja na savijanje.

Alat	Redni broj uzorka	Ugao pri nastanku prve prsline	Ugao preloma (180°)
Bez rezervoara	1.	19°	Nema loma
	2.	$42^\circ 50'$	Nema loma
	3.	$22^\circ 50'$	Nema loma
	4.	$12^\circ 50'$	Nema loma
Sa rezervoarom	5.	$17^\circ 50'$	Nema loma
	6.	$7^\circ 50'$	Nema loma
	7.	55°	Nema loma
Gasno	8.	24°	$68^\circ 86'$

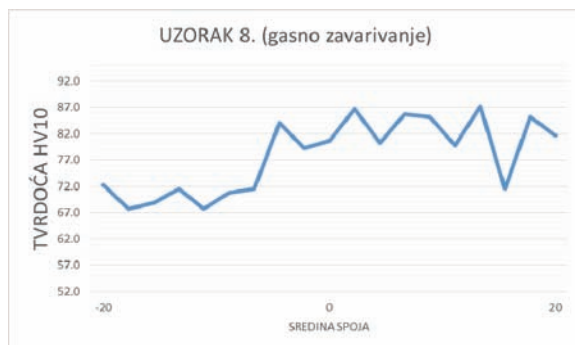
Rezultati ispitivanja tvrdoće prikazani su na slici 6 i 7. Na slici 6 prikazan je uzorak 7 koji generalno ima najviše mehaničke osobine i uzorak 8 (gasno) koji ima najniže mehaničke osobine.

Na slici 8 prikazane su makrostrukture legure aluminijuma AL 5052 H38 zavarene „ZTM“ postupkom i gasnim zavarivanjem.

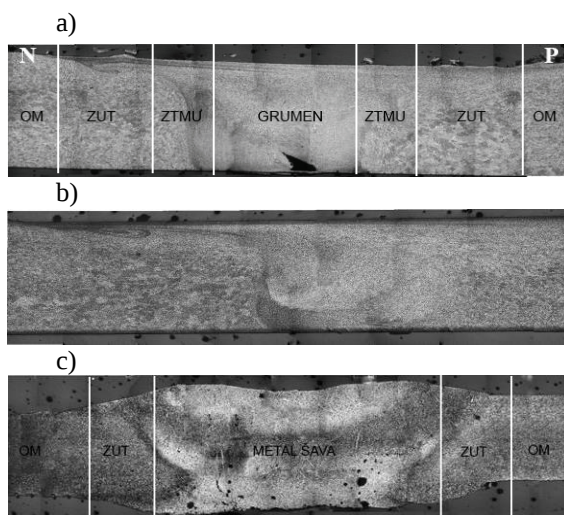
Na slikama se mogu videti zone grumena, zona termomehaničkog uticaja, zona uticaja toplote i osnovnog materijala.



Slika 6. Vrednosti tvrdoće uzorka 7



Slika 7. Vrednosti tvrdoće uzorka 8



Slika 8. a) uzorak 1, b) uzorak 7, c) uzorak 8

4. DISKUSIJA

U tabeli 7 prikazani su efikasnosti spoja po naponu tečenja i po zateznoj čvrstoći.

Tabela 7. Efikasnost zavarenog spoja

Alat	Redni broj uzorka	Po naponu tečenja [%]	Po zateznoj čvrstoći [%]
Bez rezervoara	1.	106,6	95
	2.	125	98,1
	3.	113	98
	4.	104,7	92,5
Sa rezervoarom	5.	103	77
	6.	108	81
	7.	123,7	107
Gasno	8.	79,5	61,5

Efikasnost spoja po naponu tečenja i po zateznoj čvrstoći najviša je kod uzorka 7, dok je najniža kod uzorka 8(gasno). Treba napomenuti da su razlike u efikasnosti spoja po naponu tečenja i po zateznoj čvrstoći značajno veće u odnosu na razliku efikasnosti spoja po tvrdoći. Osnovni razlog leži u činjenici da je prisutan unutrašnji tunel koji je pri merenju tvrdoće izbegnut. Naročito nepovoljan uticaj na mehaničke osobine ima tunel na uzorku 5, kao i tunel i prslina na uzorku 4 i 6. Upravo ovi uzorci imaju najniže zatezne karakteristike kod "ZTM". Tunel i prslina imaju negativan uticaj i na rezultate ispitivanja savijanjem. Svi uzorci "ZTM" su izdržali lom do 180° jedino uzorak gasno zavaren nije i došlo je do loma pri $68^{\circ}86'$.

Većina uzoraka „ZTM“ zadovoljava savojne karakteristike do pojave prve prsline osim uzorka 4 i 6. Naime prema podacima iz drugih literatura [3] rezultat 55° se može smatrati visokim, s obzirom da je najmanja vrednost ugla pri pojavi prve prsline 15° [3].

Gasno zavarivanje u poređenju sa "ZTM" daje daleko lošije rezultate mehaničkih osobina. Osnovni uzrok za dobijanje niskih zateznih i savojnih karakteristika je dendritna segregacija u metalu šava, nastala procesom kristalizacije.

5. ZAKLJUČCI

Najviše mehaničke karakteristike ima uzorak 7, kod kojeg je dobijena najveća vrednost efikasnosti zavarenog spoja u pogledu napona tečenja, kao najveći ugao pojave prve prsline.

Najmanje vrednosti tvrdoće su dobijene u ZUT-u, jer dolazi do ukрупnjavanja zrna usled unosa toplote. Najveća tvrdoća se dobija u grumenu, gde se javlja rekristalizacija, ali usled intenzivne plastične deformacije, dolazi do usitnjavanja zrna.

Presudan uticaj na niže rezultate zateznih i savojnih karakteristika ima veličina i oblik tunela. Najnepovoljniji oblik tunela je kada tunel prelazi u prslinu, tako da se u šavu javlja koncentracija napona.

6. LITERATURA:

1. V. Palić, Zavarivanje, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 1987
2. M. Mijajlović, D. Miličić, M. Đurđanović, V. Grabulov, A. Živković, M. Popović, Osnovni pojmovi kod postupka zavarivanja trenjem sa mešanjem prema ASW, Zavarivanje i zavarene konstrukcije, 2/2012 str 61÷68,
3. A. Živković, doktorska disertacija, Uticaj geometrije alata za postupak FSW, Beograd, 2012.
4. D. Stamenković, M. Đurđanović, D. Mitić, Zavarivanje i zavarene konstrukcije, 2/2006 str 59 ÷ 66, Zavarivanje postupkom "FSW", 2006.

Kratka biografija:



Marko Čović rođen je 1989. godine u Somboru. Diplomirao je 2013. godine na fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, stekao zvanje dipl. mašinski inženjer. Master rad odbranio 2014. god iz oblasti zavarivanje trenjem sa mešanjem.



Sebastian Baloš rođen je u Somboru 1974. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2010. god., iz oblasti Materijali i tehnologije spajanja. 2011. god. stekao zvanje docenta. Oblast interesovanja su: Mašinski materijali, Savremene tehnologije spajanja materijala i dr.

NUMERIČKA ANALIZA STATIČKOG PONAŠANJA PRIZMATIČNIH KOTRLJAJNIH VOĐICA**NUMERICAL ANALYSIS OF PRISMATICAL ROLLING GUIDES STATICAL BEHAVIOR**

Dragan Okuka, Milan Zeljković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Kotrljajne vođice su nastale umetanjem kotrljajnih elemenata između dva dela koja se međusobno kreću, što ima za posledicu manje trenje i jednolikost koeficijenta kotrljanja. Ovim su stvoreni preduslovi za obezbeđenje ravnomernosti kretanja. Prisutan je veliki broj konstrukcijskih rešenja kotrljajnih vođica, što zahteva klasifikaciju po raznim kriterijumima. U radu je prikazana numerička analiza statičkog ponašanja prizmatičnih kotrljajnih vođica sa recirkulacijom kuglica pri različitim uslovima opterećenja. Za numeričku analizu primenjen je programski sistem baziran na metodi konačnih elemenata.

Ključne reči: Kotrljajne vođice, statičko ponašanje, metod konačnih elemenata

Abstract - Rolling guides are formed by inserting the rolling elements between the two parts, which results in less friction and uniformity coefficient of rolling. These are preconditions for ensuring uniformity of movement. There are many construction solutions of roller guides, which requires classification according to various criteria. This paper presents a numerical analysis of the static behavior of prismatic roller guides with recirculation of balls under different load conditions. For the numerical analysis software system based on the finite element method was applied.

Key words: Rolling guides, Static behavior, Finite element method

1. UVOD

U svim tehničkim proizvodima koji se sastoje iz više elemenata, neophodno je ostvariti veze potrebne za funkcionisanje. Ako te veze omogućavaju relativno kretanje u toku rada, onda se govori o pokretnim vezama – vođicama.

Vođice imaju osnovni zadatak da prime spoljašnje opterećenje i da obezbede adekvatno vođenje pokretnih delova mašine. Pod vođenjem se podrazumeva definisanje tačne putanje kretanja pokretnog u odnosu na nepokretni deo mašine (najčešće pri pravolinijskom kretanju ili ređe kružnom kretanju – obrtni sto karusel struga). Funkcija vođenja se obezbeđuje tako što vođice dozvoljavaju samo jedan stepen slobode kretanja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milan Zeljković, redovni profesor.

Elementi vođice mogu biti u kontaktu direktno ili indirektno (preko fluida), ili se pak ne dodiruju već su u vezi preko magnetnog polja. Vođice moraju da prihvate i prenesu opterećenja (momente i sile) i da uprkos njima u pravcu kretanja imaju dobru pokretljivost.

Takođe, pri radu moraju da imaju veliku krutost uz kontinualno kretanje da bi omogućile stabilan rad pri promenljivim opterećenjima. Vođice se mogu sistematizovati prema više kriterijuma [3]:

1. Prema vrsti kretanja:
 - Vođice za pravolinijsko kretanje,
 - Vođice za obrtno kretanje (ležišta).
2. Prema nameni (vidu kretanja):
 - Vođice za glavno kretanje,
 - Vođice za pomoćna kretanja,
 - Vođice za premeštanje.
3. Prema karakteru trenja:
 - Klizne (koje mogu biti hidrodinamičke i hidrostatičke)
 - Kotrljajne.
4. Prema geometrijskom obliku:
 - Ravne vođice,
 - Kružne vođice.

U ovom radu prikazana je numerička analiza statičkog ponašanja prizmatičnih kotrljajnih vođica sa recirkulacijom kuglica u različitim uslovima opterećenja.

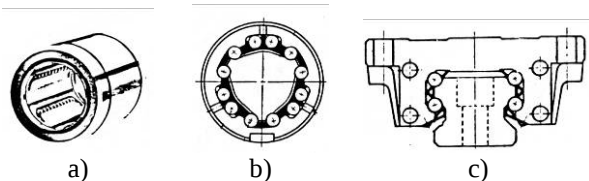
2. SPECIFIČNOSTI I KARAKTERISTIKE KOTRLJAJNIH VOĐICA

Kotrljajne vođice su elementi mašina alatki koje služe za vođenje pokretnih elemenata (klizača, radnih stolova,...) mašine. Sastoje se od kotrljajnih tela i staze po kojoj se vrši kretanja tih tela. Prednosti kotrljajnih vođica su ravnomerno kretanje, male sile pokretanja pokretnog elementa, sporo habanje kontaktnih površina kao i relativno prost sistem podmazivanja. Loše dinamičke osobine predstavljaju bitan nedostatak ovih vođica. Pored toga, imaju veliku bučnost pri velikim brzinama kretanja, veću osetljivost na nečistoće.

2.1 Klasifikacija vođica prema konstrukcionom obliku

Prema konstrukcionom obliku staze kotrljajne vođice se mogu podeliti na:

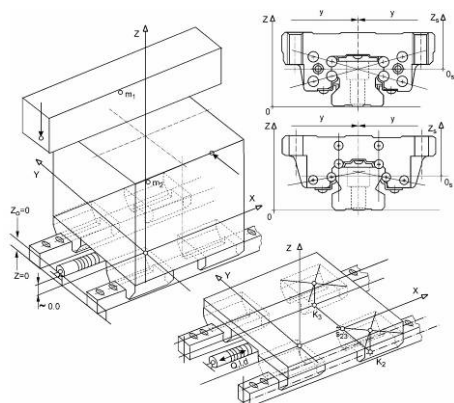
1. Kružne (slika 1a),
2. Trouglaste (slika 1b),
3. Prizmatične (slika 1c).



Slika 1 – Kotrljajne vođice prema konstrukcionom obliku [1]

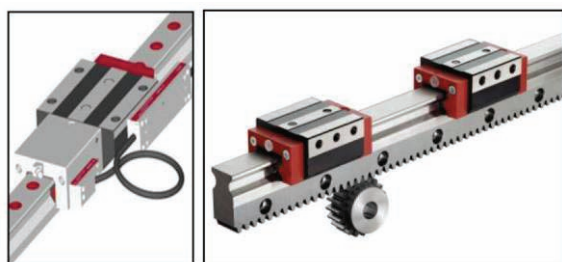
Prizmatične kotrljajne vođice su najčešći primenjivani tip sistema za pravolinijsko kretanje.

Prikaz šeme prizmatične kotrljajne vođice je dat na slici 2.



Slika 2 – Šematski prikaz modela prizmatične kotrljajne vođice [2]

Stacionarne ili vođice sa recirkulacijom kuglica (slika 3) najviše su u upotrebi u sadašnjim mašinama alatka. Stacionarne vođice se koriste kod mašina alatki sa vrlo kratkim pomeranjem. Kotrljajući elementi mogu biti čelične kuglice, valjčići ili iglice koji su fabrički montirani između dva kaveza nepokretnih i pokretnih delova vođica. Oni imaju nizak koeficijent trenja, visoku krutost i mogu izdržati visoko opterećenje. Vođice sa recirkulacijom kuglica se proizvode različitih veličina u zavisnosti od opterećenja.



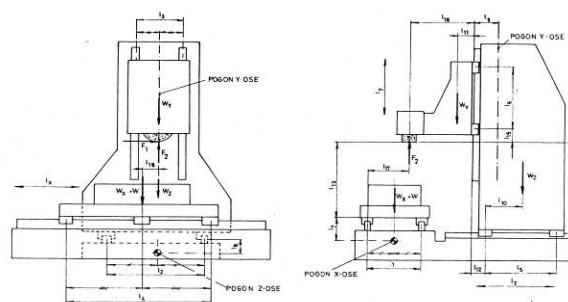
Slika 3 – Prizmatična kotrljajna vođica sa recirkulacijom kuglica [4]

3. DEFINISANJE OPTEREĆENJA KOTRLJAJNIH VOĐICA

Analiza statičkog ponašanja prizmatičnih kotrljajnih vođica sa recirkulacijom kuglica je vršena za slučaj ugradnje kod brusilice za ravno brušenje tipa „BRB-KP“ (slika 4). Proračunom je definisan najopterećeniji oslonac na vođici u pravcu „Z“ ose i dalja razmatranja se odnose na taj oslonac.

Statičko ponašanja navedenog oslonca, odnosno prizmatične vođice je razmatrano za četiri uslova opterećenja:

1. Ravnomerno raspoređeno opterećenje po površini oslonca;

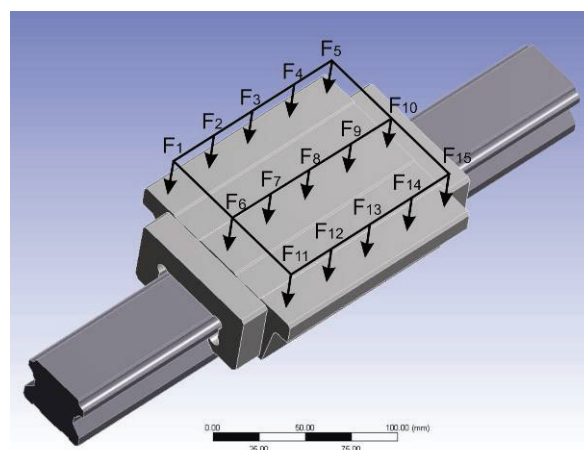


Slika 4 – Brusilica za ravno brušenje [1]

2. Linearno promenljivo opterećenje u pravcu vođice;
3. Linearno promenljivo opterećenje u pravcu normalnom na pravac vođice;
4. Linearno promenljivo opterećenje i u pravcu vođice i u pravcu normalnom na vođicu;

1. **Ravnomerno raspoređeno opterećenje po površini oslonca** (slika 5), podrazumeva praktično idealnu ravnost vođica u oba pravca „X“ i „Z“, što rezultira istim intenzitetom sila u svim tačkama.

Na osnovu opterećenja oslonca od 5235 [N] intenzitet sila u pojedinim tačkama iznosi $F_1 \div F_{15} = 349$ [N].

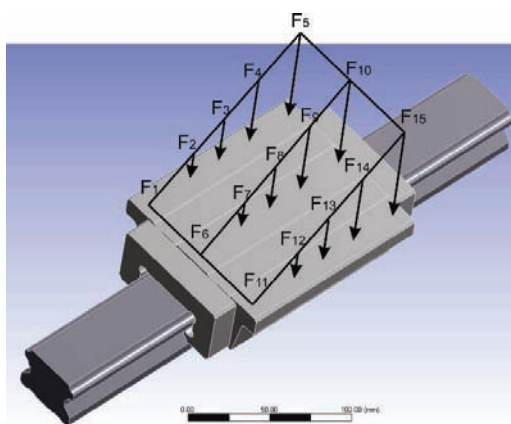


Slika 5 - Ravnomerno raspoređeno opterećenje oslonca

2. **Linearno promenljivo opterećenje u pravcu vođice** (slika 6), je posledica neravnosti vođice u pravcu „Z“ ose. Razmatrajući samo slučaj nagnutosti vođice kao odstupanje od ravnosti, opterećenje oslonca se može u prvom približenju posmatrati u obliku trougla kod koga intenzitet sila duž pravca kretanja vođice raste linearno. Intenziteti sila u pojedinim tačkama su dati u tabeli 1.

Tabela 1. Intenzitet sila u pojedinim tačkama kod varijante 2

$F_1 = F_6 = F_{11} = 0$ [N]
$F_2 = F_7 = F_{12} = 108,97$ [N]
$F_3 = F_8 = F_{13} = 326,67$ [N]
$F_4 = F_9 = F_{14} = 542,9$ [N]
$F_5 = F_{10} = F_{15} = 761$ [N]

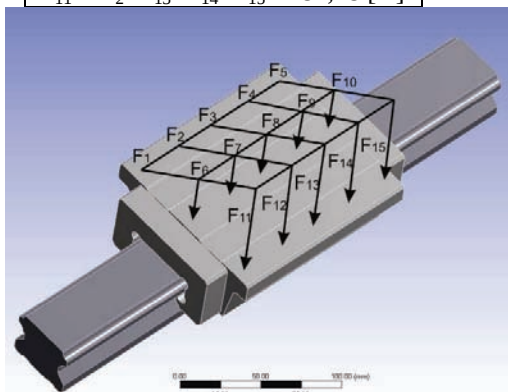


Slika 6 - Linearno promenljivo opterećenje u pravcu vođice

3 **Linearno promenljivo opterećenje u pravcu normalnom na pravac vođice** (slika 7) je posledica neravnosti vođica u pravcu „X“ ose, odnosno posledica razlike visina leve i desne vođice u pravcu „Z“ ose. I ovde će se razmatrati slučaj da je raspodela opterećenja kod najopterećenijeg oslonca linearna, pri čemu je intenzitet sila u pojedinim tačkama oslonca dat u tabeli 2.

Tabela 2. Intenzitet sila u pojedinim tačkama kod varijante 3

$F_1=F_2=F_3=F_4=F_5=0$ [N]
$F_6=F_7=F_8=F_9=F_{10}=264,48$ [N]
$F_{11}=F_{12}=F_{13}=F_{14}=F_{15}=784,48$ [N]

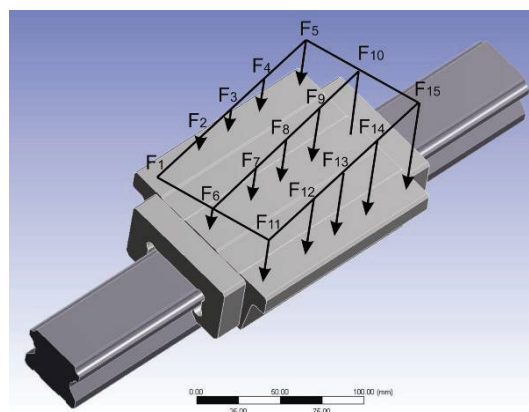


Slika 7 - Linearno promenljivo opterećenje u pravcu normalnom na pravac vođice

4 **Linearno promenljivo opterećenje i u pravcu vođice i u pravcu normalnom na vođicu** (slika 8) je posledica neravnosti vođica u pravcu „Z“ i „X“ ose. Proračunski model najopterećenijeg oslonca podrazumeva linearno promenljivo opterećenje u pravcu navedenih osa i intenziteti sila u pojedinim tačkama su dati u tabeli 3.

Tabela 3. Intenzitet sila u pojedinim tačkama kod varijante 4

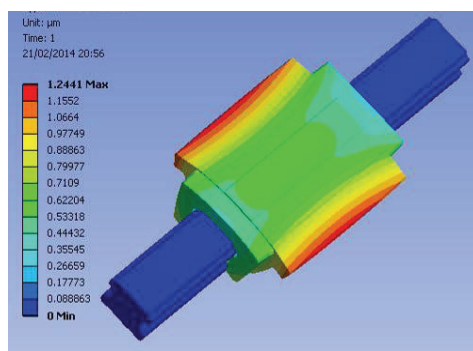
$F_1=0$ [N]	$F_8=315,36$ [N]
$F_2=F_6=126,15$ [N]	$F_9=409,97$ [N]
$F_3=F_{11}=252,29$ [N]	$F_{10}=F_{12}=378,44$ [N]
$F_4=379,44$ [N]	$F_{14}=630,73$ [N]
$F_5=F_{13}=504,58$ [N]	$F_{15}=756,87$ [N]
$F_7=220,75$ [N]	



Slika 8 - Linearno promenljivo opterećenje u pravcu vođice i u pravcu normalnom na vođicu

4. PRIKAZ REZULTATA ANALIZE

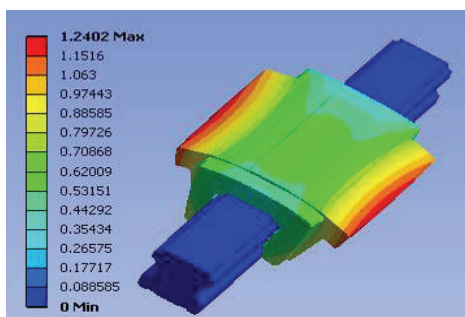
Analiza deformacija prizmatične kotrljajne vođice sa recirkulacijom kuglica je izvršena metodom konačnih elemenata, primenom programskog sistema Ansys 12.1. U nastavku se grafički prikazuju ukupne deformacije oslonca kotrljajne vođice za pojedine slučajeve opterećenja, dok se tabelarno daju granične numeričke vrednosti deformacija u pravcu pojedinih osa i Von Mises-ovih napona.



Slika 9 - Ukupne deformacije kod ravnomerno opterećenog oslonca

Tabela 4. Rezultati deformacija i napona za varijantu 1

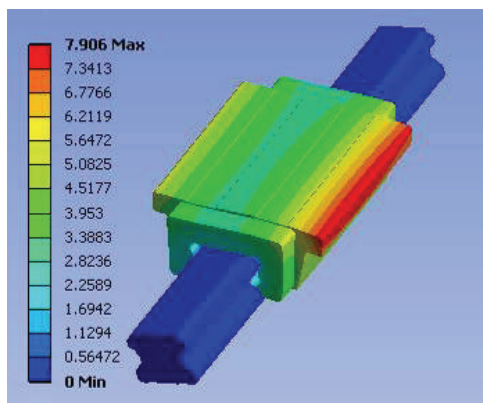
Ravnomerno opterećen oslonac vođice		
	max	min
Deformacije u pravcu X-ose	0,458 [μm]	0,446 [μm]
Deformacije u pravcu Y-ose	0,117 [μm]	0,09 [μm]
Deformacije u pravcu Z-ose	1,202 [μm]	0,0311 [μm]
Napon	17,086 [MPa]	0,0004549 [MPa]



Slika 10 - Ukupne deformacija pri linearno opterećenom osloncu u pravcu vodice

Tabela 5. Rezultati deformacija i napona za varijantu 2

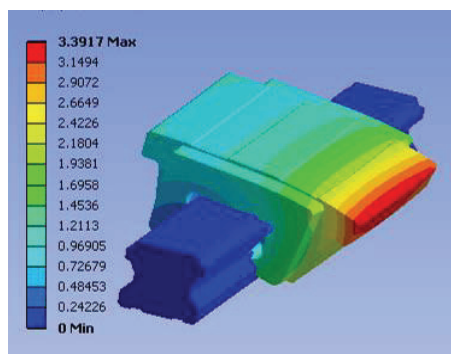
Linearno opterećen oslonac u pravcu vodice		
	max	min
Deformacije u pravcu X-ose	0,457 [μm]	0,445 [μm]
Deformacije u pravcu Y-ose	0,117 [μm]	0,090 [μm]
Deformacije u pravcu Z-ose	1,199 [μm]	0,031 [μm]
Napon	17,032 [MPa]	0,0004534 [MPa]



Slika 11 - Ukupne deformacije pri linearno opterećenom osloncu u pravcu normalnom na vodicu

Tabela 6. Rezultati deformacija i napona za varijantu 3

Linearno opterećen oslonac u pravcu normalnom na vodicu		
	max	min
Deformacije u pravcu X-ose	4,136 [μm]	1,823 [μm]
Deformacije u pravcu Y-ose	0,307 [μm]	0,297 [μm]
Deformacije u pravcu Z-ose	6,872 [μm]	4,283 [μm]
Napon	43,158 [MPa]	0,0015656 [MPa]



Slika 12 - Ukupne deformacije pri linearno opterećenom osloncu u pravcu vodice i normalnom na vodicu

Tabela 7. Rezultati deformacija i napona za varijantu 4

Linearno opterećen oslonac u pravcu vodice i normalno na vodicu		
	max	min
Deformacije u pravcu X-ose	1,576 [μm]	0,905 [μm]
Deformacije u pravcu Y-ose	0,135 [μm]	0,133 [μm]
Deformacije u pravcu Z-ose	3,051 [μm]	0,636 [μm]
Napon	21,886 [MPa]	0,0013693 [MPa]

Životni vek vodice iznosi 1×10^6 časova primenom Goodman-ove metode. U nauci o materijalima i zamoru, Goodman-ova metoda se koristi za interakciju srednjih i naizmeničnih napona na životni vek materijala. Goodman-ov odnos se matematički može napisati kao $\sigma_a = \sigma_{fat} \times (1 - \sigma_m / \sigma_{ts})$.

5. ZAKLJUČAK

U radu je dat prikaz numeričke analize opterećenja prizmatične kotrljajne vodice sa recirkulacijom kuglica. Na osnovu prikazanih rezultata može se zaključiti da se najveće ukupne deformacije, deformacije u pravcu „X“, „Y“ i „Z“ pojavljuju za slučaj linearno opterećenog oslonca u pravcu normalnom na vodicu, odnosno kao posledica razlike visina leve i desne vodice u pravcu „Z“ ose. Najveći naponi se pojavljuju na mestu kontakta kuglica sa stazama kotrljanja i njihova vrednost je vrlo mala u odnosu na maksimalno dozvoljeni kontaktni napon 2200 [MPa]. Maksimalna vrednost napona je, takođe, pri linearno opterećenom osloncu u pravcu normale na vodicu i iznosi 43,158 [MPa]. Razmatrajući način zadavanja opterećenja oslonca može se konstatovati da ako se uzme kao reperno, ravnomerno opterećenje (varijanta 1, ukupno opterećenje oslonca 5235 [N]), da se relativna greška zadavanja opterećenja nalazi u opsegu od -0,19 [%] do + 0,3 [%] i da ista ne utiče na rezultate statičke analize.

6. LITERATURA

- [1] Cvijanović M.: „Projektovanje sistema vodica kod savremenih mašina alatki“, diplomski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1995.
- [2] Glavonjić M.: „Vodice – Konfigurisanje pomoćnih kretanja“, Mašinski fakultet u Beogradu.
- [3] Zeljković M.: „Projektovanje mašina alatki“, autorizovana predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2009.
- [4] Altintas Y, Verl A, Brecher C, Uriarte L, Pritschow G. "Machine tool feed drives", CIRP Annals - Manufacturing Technology. 2011;60(2):779-96.

Kratka biografija:



Dragan Okuka, rođen je u Kikindi, 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog mašinstva iz predmeta Projektovanje mašina alatki, odbranio je oktobra 2014.god.



Milan Zeljković, dipl. mašinski inženjer doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1996. god. U zvanje redovni profesor je izabran 2007.godine. Naučna oblast proizvodno mašinstvo, a uža naučna oblast mašine alatke, fleksibilni tehnološki sistemi i automatizacija postupaka projektovanja.

TOPOGRAFIJA I HABANJE IZLAZNE BOČNE LEĐNE POVRŠINE MODELSKIH ALATA

Rezime: Kontaktna površina tribomehaničkih elemenata po završnoj obradi nikada nije apsolutno glatka. Karakteristični parametri nasleđeni u toku tehnološkog procesa definišu makrogeometriju i mikrogeometriju kontaktnih površina. Za ispravnu analizu triboloških procesa ali i tribološki ispravno konstruisanje posebno je značajna hrapavost kontaktnih površina. U ovom radu se analizira topografija i habanje izlazne bočne leđne površine neoslojenih i oslojenih modelskih alata za obradu ozubljenja različitih modula. Na osnovu izvedenih eksperimentalnih istraživanja takođe su analizirani parametri topografije nepohabanih i pohabanih alata za određene module.

Cljučne reči: tribomehanički sistemi, topografija, hrapavost, habanje, alati za obradu ozubljenja

2. UVOD

Usavršavanje tehnologije obrade rezanjem je vrlo značajan momenat od čijeg nivoa u bitnoj meri zavisi proizvodnost i tehnoeekonomski efekti koji se postižu u proizvodnom procesu. Geometrijski parametri alata za obradu rezanjem, tačnost profilisanja i izrade snažno se odražavaju na proizvodnost i na troškove obrade.

Kvalitetni alati za obradu rezanjem su neophodni za ekonomičnu proizvodnju. Proizvodnja ovih alata obavezno zahteva prethodnu temeljnu studiju, proračun i konstrukciju za svaki specifičan slučaj. Na ovom polju postoje velike mogućnosti za poboljšanje proizvodnje u celini.

Na slici 1. [1] dati su uticajni faktori na proces projektovanja alata za obradu rezanjem



Sl. 1. Uticajni faktori na projektovanje alata za obradu rezanjem

Rezultati ispitivanja topografije i habanja alata treba da se iskoriste kao kvantitativne osnove za

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Bojana Babića. Mentor je bio prof. dr Bogdan Sovilj.

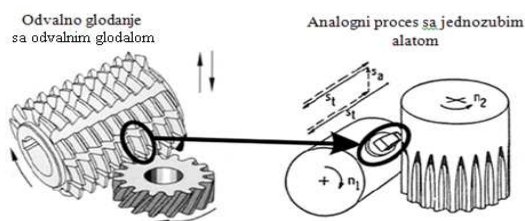
b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETIKUM 2014, Novi Sad, juni 2014.

optimizaciju procesa odvalnog glodanja u cilju dostizanja maksimalne proizvodnosti, obezbeđivanje kvalitativnih osobina obrađivanih zupčanika i svođenje na minimum troškova po operaciji.

3. OBRADA I TOPOGRAFIJA POVRŠINA

Pojava prenosnika snage i kretanja datira još iz antičkih vremena. U Kini, Mesopotamiji i Egiptu pronađeni su delovi i sklopovi uređaja za navodnjavanje sa ozubljenim prenosničkim elementima, koji se po kinematskom načelu koriste i danas. Osim za poljoprivredu, takvi uređaji su se razvijali za ratne svrhe i u građevinarstvu [2].

Odvalna glodala se upotrebljavaju za izradu ozubljenja zupčanika sa pravim, kosim i zavoynim zubima, kao i za izradu pužastih točkova za spoljne sprezanje sa evolentnim profilom.



Sl. 2. Analogni procesi odvalnog glodanja integralnim i jednozubim odvalnim glodalom

Na slici 2. dati su analogni procesi obrade ozubljenja integralnim i jednozubim odvalnim glodalom.[3]

Pošto je dokazano je da su 90% svih kvarova i zastoja inženjerskih komponenti u praksi inicirani preko površine kroz mehanizme kao što su zamorni lom, lom usled napona od korozije, kontaktno habanje usled trenja, abrazivno i adheziono habanje, korozija, erozija itd. Jasno je da je važno shvatiti osobine površina i zona blizu površina komponenti. Ove osobine mogu biti grupisane pod pojmom tribologije.

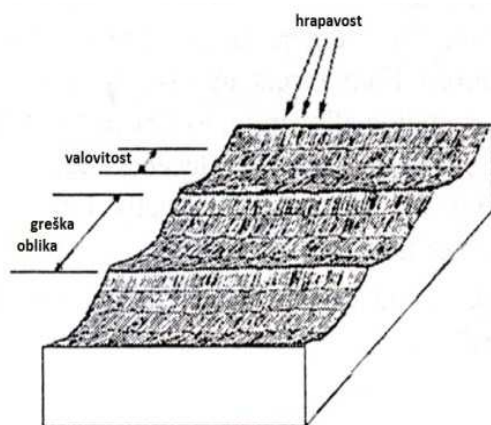
Pogled na tehničke crteže inženjerskih komponenti jasno pokazuje da crteži predstavljaju da je svaka površina inženjerske komponente perfektno ravna i glatka. Ova površina, pretpostavljena tehničkim crtežom se naziva nominalnom površinom.

Proizvodni inženjeri proučavaju tehničke crteže i pokušavaju da proizvedu komponente po definisanim dimenzijama unutar granica tolerancije. Pri proizvodnji komponenti dizajner i proizvodni inženjer znaju da je nemoguće proizvesti perfektno ravnu površinu, jer će izabrani proizvodni metod ostaviti mikroskopski „otisak“ na površinu koji je jedinstven za određenu proizvodnu tehniku i to je definisano tolerancijom hrapavosti.

Prirodni „otisak“ je u stvari tekstura površinske topografije komponente. On se sastoji od serije vrhova i udubljenja karakterističnih oblika, veličina i rastojanja.

Pored toga što utiče na oblik površine, izabrani proizvodni metod takođe utiče i na slojeve direktno ispod površine komponenti [5].

Geometrijska forma svake površine se uobičajeno naziva površinska tekstura. Konvencionalna tekstura se sastoji od oblika definisanih kao hrapavost, valovitost i greška oblika (Slika 3.[4]). Konvencionalno kada se površinska tekstura meri kvantitativno, meri se samo hrapavost, a valovitost i elementi oblika se mehanički, električno ili digitalno filtriraju iz dobijenih podataka.



Sl. 3. Definicija grešaka oblika, valovitosti i hrapavosti

4. EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA

Proces odvalnog glodanja je jedna od najznačajnijih karika u lancu mehaničke obrade, jer od metode obrade i primenjenog alata u velikoj meri zavisi produktivnost, završna geometrijska tačnost i kvalitet površine ozubljenja.[1]

Prema planu eksperimeta istraivanja topografije površina i habanja su izvedena na oslojenim i neoslojenim jednozubim odvalnim glodalima, sa modulima $m=3$ mm i $m=5$ mm. Cilj ovih istraživanja jeste upoređivanje hrapavosti izlaznih bočnih leđnih površina modelskih jednozubih odvalnih glodala sa različitim modulima. U ovim eksperimentima su korišćeni alati koji su napravljeni od brzoreznog alatnog čelika HS6-5-2-5, pri čemu su alati podeljeni u dve grupe na neoslojene i oslojene TiN.

Na samom početku eksperimentalnih istraživanja, analizirani su modelski jednozubi alati. Alati su podeljeni na osnovu nekoliko osnovnih karakteristika, kako bi se mogla izvršiti selekcija i odabir alata koji su najpogodniji za ova eksperimentalna istraživanja [6].

Nakon selekcije, pristupilo se merenju pojasa habanja i hrapavosti svih gore navedenih modelskih jednozubih alata. Prilikom merenja pojasa habanja korišćen je alatni mikroskop, dok je za merenje hrapavosti korišćen uređaj MahrSurf PS1 povezan sa računarom, tako da su sertifikati (rezultati) merenja dobijeni u elektronskoj formi.

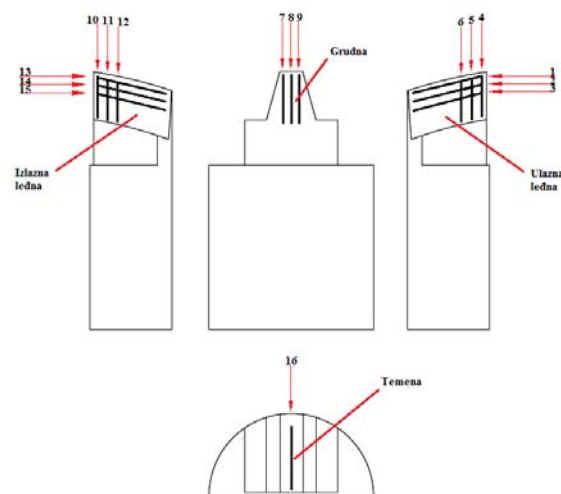
Pre samog početka procesa merenja hrapavosti od klasifikovanih alata u pet grupa izabrani su po osam alata predstavnika [6].



Sl. 4. Alati koji su mereni nepohabani, a zatim mereni kao pohabani

Površine alata i merni pravci prikazani su na slici 5. Pri tom treba imati u vidu da razmak između susednih paralelnih mernih pravaca treba da bude što manji, a merni pravac 10, odnosno 13, što bliže sečivu alata, odnosno temenoj površini.

Na slikama 6. i 7 prikazan je deo postupaka merenja hrapavosti u šest pravaca na izlaznoj bočnoj leđnoj površini modelskog jednozubog odvalnog glodala[6].



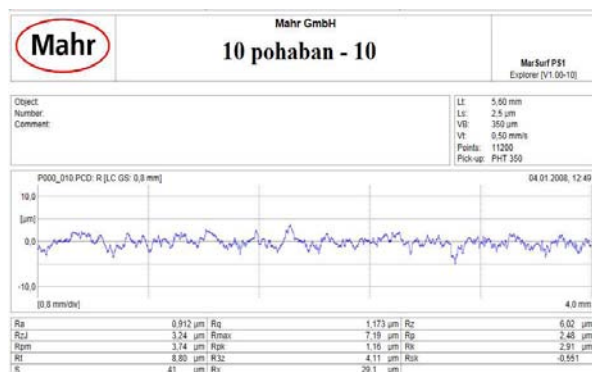
Sl. 5. Površine alata i merni pravci



Sl. 6. Pozicioniranje uređaja u poziciju za merenje obraćajući pažnju na poziciju i pravac mernog pipka, merenje u pravcu sečiva.



Sl. 7. Povezivanje MahrSurf aparata sa računarom pomoću USB priključka



Sl. 8. Sertifikat dobijen nakon merenja hrapavosti pohabanog alata pod brojem 10 za pravac 10

Nakon završenog merenja dobijaju se profili hrapavosti i željeni parametri na sertifikatima prikazanim u [6], a na slici 8. prikazan je sertifikat merenja za merni pravac pod brojem 10 za pohaban alat 10.

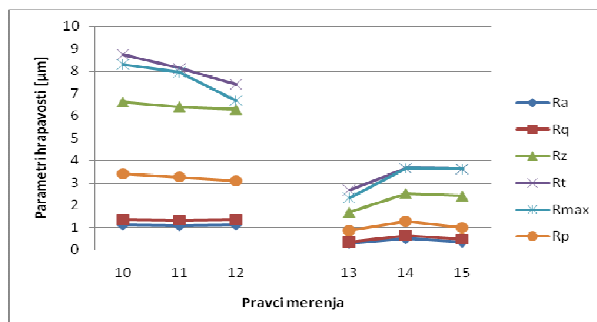
Parametar hrapavosti R_{max} za oslojen alat 10 modula $m=3\text{mm}$ dostiže minimalnu vrednost od $2,31\text{ }\mu\text{m}$ na trinaestom pravcu merenja nepohabanog stanja alata, dok je maksimalna vrednost $8,29\text{ }\mu\text{m}$ na desetom pravcu merenja nepohabanog stanja alata.

Ovaj rad obuhvata i dve vrste eksperimentalnih istraživanja topografije površina. Prvo eksperimentalno istraživanje predstavlja uporednu analizu topografija izlaznih bočnih leđnih površina modelskih jednozubih odvalnih glodala koji su mereni u nepohabanom stanju pa zatim u pohabanom stanju. Ukupan broj alata u ovoj analizi je osam, od kojih je sedam oslojeno, a jedan neoslojen i svi su modula 3.(slika 4.)

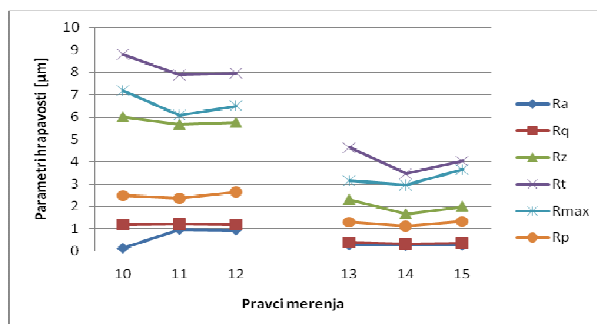
Drugo eksperimentalno istraživanje sadrži analize četiri podgrupe od po osam modelskih jednozubih odvalnih glodala, izabranih od raspoloživih alata [6]. Četiri podgrupe modelskih jednozubih alata čine:

- neoslojeni pohabani alati modula $m=3\text{ mm}$,
- neoslojeni pohabani alati modula $m=5\text{ mm}$,
- oslojeni pohabani alati modula $m=3\text{ mm}$, i
- oslojeni pohabani alati modula $m=5\text{ mm}$.

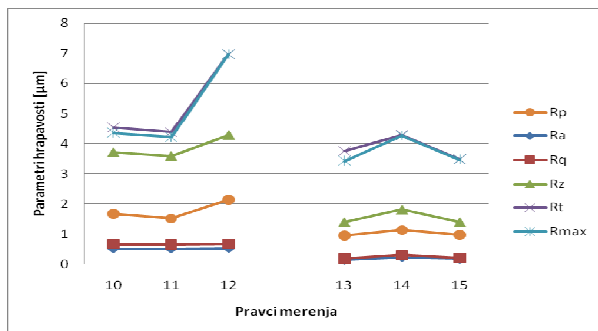
Nakon sređivanja rezultata napravljeni su dijagrami, od kojih će deo biti prikazani u nastavku rada (slike 9, 10, 11, 12, 13).



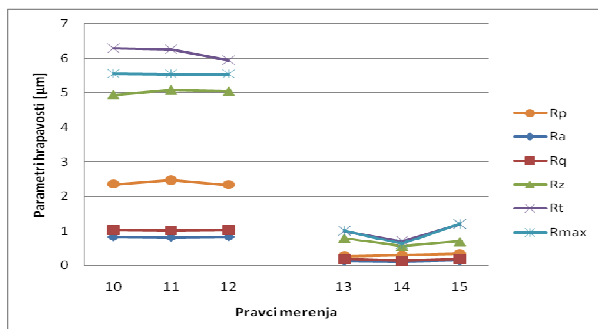
Sl. 9. Dijagram parametara hrapavosti oslojenog nepohabanog alata 10 modula $m=3\text{mm}$



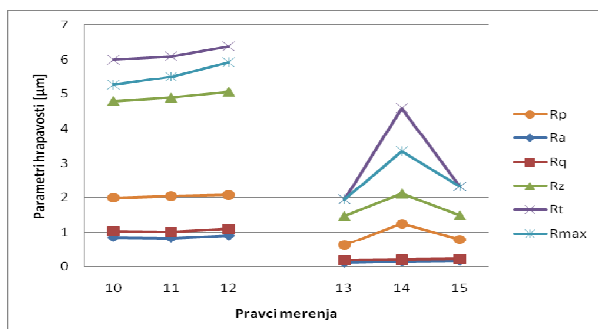
Sl. 10. Dijagram parametara hrapavosti oslojenog pohabanog alata 10 modula $m=3\text{mm}$



Sl. 11. Dijagram parametara hrapavosti neoslojenog pohabanog alata 20 modula m=3mm



Sl. 12. Dijagram parametara hrapavosti neoslojenog pohabanog alata 50 modula m=5mm



Sl. 13. Dijagram parametara hrapavosti oslojenog pohabanog alata 66 modula m=5mm

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu ovih eksperimentalnih istraživanja se može izvesti zaključak da su sve maksimalne vrednosti parametara hrapavosti zastupljene na podužnom pravcu merenja, dok su sve minimalne vrednosti parametara hrapavosti zastupljene na poprečnom pravcu merenja, što se može objasniti time da se merni pipak prilikom merenja na pravcima merenja 10, 11, 12 kretao u pravcu normale na brazde nastale prilikom izrade modelskih alata, dok se kod pravaca merenja 13, 14, 15 merni pipak kretao paralelno sapomenutim brazdama.

Za potpuniju sliku topografije izlazne bočne ledne površine modelskih alata neophodno je u daljim istraživanjima preciznije definisanje hrapavosti, definisanje raspodele ordinata i

vrhova, raspodele nagiba, radijusa vrhova i udubljenja neravnina, krive nošenja profila i dr. Dvodimenzionalna analiza može često biti korišćena kao procesni monitoring, što je ograničenog obima, ali obezbeđuje jednostavnu indikaciju bilo da se topografija menja ili ne. Ako je potrebno potpuno razumevanje, potrebna je trodimenzionalna analiza površine.

5. REFERENCE

- [1] Sovilj-Nikić, I., *Primena genetskog algoritma u optimizaciji geometrijskih parametara odvalnog glodala*, diplomski-master rad, Novi Sad, 2007
- [2] Opalić M., *Prijenosnici snage i gibanja*, Sveučilište u Zagrebu, FSB, Zagreb, 1998
- [3] Karpuschewski, B., Pieper, H.J.: *Innovations in tool development and manufacturing*, 13th International Conference on Tools, 2012, Miskolc, Hungary
- [4] Tanasijević, S., *Tribološki ispravno konstruisanje*, Mašinski fakultet, Kragujevac, . 2004
- [5] Blunt, L., Jiang, X., *Roughness, Waviness and Primary Profile, Geometrical Product Specification*, Warsaw University of Technology Printing House, Warsaw, 2001
- [6] Babić, B., *Topografija i habanje izlazne bočne površine modelskih alata*, Diplomski-master rad, Novi Sad, 2014

Napomena

Rad predstavlja prikaz dela istraživanja realizovanih u okviru projekta TR – 35015 finansiranog od strane, Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, takođe ova istraživanja su poistekla iz saradnje u okviru CEEPUS projekta CIII-RO-0058-05-1213 podržanog od Sekretarijata za nauku i tehnološki razvoj AP Vojvodine

Autori: M.Sc. Bojan Babić, M.Sc. Ivan Sovilj-Nikić, Prof. dr Bogdan Sovilj, Prof. dr Miodrag Hadžistević, Univerzitet Novi Sad, Fakultet Tehničkih Nauka, Institut za Proizvodno mašinstvo, Trg Dositeja Obradovica 6, 21000 Novi Sad, Serbia, Tel: +381 21 485 2343, Fax: +381 21 454-495.

E-mail: yanboo-89@hotmail.com
diomed17@yahoo.com
bsovilj@uns.ac.rs
stevicm@uns.ac.rs

Dr. Eng. Paul Bere, Technical University of Cluj-Napoca, Faculty of Machine Building, B. dul Muncii nr 103-105, 400641 cluj-Napoca, Romania,
E-mail: bere_paul@yahoo.com

TOPOGRAFIJA I HABANJE ULAZNE BOČNE LEĐNE POVRŠINE MODELSKIH ALATA

Rezime: Priroda materijala elemenata sistema, opterećenja u zoni kontakta, relativne brzine, topografija kontaktnih površina i temperatura u zoni kontakta utiču na tribološke karakteristike elemenata, pa prema tome i na karakteristike tribomehaničkog sistema. U ovom radu se analizira topografija i habanje ulazne bočne leđne površine modelskih alata različitih modula. Takođe na osnovu izvedenih eksperimentalnih istraživanja sa neoslojenim i oslojenim alatima uporedno su analizirani parametri topografije ulazne bočne leđne površine nepohabanih i pohabanih alata za sve proučavane module.

Ključne reči: tribomehanički sistemi, topografija, hrapavost, habanje, alati za obradu ozubljenja

1. UVOD

Poslednjih godina postignut je veliki napredak u razvoju novih materijala za alate, novih konstrukcija alata, termičkoj obradi i optimizaciji procesa obrade [1].

Kontaktna površina triboelemenata po završnoj obradi nikada nije apsolutno glatka. Brojne neravnine nastale kao rezultat prethodnih i završnih operacija mogu imati različite geometrijske prametere i izazvati veće ili manje nepravilnosti triboelemenata.

Brojna ispitivanja pokazuju da kvalitet kontaktne površine značajno utiče na otpornost na habanje. Smanjenjem hrapavosti povećava se otpornost na habanje čiji uzrok nije samo smanjenje sile trenja nego i smanjenje osetljivosti materijala na koncentraciju napona.

U ovom radu je analizirana topografija i habanje ulazne bočne leđne površine na modelskim jednozubim odvalnim glodalima.

2. PROIZVOD I TOPOGRAFIJA POVRŠINA

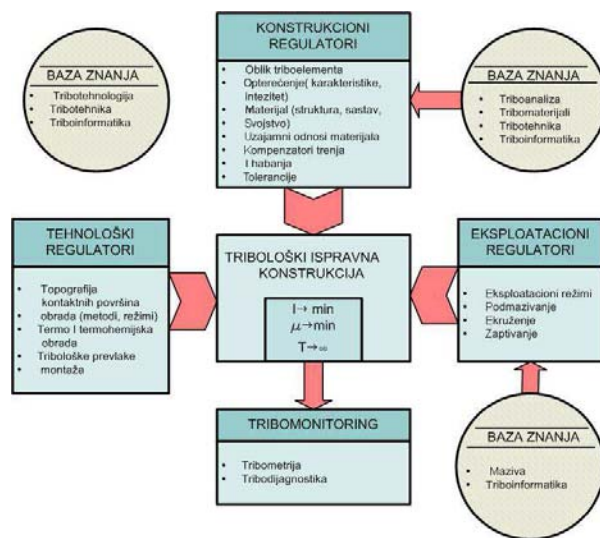
Analizirajući vekovnu spregu i međusobne odnose između čoveka i industrijskog proizvoda, u svakoj od faza njihovog životnog ciklusa, može se reći da je industrijski proizvod svesno razvijena i u industrijskim uslovima proizvodnje realizovana materijalna tvorevina. Realizovana po potrebi, volji i u interesu čoveka, određenih karakteristika, radi neposrednog ili posrednog zadovoljenja određenih ljudskih potreba [2]. Proizvod je najkarakterističniji parametar tehničkog razvoja jedne zemlje gde se pod tehničkim razvojem podrazumeva plansko i sistemsko stvaranje i usavršavanje proizvoda ili procesa.

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Gorana Gerika. Mentor je bio prof. dr Bogdan Sovilj.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETIKUM 2014, Novi Sad, juni 2014.

Usmeravajući proces razvoja proizvoda na razvoj mašinskih (ili tehničkih) sistema, posebno je značajno iznalaženje puteva ka podizanju kvaliteta proizvoda. Nema sumnje da je kvalitet projektovanja jedan od bitnih faktora kvaliteta mašinskih sistema i jedan od najznačajnijih uslova u razvoju proizvoda. Alat za obradu rezanjem takođe predstavlja proizvod određene grane proizvodnje.



Sl. 1. Regulatori tribološki ispravne konstrukcije

Neosporno je da su tribološki procesi (promena strukture sistema, gubici energije, gubici materijala) veoma složeni procesi i da zavise od velikog broja faktora. Zbog toga su i brojne mogućnosti kojima projektant, odnosno konstruktor može razrađivati tribološki ispravnu konstrukciju u procesu projektovanja. Kako se u širem smislu tom prilikom konstrukcija organizuje i reguliše u ispravnom tribološkom ponašanju,

dostupne mogućnosti su podeljenje u tri grupe regulatora: konstrukcioni, tehnološki i eksploatacioni (slici 1.) [2].

Interdisciplinarni karakter tribologije i široka lepeza mogućih aspekata proučavanja uslovili su da se u procesu tribološki ispravnog projektovanja i konstruisanja mora raspolagati velikim brojem tačno određenih triboloških informacija. Zbog složenosti triboloških procesa i velikog broja uticajnih faktora neophodno je raspolagati informacijama iz različitih oblasti ove široke naučne oblasti, kao i usmereno ih proučavati. Očigledno da proces projektovanja razmatran u ravni obrade i transformisanja informacija nižeg nivoa u informacije višeg nivoa zahteva veliki broj tačno određenih informacija. Nažalost, u ovom trenutku naučni svet se ne može pohvaliti količinom triboloških informacija, posebno količinom sistematizovanih informacija primenjivih u praktičnom projektovanju i konstruisanju. U tom smislu ohrabruje razvoj triboinformatike poslednjih godina kao neophodnost sistematizacije sve većeg broja triboloških informacija i potrebe za efikasnijom razmenom između naučnih institucija i drugih mogućih korisnika triboloških znanja [2].

Karakteristični parametri nasleđeni u toku tehnološkog procesa definišu makrogeometriju i mikrogeometriju kontaktnih površina. Za ispravnu analizu triboloških procesa, ali i tribološki ispravno konstruisanje posebno je značajna hrapavost kontaktnih površina. Makrogeometrija se može popravljati u toku samog tehnološkog procesa ispravnim delovanjem na sistem: mašina-pribor-alat-obradak. Hrapavost ima elemente stohastike i nastaje kao posledica slučajnih procesa, ne može se izbeći ali se njome može u velikoj meri upravljati u tehnološkom procesu obrade [3].

Za praćenje hrapavosti obrađene površine postoji više od 30 parametara. Među njima postoje parametri koji su manje i koji su više zastupljeni. Osnovni parametri hrapavosti definisani su prema nacionalnim i internacionalnim standardima. Prva tri parametra R_a , R_{max} i R_z predstavljaju malu grupu od tri najzastupljenija parametra, dok su R_y , R_q , R_p parametri koji se takođe koriste, ali znatno ređe nego tri prethodno pomenuta parametra.

Hrapavost značajno utiče na stvarnu površinu kontakta, odnosno na površinu na kojoj se ostvaruje kontakt mikroneravnina koje obrazuju topografiju. Stvarna površina kontakta zavisi od mikro i makro geometrijskih karakteristika površina u kontaktu, od valovitosti, fizičkomehaničkih svojstava površinskog sloja, od opterećenja...

Sa porastom opterećenja povećava se stvarna površina kontakta, a rast je uslovljen nastajanjem novih tačaka kontakta.

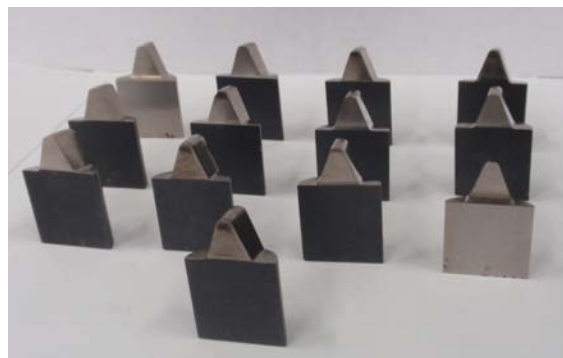
3. EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA

Prema planu eksperimeta istraživanja topografije površina i habanja su izvedena na oslojenim i neoslojenim jednozubim odvalnim glodalima, sa modulima $m=3\text{mm}$ i $m=5\text{mm}$. Cilj ovih istraživanja jeste upoređivanje hrapavosti bočnih leđnih ulaznih površina modelskih jednozubih odvalnih glodala sa različitim modulima.

U ovim eksperimentima su korišćeni alati koji su napravljeni od brzoreznog alatnog čelika HS6-5-2-5 i to neoslojeni i oslojeni sa TiN.

Na samom početku eksperimentalnih istraživanja, analizirani su modelski jednozubi alati koji su prikazani u [4]. Kao što se može videti u [4], alati su podeljeni na osnovu nekoliko osnovnih karakteristika, kako bi se mogla izvršiti selekcija i odabir alata koji su najpogodniji za ova eksperimentalna istraživanja.

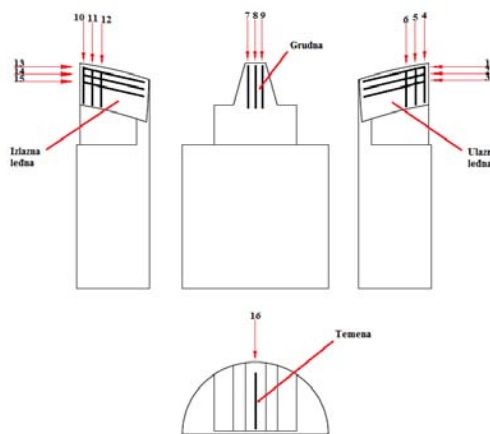
Nakon selekcije, pristupilo se merenju pojasa habanja i hrapavosti svih navedenih modelskih jednozubih alata. [4] Na slici 2. prikazani su neoslojeni pohabani modulska alata modula $m=5$. Prilikom merenja pojasa habanja korišćen je alatni mikroskop, dok je za merenje hrapavosti korišćen je uređaj MahrSurf PS1 [3] povezan sa računarom, tako da su sertifikati (rezultati) merenja dobijeni u elektronskoj formi.



Sl. 2. Neoslojeni pohabani modula $m=5\text{mm}$

Na slikama 4 i 5 dat je deo postupka merenja hrapavosti u šest pravaca na ulaznoj bočnoj leđnoj površini modelskog jednozubog glodala.

Površine alata i merni pravci prikazani su na slici 3. Pri tom treba imati u vidu da razmak između susednih paralelnih mernih pravaca treba da bude što manji, a merni pravac 1, odnosno 4, što bliže sečivu alata, odnosno temenoj površini.



Sl. 3. Površine alata i merni pravci



Sl. 4. Pozicioniranje uređaja u poziciju za merenje u pravcu sečiva



Sl. 5. Pozicioniranje uređaja u poziciju za merenje u pravcu normalnom na pravac sečiva

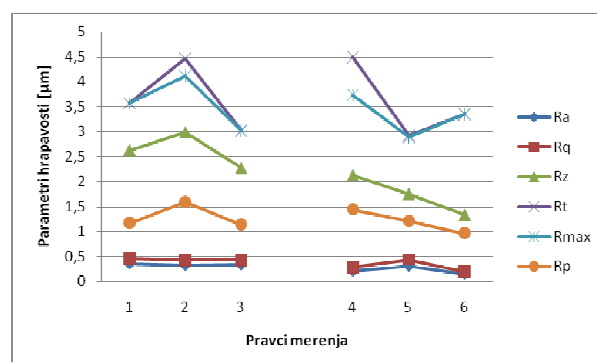
Nakon završenog merenja dobijaju se profili hrapavosti i željeni parametri na sertifikatima prikazanim u [4].

Ovaj rad obuhvata i dve vrste eksperimentalnih istraživanja topografije površina. Prvo eksperimentalno istraživanje predstavlja uporednu analizu topografija bočnih leđnih ulaznih površina modelskih jednozubih odvalnih glodala koji su mereni u nepohabanom stanju pa zatim u pohabanom stanju. Ukupan broj alata u ovoj analizi je osam, od kojih je sedam oslojeno, a jedan neoslojen i svi su modula 3. Drugo eksperimentalno istraživanje sadrži analize četiri podgrupe od po osam modelskih jednozubih odvalnih glodala, izabranih od raspoloživih alata prikazanih u [4].

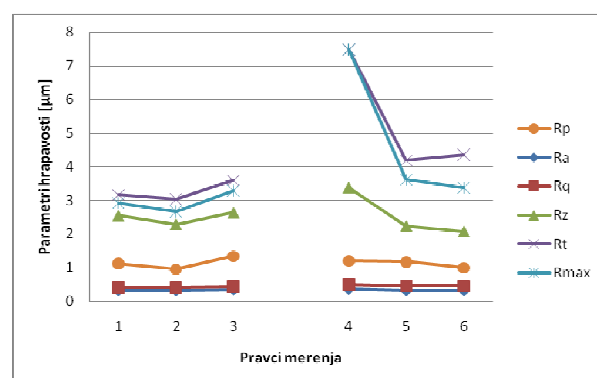
Četiri podgrupe modelskih jednozubih alata čine:

- neoslojeni pohabani alati modula $m=3\text{mm}$,
- neoslojeni pohabani alati modula $m=5\text{mm}$,
- oslojeni pohabani alati modula $m=3\text{mm}$ i
- oslojeni pohabani alati modula $m=5\text{mm}$.

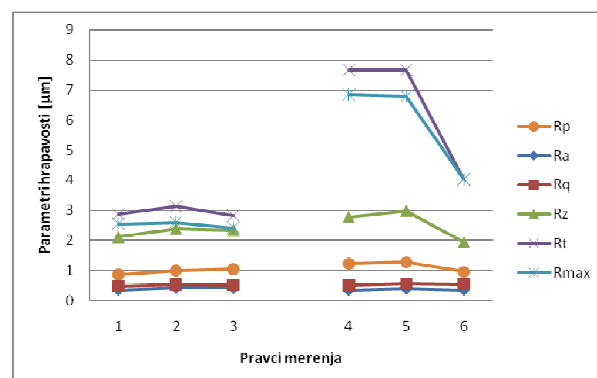
Nakon sređivanja rezultata napravljeni su dijagrami, čiji će deo biti prikazan u nastavku rada. Na sledećim slikama (6, 7, 8, 9, 10) dati su parametri hrapavosti za nepohabane i pohabane modelske alate modula 3 i modula 5.



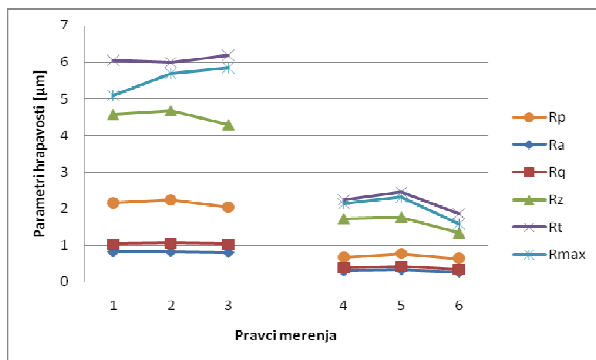
Sl. 6. Dijagram parametara hrapavosti oslojenog nepohabanog alata 10 modula $m=3\text{mm}$



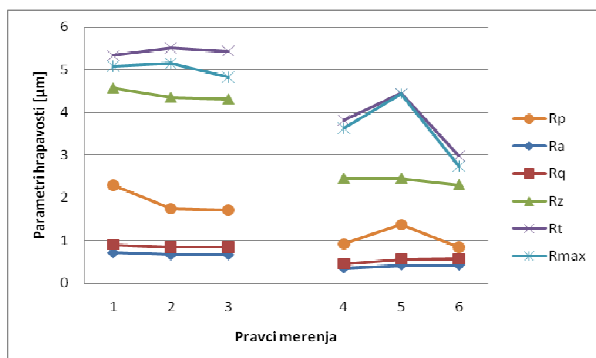
Sl. 7. Dijagram parametara hrapavosti oslojenog pohabanog alata 10 modula $m=3\text{mm}$



Sl. 8. Dijagram parametara hrapavosti neoslojenog pohabanog alata 20 modula $m=3\text{mm}$



Sl. 9. Dijagram parametara hrapavosti neoslojenog pohabanog alata 50 modula $m=5\text{mm}$



Sl. 10. Dijagram parametara hrapavosti oslojenog pohabanog alata 66 modula $m=5\text{mm}$

Prema rezultatima šest najčešće korišćenih parametara hrapavosti (R_a , R_q , R_z , R_t , R_{max} , R_p), iz prvog dela eksperimentalnih istraživanja, u kom su upoređena hrapavost istih alata u stanjima nepohabanosti i pohabanosti, može se zaključiti da se maksimalne vrednosti parametara hrapavosti najčešće javljaju na prvom pravcu merenja kod pohabanog stanja alata, a minimalne vrednosti na petom pravcu merenja kod nepohabanog stanja, što pokazuje da je u zoni pohabanosti u blizini rezne ivice najnepovoljnija promena topografije površine, uz napomenu da rezultati svakog od parametara različito variraju.

Iz drugog dela eksperimentalnih istraživanja topografije površina, koji je obuhvatio analize četiri grupe pohabanih modelskih alata, može se zaključiti da se maksimalne vrednosti parametara hrapavosti najčešće javljaju na prva tri pravca merenja, jer je kod alata modula $m=5\text{mm}$ širi pojas habanja, a minimalne na petom i šestom pravcu merenja kod grupa u kojima su analizirani oslojeni modelski alati, dok se kod grupa u kojima su analizirani neoslojeni modelski alati maksimalne vrednosti habanja pomerene na prvi i treći pravac merenja, a minimalne vrednosti su ostale na istim pravcima merenja kao i kod oslojenih, takođe uz napomenu da rezultati svakog od parametara različito variraju.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu eksperimentalnih istraživanja se može izvesti zaključak da su sve maksimalne vrednosti parametara hrapavosti zastupljene na podužnom pravcu merenja, dok su sve minimalne vrednosti parametara hrapavosti zastupljene na poprečnom pravcu merenja, sto se može objasniti time da su pravci merenja 1, 2, 3 pozicionirani u pravcu normale na brazde na modelskim alatima nastalim prilikom izrade modelskog alata, dok su pravci merenja 4, 5, 6 pozicionirani paralelno sa brazdama na modelskim alatima nastalim prilikom izrade samog alata.

5. REFERENCE

- [1] Sovilj-Nikić, I., *Primena genetskog algoritma u optimizaciji geometrijskih parametara odvalnog glodala*, diplomski-master rad, Novi Sad, 2007
- [2] Tanasijević, S: *Tribološki ispravno konstruisanje*, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2004.
- [3] Blunt, L., Jiang, X., *Roughness, Waviness and Primary Profile, Geometrical Product Specification*, Warsaw University of Technology Printing House, Warsaw, 2001.
- [4] Gerik, G., *Topografija i habanje ulazne bočne površine modelskih alata*, Diplomski-master rad, Novi Sad, 2014.

Napomena

Rad predstavlja prikaz dela istraživanja realizovanih u okviru projekta TR – 35015 finansiranog od strane, Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, takođe ova istraživanja su poistekla iz saradnje u okviru CEEPUS projekta CIII-RO-0058-05-1213 podržanog od Sekretarijata za nauku i tehnološki razvoj AP Vojvodine.

Autori: M.Sc. Goran Gerik, M.Sc. Ivan Sovilj-Nikić, Prof. dr Bogdan Sovilj, M.Sc. Branko Štrbac, Univerzitet Novi Sad, Fakultet Tehničkih Nauka, Institut za Proizvodno mašinstvo, Trg Dositeja Obradovica 6, 21000 Novi Sad, Serbia, Tel: +381 21 485 2343, Fax: +381 21 454-495.

E-mail: gorangerik@gmail.com
diomed17@yahoo.com
bsovilj@uns.ac.rs
strbacb@uns.ac.rs

PhD. Ing. Adrian Trif, PhD Adrian Popescu, Technical University of Cluj-Napoca, Faculty of Machine Building, B. Dul muncii nr 103-105, 400641 Cluj-Napoca, Romania.

e-mail: adrian.trif@tcm.utcluj.ro
adrianpopescu_84@yahoo.com

WDM U OPTIČKIM SISTEMIMA**WDM IN OPTICAL SYSTEMS**Marijana Tufegdžić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I
RACUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je optički prenosni sistem. Da bi se zadovoljile potrebe stalnog porasta kapaciteta komunikacionih mreža, razvijena je WDM tehnologija (Wavelength-Division Multiplexing) koja predstavlja multipleksiranje po talasnim dužinama. Ovde su opisane glavne funkcije, struktura i princip rada WDM sistema, kao i njegove glavne komponente. Predstavljene su vrste WDM sistema i njihovo poređenje i posebno je opisan rad DWDM sistema.

Abstract – In this path is described optical network. WDM technology (Wavelength-Division Multiplexing) is build to satisfied needs of growing capacity of comunication network. Here are describe elementary functions, structure and principle of work WDM system, as it's primary elements. Sorts of WDM system and thay comparison is prezent here. Work of DWDM system is separated described.

Ključne reči: komponente WDM sistema, funkcija WDM-a, CWDM, DWDM, topologija WDM-a.

1. UVOD

Optičke telekomunikacije nastaju šezdesetih godina prošlog veka od kada se veoma brzo razvijaju. Pojavom raznih optičkih elemenata za potrebe optičkih mreža, kao što su: poluprovodnički laserski izvori, optički pojačavači, komponente integrisane optike i drugo, dolazi do veoma ubrzanog razvoja optičkih telekomunikacija.

Za naglu ekspanziju optičkih telekomunikacija postoji više razloga. Naglim razvojem komunikacionih sistema i usluga javlja se potreba za povećanjem širine propusnog opsega.

Drugi razlog je ekonomsko-tehnoloske prirode. Brzim razvojem optičke tehnologije ukida se monopol na tržištu i javlja se konkurencija između pružaoca usluga, što dovodi do pada cena optičkih komponenta.

Komunikacione mreže su sačinjene od kombinacije optike i elektronike odnosno, signal se prenosi optičkim putem, a obrada je bila na elektronskom nivou. Daljim razvojem optičkih komponenti dolazi se do potpuno optičkih mreža – prenos i obrada su na optičkom nivou. Ovakve mreže imaju mnogo veću brzinu, kapacitet i dosta su fleksibilnije.

Optički prozor je deo optičkog spektra gde je slabljenje najmanje. Razvojem optičkih prozora razvijala su se i optička vlakna.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željen Trpovski, vanr. prof.

Prvi optički sistemi radili su u prvom optičkom prozoru (oko 850 nm). Zatim dolazi do otkrića drugog (na 1310 nm) i trećeg prozora (1550 nm). Početkom 80.-tih javljaju se prvi WDM sistemi, tzv. širokopojasni WDM. Koristio je spektar oko dve talasne dužine (1310 nm i 1550 nm ; ili 850 nm i 1310 nm) koje su široko razmahnute. Prvi WDM sistemi su kombinovali samo dva signala. Devedesetih godina razvija se uskopojasni WDM koji može da kombinuje od 2 do 8 signala. Današnji WDM sistemi mogu da kombinuju i do 160 signala i nazivaju se sistemi guste WDM (Dance WDM-DWDM).

2. GLAVNE FUNKCIJE I PRINCIP RADA WDM-A

WDM tehnologija se pojavila na tržištu 90.-tih godina prošlog veka. Prvi sistemi su imali osam kanala, svaki sa propusnim opsegom od po 2,5 Gbita/s. Za samo osam godina, na tržištu su se pojavili sistemi sa 96 kanala po 10 Gbita/s, što čini ukupan propusni opseg 960 Gbita/s.

WDM predstavlja multipleksiranje deljenjem veoma visokih frekvencija i WDM sistemi povećavaju kapacitet optičkog vlakna. Svaki kanal ima svoj opseg talasnih dužina koji je jasno razdvojen od drugih, sličnih opsega i takvi kanali se mogu multipleksirati u zajedničkom vlaknu.

Glavne funkcije WDM sistema su: generisanje signala, kombinovanje signala, emitovanje signala, primanje signala i razdvajanje primljenih signala.

Kod ovakvih sistema posebnu ulogu imaju multiplekseri (na predajnoj) i demultiplekseri na prijemnoj strani. Osnovni princip rada WDM sistema zasniva se na kombinovanju više optičkih signala sa različitim talasnim dužinama u jedno optičko vlakno (na predajnoj strani pomoću multipleksera) koje se kao takvo prenosi na udaljeno odredište. Na prijemnoj strani se pomoću demultipleksera ovo vlakno razdvaja na onoliko optičkih signala koliko ih je bilo na predajnoj strani.

Različite talasne dužine optičkih signala u suštini predstavljaju različite frekvencije optičkih signala, pa je WDM tehnika multipleksiranja u stvari već dugo poznata FDM tehnika (Frequency Division Multiplexing). Razlika je u tome što se kod WDM-a koriste optički (a ne električni) signali i optička vlakna (a ne koaksijalni kablovi). Takođe, razlika je što WDM prenosi signale nezavisno jedan od drugog i što svi signali stižu istovremeno, a ne razdeljeni i preneti sa vremenskom razlikom kao kod FDM-a.

3. KOMPONENTE WDM-A (OPTIČKO VLAKNO)

Osnovne komponente WDM sistema jesu:

- optičko vlakno,
- optički predajnici i prijemnici,

- optički pojačavači,
- optički de/multiplexeri,
- optički add/drop multiplexeri (OADM) i
- optički kroskonektori (OXC).

Optičko vlakno je fina plastična ili staklena nit čiji je osnovni zadatak prenošenje informacija putem svetlosnih talasa sa minimalnim gubicima [1].

Optičko vlakno je sastavljeno od jezgra i omotača pri čemu je indeks prelamanja jezgra (n_1) veći od indeksa prelamanja omotača (n_2). Zrak koji se propušta kroz optičko vlakno mora da ispuni Snelov (Snell) zakon:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (1)$$

gde su n_1 i n_2 indeksi prelamanja jezgra i omotača, a θ_1 i θ_2 upadni i prelomni ugao.

Zbog razlike u indeksu prelamanja dva sloja, zrak koji ulazi u jezgro se odbija (reflektuje) o zid omotača, tako ostaje u jezgri i nastavlja svoju putanju. Međutim, ne prolaze svi zraci kroz jezgro. Samo zraci ograničeni maksimalnim uglom (numerički otvor NA) ostaju u jezgri i prostiru se dalje kroz vlakno, dok se ostali zraci gube u omotaču, tj. bivaju reflektovani. Danas postoje dve vrste optičkih vlakana: multimodno i monomodno. Razlikuju se u prečniku vlakna. Monomodno vlakno je konstruisano sa malim prečnikom jezgra, od 8 do $10 \mu\text{m}$, a multimodno vlakno ima jezgro prečnika od 50 do $62,5 \mu\text{m}$. Takođe, ova vlakna se razlikuju i po broju modova (svetlosnih zraka) koji se njima prenose. Multimodna vlakna simultano prenose više modova kroz jezgro, dok monomodna vlakna prenose samo jedan mod svetlosti odjednom.

Predajnici, odnosno izvori svetlosti su uređaji na predajnoj strani koji konvertuju električne signale u svetlosne. Prijemnici, tj. detektori svetlosti vrše obrnutu funkciju od predajnika. Nalaze se na prijemnoj strani i to su optoelektronski uređaji koji svetlosne signale konvertuju u električne. Najsloženiji element u optičkoj mreži je prijemnik koji predstavlja kombinaciju optičkog detektora, elektronskog predpojačavača i komponenti za obradu i rekonstrukciju signala.

Pojačavači su odigrali ključnu ulogu u razvoju optičkih sistema, jer su signali zbog slabljenja mogli da se prenose na konačnu daljinu. Oni vrše amplitudsko pojačanje optičkih signala. Proces pojačanja je potpuno nezavistan od vrste modulacije signala.

Optički pojačavači vrše pojačanje optičkog signala bez prethodne konverzije u električni domen, ali im je mana sto pojačavanjem korisnog signala pojačavaju i šum u signalu. Postoji više vrsta optičkih pojačavača, a svi koriste mehanizme stimulisane emisije u prisustvu optičkog signala.

Multipleksiranje je spajanje ulaznih signala u jedan snop i vrši se pre prolaska svetlosti kroz optičko vlakno. Demultiplexer vrši obrnutu funkciju, tj. razdvaja snop svetlosti na komponente različitih talasnih dužina i usmerava ih u određena vlakna. Ovi uređaji moraju zadovoljiti dva bitna kriterijuma, a to su minimizacija preslušavanja i maksimizacija razdvajanja kanala. Razdvajanje kanala je mogućnost raspoznavanja svake talasne dužine u signalu, a preslušavanje pokazuje koliko su dobro razdvojeni kanali.

Add/drop multiplexeri (OADM) i optički kroskonektori (OXC) omogućavaju da operatori imaju pristup saobraćaju u različitim delovima mreže. U prenosnom putu (između multiplexera i demultiplexera) kod DWDM sistema postoji više talasnih dužina.

Nekada se javlja potreba da se u ovom području izbaci ili ubaci jedna ili više talasnih dužina.

Funkciju selektivnog uklanjanja ili dodavanja talasnih dužina vrše add/drop multiplexeri (OADM). Optički kroskonektori (OXC) omogućavaju fleksibilno upravljanje propusnim opsegom.

4. VRSTE WDM SISTEMA

Podela WDM sistema se vrši na osnovu broja kanala koje prenose. Delimo ih u dve grupe. U prvu grupu spadaju DWDM sistemi (Dense WDM) koji predstavljaju WDM sisteme sa gustim razmakom. Druga grupa su CWDM sistemi (Coarse WDM) sto je, u stvari, WDM sa širokim razmakom.

CWDM sistemi koriste razmak od 20 nm i imaju do 18 kanala. Prvi CWDM sistemi su konstruisani sa 8 kanala i koristili su S, C i L prozor, tj. talasne dužine u opsegu od 1460 nm do 1620 nm. U novije vreme su u upotrebi CWDM sistemi sa 16 kanala koji pored ovih prozora koriste i O i E prozore, tj. opseg talasnih dužina od 1250 nm do 1410 nm.

CWDM sistem funkcioniše tako što se preko jednog optičkog vlakna može istovremeno preneti više optičkih signala, gde je svaki signal različite boje, a svaka boja predstavlja određenu talasnu dužinu kojom se prenosi niz podataka.

Postojeća optička struktura se veoma jednostavno nadograđuje pomoću CWDM tehnologije. Kao izvor zračenja kod CWDM sistema se koriste DFB laseri. Za de/multiplexiranje se koriste WDM filtri sa tehnologijom tankih filmova. Ova tehnologija zahteva 50 slojeva filtara za opseg jednog CWDM kanala.

DWDM sistemi omogućavaju prenos velikog broja signala na različitim talasnim dužinama po jednom optičkom vlaknu. Prvobitno su se koristili sistemi sa 32 kanala, a sada su u upotrebi 40-kanalni sistemi. Kod DWDM mreža je omogućeno da krajnji korisnici koriste električne signale. Kod DWDM tehnologije se koriste i DFB laseri koji su frekventno nestabilni u zavisnosti od temperature. Za širokopojasno optičko filtriranje se u DWDM sistemima koriste isti uređaji kao i kod CWDM sistema, tj. WDM filtri bazirani na tehnologiji tankih filmova. Razlika je u tome što se kod DWDM-a koristi dosta više filtara (oko 150) jer se sužavanjem opsega kanala povećava broj slojeva filtra.

5. DWDM

Putem telekomunikacionih mreža se vrši prenos velike količine informacija na vrlo velikim rastojanjima. Potražnja za prenosom podataka je iz dana u dan sve veća, pa postojeći optički mediji postaju "tesni" za prenošenje ovalike količine informacija. Potrebno je da se proširi ukupan propusni opseg optičke infrastrukture, a to se može izvesti na dva načina: postavljanjem novih optičkih kablova ili povećanjem propusnog opsega postojećeg vlakna.

Postavljanje novih optičkih kablova je za telekomunikacione kompanije prilično skupa investicija.

Zbog toga se uzima jeftinija varijanta, ali veoma efikasna, a to je proširenje efektivnog propusnog opsega postojećeg vlakna. To se može uraditi povećanjem bitskog protoka sistema ili povećanjem broja talasnih dužina u samom vlaknu. Povećanje bitskog protoka samog sistema je malo komplikovaniji proces.

Povećanje broja talasnih dužina u samom vlaknu se primenjuje kod DWDM sistema. Princip je da se više različitih talasnih dužina kombinuje u jedno vlakno i kao takvo se prenosi do odredišta.

Danas DWDM sistemi omogućavaju istovremeni prenos i do 160 signala različitih talasnih dužina. Sve je veća potražnja za ovom opremom, što znači da se pristupa masovnoj proizvodnji, a to dovodi do pada cene, pa će veoma brzo ova oprema postati dominantna u odnosu na postojeću.

U zavisnosti od načina povezivanja čvorova, fizička struktura mreže može biti tipa: tačka-tačka (point to point), zvezde (star), prstena (ring) ili mreže (mesh).

Upotrebom različitih talasnih dužina za povezivanje svakog čvora postiže se proizvoljna mrežna topologija, iako je fizička topologija samog DWDM sistema npr. tipa prsten.

Topologija tipa zvezda je dugo bila najzastupljenija zbog njene superiorne preraspodele snage. Međutim, pojavom EDFA pojačavača ispostavilo se da su mreže tipa prsten mnogo bolje, što se najviše ogleda u njenoj elastičnosti. Za povezivanje svih prstenova, tj. za saobraćaj između prstenova, zaduženi su optički kroskonektori (OXC-Optical Cross Connect).

Za povezivanje potpuno optičkih mreža koristi se novorazvijena arhitektura, tzv. put u lambda. Izgled mreže zavisi od mnogo faktora, kao što su: način primene, protokoli, rastojanje, upotreba, način pristupa, kao i nasleđena mrežna topologija.

Topologija tipa prsten se najčešće sreće u MAN mrežama i koristi se za nekoliko desetina kilometara. Princip ove mreže je da optičko vlakno u obliku prstena može da ima najmanje četiri kanala talasnih dužina, dok je broj čvorova obično manji od broja vlakana.

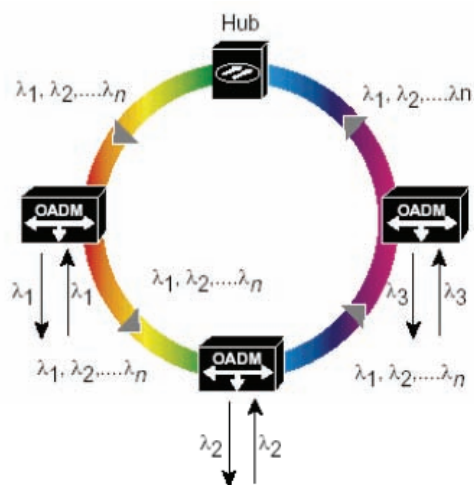
Na slici 1. [2] prikazana je topologija tipa prsten koja može biti u jednom ili više DWDM sistema pri čemu se vrši saobraćaj svako sa svakim, ili saobraćaj između hub stanice i jednog ili više OADM čvorova.

U priključnoj tački obavljaju se sve funkcije, tj. počinje saobraćaj, prekida se saobraćaj, vrši se upravljanje i uspostavlja se povezanost sa drugim mrežama.

Topologija prsten omogućava da čvorovi na prstenu obezbede pristup elementima mreže, kao što su ruteri, komutatori, serveri, tako što vrše ubacivanje ili izbacivanje jedne ili više talasnih dužina dok se druge prosleđuju dalje.

Kod ove topologije koriste se mere zaštite kao što su prsten sa komutacijom unidirekcionih puteva (UPRS-Unidirectional Path Switched Ring) ili prsten sa komutacijom bidirekcionim linijama (BLSR-Bidirectional Switched Ring).

Kod UPSR-a ime unidirekciono dolazi otuda što svi uređaji normalno koriste isto vlakno za prijem signala, iako hubovi i čvorovi emituju po prstenovima u suprotnim smerovima (dva optička kablova).



Slika 1. Topologija tipa prsten

U slučaju da se pokvari prsten koji je trenutno radio, prijemnici se prebacuju na drugi par. Ova mera zaštite obezbeđuje punu redundantnost puteva, ali upotreba vlakna koje trenutno neprenosi signal, nije moguća. Redundantno vlakno uvek mora biti spremno za prenos saobraćaja koji je u toku. BLSR mera zaštite omogućava da saobraćaj između dva čvora putuje najdirektnijom putanjom.

6. ZAKLJUČAK

Budućnost telekomunikacija, kao i komunikacija uopšte, leži u optičkim sistemima koji se iz dana u dan sve više i više razvijaju i unapređuju. Optičke telekomunikacione mreže su mreže velikog kapaciteta zasnovane na optičkim tehnologijama.

Zbog sve veće potražnje i zainteresovanosti ove mreže sve više rastu, pa je zbog toga potrebno imati efikasne načine za nadogradnju sistema, tj. za povećanje kapaciteta mreže i postavljanje većeg broja kablova. Što se tiče WDM tehnologije, ona omogućava efikasno povećanje kapaciteta optičkih mreža.

Prednosti WDM sistema su brojne. Jedna od glavnih prednosti jeste to što WDM sistem rešava problem skalabilnosti, jer omogućava prenos većeg broja talasnih dužina po jednom optičkom vlaknu sa kapacitetom od 10 Gb/s po jednoj talasnoj dužini.

Ovaj sistem omogućava domet od 4000 km bez korišćenja aktivnih regenerators, već se koriste samo optički pojačavači (EDFA).

WDM sistemi su pogodni za korišćenje na velikim rastojanjima gde su potrebni veliki kapaciteti prenosa i oni se koriste u situacijama gde ne postoji mogućnost postavljanja novih optičkih kablova. DWDM sistem obezbeđuje propusni opseg za veliki protok podataka.

Danas, DWDM tehnologija predstavlja implementaciju DWDM sistema na tačka-tačka linkovima koji predstavljaju centralne linkove prenosne mreže velikih telekomunikacionih sistema.

Međutim, ovakav sistem nije rešio problem ograničenog protoka podataka kroz čvorove mreže u kojima se podaci i dalje obrađuju elektronski sa vrlo ograničenim protokom.

DWDM sistemi se sve više razvijaju i unapređuju. Potrebno je da se razviju i usavrše prateće tehnologije kao što su add/drop multiplekseri (OADM), optički

kroskonektori (OXC), kao i optički ruteri, optički pojačavači i drugo.

Sve je ovo u cilju stvaranja potpuno optičke mreže unutar koje će biti izbegnuta bilo kakva elektronska obrada signala.

7.LITERATURA

[1] Ž.Trpovski, OPTIČKE TELEKOMUNIKACIJE-Skripta, Univerzitet u Novom Sadu, 2009.

[2] www.telfor.rs/telfor2002/radovi/11-20.pdf

Kratka biografija



Marijana Tufegdžić rođena je u Čačku 1981. god. Diplomski master rad odbranila je 2014. god. na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacije.

INTEGRACIJA ANDROID APLIKACIJA SA FACEBOOK I TWITTER PLATFORMAMA

APPLICATION INTEGRATION WITH FACEBOOK AND TWITTER PLATFORMS

Branko Ilić, Milan Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad bavi se analizom i kreiranjem programskog rešenja za integraciju Android aplikacija sa Twitter i Facebook platformama. Integracija je realizovana korišćenjem Twitter4J i RestFB biblioteka..

Abstract – This project represents an implementation of Android application integrated with Twitter and Facebook platforms. The integration is implemented by using Twitter4J and RestFB libraries.

Ključne reči: Android, Twitter, Facebook

1. UVOD

Android operativni sistem razvijen je za upotrebu na mobilnim telefonima, međutim, usled pojave raznih „pametnih“ uređaja i njihove potrebe za softverskom podrškom, polje korišćenja Androida značajno je prošireno. Digitalne kamere, igračke konzole, pa i Android televizori su uređaji koji koriste ovaj operativni sistem, i za njih se ispostavilo da su veoma dobro prihvaćeni od strane korisnika.

Preko Google Play-a, specijalizovanog portala za postavljanje i preuzimanje Android aplikacija, korisnici imaju mogućnost instalacije najraznovrsnijih aplikacija.

Internet je danas korisnički orijentisana aktivna zajednica, gde korisnici generišu, distribuiraju i dele sadržaje. Socijalne mreže su imale gotovo eksponencijalan rast prethodnih godina, gde su servisi kao što su Twitter i Facebook pružili mogućnost korisnicima da dele lične informacije sa prijateljima ali i javnošću generalno. Takođe su omogućile izgradnju korisnih veza i saradnju. Samim tim su otvorile prostor za aplikacije i servise koji mogu da koriste tu socijalnu infrastrukturu i zadovolje razna interesovanja i socijalne potrebe korisnika.

Trenutno 60% statusa (tvitova) je postavljeno sa Twitter aplikacija [2]. Razni servisi i aplikacije su dizajnirani tako da unapređuju ili sarađuju sa Twitter mikroblog servisom. Kreirani su sa različitim ciljevima – mnogi unapređuju funkcionalnost Twitter-a, dok drugi povećavaju dostupnost servisa, naročito sa drugih uređaja. Neke aplikacije omogućavaju korisnicima da šalju poruke direktno, dok druge daju mogućnost pravljenja kompleksnih poruka, koje se zatim moraju poslati posebno preko Twitter-a. Aplikacije pomažu korisnicima da razumeju i maksimalno iskoriste Twitter, bilo da

koriste internet na računaru, mobilnom uređaju, ili dok gledaju televiziju.

Facebook platforma je softversko okruženje, obezbeđeno od strane socijalne mreže Facebook, za druge programere kako bi mogli da kreiraju vlastite aplikacije i servise koji pristupaju podacima sa Facebook-a [3]. Pokrenuta maja 2007. godine, platforma nudi niz programskih interfejsa i alata koji obezbeđuju programerima da se povežu s otvorenim "socijalnim grafom" ličnih odnosa i ostalih zajedničkih stvari (Facebook stranice, mesta, događaji itd.). Facebook aplikacije, druge veb stranice i uređaji takođe mogu pristupiti grafu. Trenutno postoji sedam miliona aplikacija i veb stranica integrisanih sa Facebook-om[2]. Razlozi korišćenja su slični kao kod Twitter-a i ostalih socijalnih mreža.

Kada je u pitanju ovaj rad, integracija Android aplikacija sa Twitter i Facebook platformama postiže se korišćenjem Twitter4J i RestFB biblioteka, koje podržavaju Twitter i Facebook API.

1.1. RestFB

Integracija sa Facebook platformom primarno se obavlja preko Facebook Graph API interfejsa, koji omogućava slanje i primanje podataka sa Facebook-a. Graph API predstavlja jednostavan i konzistentan pregled Facebook socijalnog grafa koji reprezentuje objekte u grafu (profile, slike, događaje i stranice) i veze među njima (prijateljstva, zajedničke sadržaje, oznake na slikama itd.). Za rad sa Graph API-jem i Old REST API-jem na Java programskom jeziku jedan od najboljih API-ja jeste RestFB.

RestFB je jednostavan i fleksibilan Graph API klijent napisan u Java programskom jeziku. To je softver otvorenog koda objavljen pod MIT licencom[4]. Ovaj API nam umnogome olakšava i ubrzava rad sa Facebook Graph API-jem na Java programskom jeziku. Prednosti ovog API-ja su sledeće:

- minimalan broj javnih metoda i klasa
- maksimalna proširivost
- robustnost u pogledu čestih promena Facebook API-ja
- jednostavna konfiguracija vođena meta podacima
- odsustvo zavisnosti od drugih biblioteka.

Takođe obezbeđuje i:

- podršku za non-Graph/non-REST API delove Facebook platforme
- mehanizam za dobavljanje ključeva sesije ili OAuth pristupnih tokena
- korišćenje XML-a kao formata za prenos podataka, pored JSON formata

NAPOMENA:

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

- generičku podršku za sve Facebook API metode, kodove grešaka, itd.

1.2. Twitter4J

Integracija sa Twitter platformom obavlja se preko Twitter API-ja. Nezvanična Java biblioteka koja podržava Twitter API, a koju i sam Twitter preporučuje, je Twitter4J. Twitter4J omogućuje laku integraciju Java aplikacija sa Twitter servisima. To je softver otvorenog koda objavljen pod Apache Licence 2.0 licencom[5]. Prednosti ove biblioteke su sledeće:

- rad na svim Java platformama počev od Java 5 verzije.
- odsustvo zavisnosti od drugih biblioteka
- kompatibilnost sa platformama Android i Google App Engine
- ugrađena podrška za OAuth
- automatska podrška za gzip
- apsolutna kompatibilnost sa Twitter API-jem.

1.3. OAuth

Twitter API, kao i Facebook Graph API, za autorizaciju koriste OAuth otvoreni protokol, koji pruža sigurnu autorizaciju na jednostavan i standardizovan način za veb, mobilne i desktop aplikacije. OAuth 2.0 je softverska platforma koja obezbeđuje klijentskim aplikacijama dobavljanje ograničenog pristupa HTTP servisima. OAuth za vlasnike resursa, specificira proces autorizacije pristupa serverskim resursima bez deljenja podataka o identitetu. Naročito dizajniran da radi sa HTTP protokolom, OAuth omogućava izdavanje pristupnih tokena drugim klijentima, od strane autorizacionog servera, uz saglasnost vlasnika resursa ili krajnjeg korisnika. Klijent zatim koristi pristupni token za pristup zaštićenim resursima na resurs-serveru.

2. SPECIFIKACIJA SISTEMA

Aplikacija za integraciju sa Twitter i Facebook platformom ima tri načina rada (u daljem tekstu: moda):

- mod za izbor rada sa Twitter ili Facebook platformom,.
- mod za ažuriranje Twitter statusa i prikaz liste statusa,
- mod za ažuriranje Facebook statusa i prikaz liste statusa.

Mod za izbor rada sa Twitter ili Facebook platformom sadrži kontrole koje korisniku omogućavaju ovaj izbor.

Mod za ažuriranje Twitter statusa i prikaz liste statusa sadrži kontrole koje korisniku omogućavaju postavljanje novog statusa i prikazuje listu statusa korisnika i njegovih prijatelja sa Twitter naloga. Takođe sadrži kontrole za prijavu i odjavu korisnika sa Twitter naloga.

Mod za ažuriranje Facebook statusa i prikaz liste statusa sadrži kontrole koje korisniku omogućavaju postavljanje novog statusa i prikazuje listu statusa korisnika i njegovih prijatelja sa Facebook naloga. Takođe sadrži kontrole za prijavu i odjavu korisnika sa Facebook naloga.

Da bi aplikacija preko OAuth protokola pristupila Graph API-ju potrebno je kreirati Facebook aplikaciju na portalu <https://developers.facebook.com>. Graph API zahteva upotrebu OAuth 2.0 protokola. Iz Android aplikacije je potrebno poslati veb zahtev za autorizaciju koji u sebi sadrži identifikator Facebook aplikacije i referencira se na OAuth. Graph API će redirektovati zahtev i na njega dodati verifikacioni kod. Zatim je ponovo Graph API-ju potrebno poslati veb zahtev za pristupni token, koji se dobija u odgovoru.

RestFB preko pristupnog tokena poziva Graph API, i mapira vraćene JSON objekte na Java objekte korisnikovih ili Graph API klasa. Za dobavljanje podataka sa Graph API-ja koristiti se i FQL (engl. *Facebook Query Language*) koji pruža mogućnost korišćenja interfejsa sličnog SQL-u. FQL pruža napredne funkcije koje nisu dostupne u Graph API-ju, uključujući višestruke upite u jednom pozivu. Iako su isti podaci dostupni putem neke od API funkcija, ovako je omogućen jednostavniji, selektivni i brži pristup. Nema potrebe za traženjem odgovarajuće API funkcije, dohvaćanja svih dostupnih podataka iz određene kategorije, i zatim programske obrade i selekcije korisnih podataka. Obezbeđen je jedinstven pristup i uz malo složenije upite znatno je smanjena količina podataka za obradu. Međutim, FQL se neće koristiti posle verzije 2.0 Facebook API-a, nakon čega se programerima preporučuje da pređu na korišćenje Graph API-ja.

RestFB omogućava i slanje podataka Graph API-ju, uz definisanje veze objekata Graph API-ja na koju se šalju podaci i samog objekata koji se šalje.

Aplikacija vrši autorizaciju na Twitter API na isti način kao na Graph API, preko OAuth protokola. Prethodno je potrebno kreirati Twitter aplikaciju na portalu <https://apps.twitter.com>, da bi se dobio identifikator i tajni identifikator, koji su potrebni za OAuth. Za komunikaciju sa OAuth-om se koristi Signpost biblioteka koja omogućava lako i intuitivno potpisivanje HTTP poruka na Java platformi, u skladu sa OAuth Core 1.0a protokolom [6]. Objavljena je pod Apache licencom, verzija 2.0.

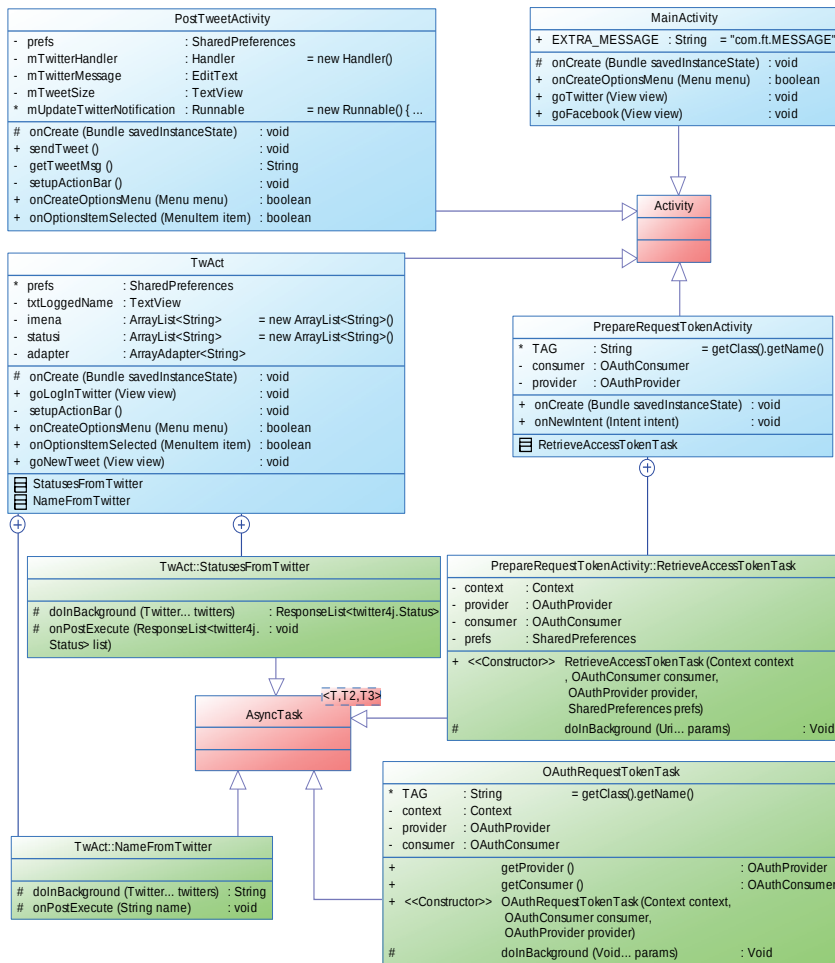
Sa dobijenim pristupnim i tajnim pristupnim tokenom moguće je jednostavno dobavljanje i slanje statusa na Twitter API, pozivanjem metoda *Twitter4J serveru*.

3. IMPLEMENTACIJA SISTEMA

Projektni zadatak se sastoji od Android aplikacije iz koje se vrši prijava, odjava, slanje i prikaz liste statusa sa Twitter-a i Facebook-a.

Klasa *MainActivity* služi za izbor jednog od dva moda (Twitter ili Facebook) i nasleđuje Android klasu *Activity* (aktivnost). Aktivnost je prezentacijski sloj Android aplikacije i može ih biti više u aplikaciji. Za Twitter mod je zadužena aktivnost *TwAct*. Ona proverava da li su u memoriji aplikacije (klasi *SharedPreferences*) sačuvani Twitter kredencijali korisnika. Ako jesu, kreira objekat klase *Twitter* iz biblioteke *Twitter4J*, i poziva klasu *NameFromTwitter*. Ova klasa nasleđuje Android klasu *AsyncTask* koja obezbeđuje pravilnu i laku upotrebu UI niti. Ona dobavlja naziv korisnika sa Twitter API-ja. Zatim poziva *AsyncTask* klasu *StatusesFromTwitter* koja

dobavlja listu statusa sa imenima korisnika, sa vremenske linije korisnika. Aktivnost *TwAct* prikazuje statuse koristeći Android *ArrayAdapter* klasu i prilagođen *Layout* (vizuelna struktura za prikaz Android aplikacija).



Slika 1. Dijagram klasa za interakciju korisnika sa Twitter platformom

Prijava se vrši u *PrepareRequestTokenActivity* aktivnosti, koja kreira objekte Signpost biblioteke i poziva klasu *OAuthRequestTokenTask*. Ona vrši autorizaciju, tj. otvara prozor veb pregledača u kom se korisnik prijavljuje i autorizuje Twitter aplikaciju. Na povratku se poziva, takođe *AsyncTask* klasa, *RetrieveAccessTokenTask* koja iz Signpost objekata uzima pristupni i tajni pristupni token i upisuje ga u memoriju aplikacije.

Aktivnost *PostTweetActivity* prikazuje elemente korisničkog interfejsa za unos teksta (statusa) i potvrdu unosa, i vrši slanje statusa koristeći metodu *updateStatus* klase *Twitter*. Pozivanje metode *updateStatus* vrši se u novoj niti koja preko objekta Android klase *Handler* (služi da se veže za nit i obezbedi kanal za slanje podataka toj niti) daje obaveštenje o poslatom statusu.

Odjava se vrši prostim brisanjem Twitter kredencijala korisnika iz memorije aplikacije.

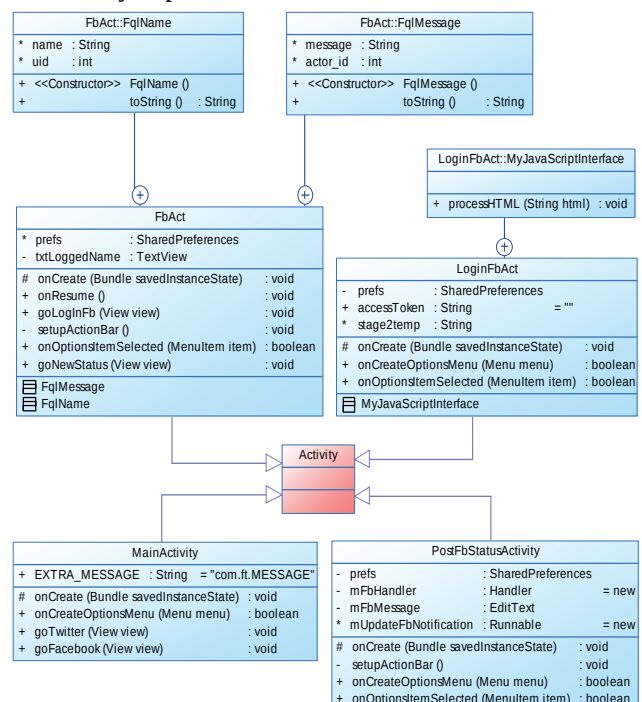
Pritiskom na dugme *Facebook* klase *MainActivity* pokreće se aktivnost *FbAct*. Ona, slično klasi *TwAct*, proverava da li u memoriji aplikacije postoje Facebook kredencijali korisnika, i ako postoje, kreira objekat klase *FacebookClient* iz biblioteke *RestFB*. Nad ovim objektom se poziva metoda *fetchObject*, koja uz odgovarajuće

parametre vraća podatke o prijavljenom korisniku, sa Graph API-ja. Zatim se nad njim pozivaju odgovarajući FQL upiti koji vraćaju JSON objekte sa statusima sa vremenske linije korisnika, kao i imenima vlasnika statusa. Imena korisnika se mapiraju na klasu *FqlName*, a statusi na klasu *FqlMessage*. Atributi ove dve klase se mapiraju na objekta Graph API klase anotacijama *@Facebook*, a vrednost vraćaju preklapljenom metodom *toString*.

Prijava se vrši u *LoginFbAct* aktivnosti, preko objekta Android klase *WebView*, koja prikazuje veb stranice. Za procesiranje odgovora OAuth 2.0 platforme koristi se *MyJavaScriptInterface* klase. Dobijeni pristupni token upisuje se u memoriju aplikacije.

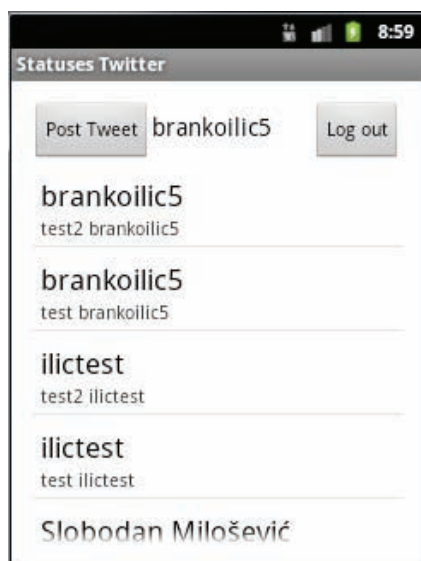
Slanje statusa vrši se u aktivnosti *PostFbStatusActivity*, koja prikazuje elemente korisničkog interfejsa za unos statusa i potvrdu unosa, i vrši slanje statusa koristeći metodu *publish* klase *FacebookClient*. Kao parametre metode potrebno je navesti gde se šalje status (zid prijavljenog korisnika tj. oznaka "me/feed") i *RestFB* klasu *FacebookType* koja enkapsulira ponašanje i obeležja zajednička za većinu Graph API tipova. Treći parametar je objekat *RestFB* klase *Parametar* i dobijen je pozivom njene *factory* metode *with* koja u ovom slučaju vraća objekat Graph API klase

Message. Pozivanje metode se vrši u novoj niti i daje obaveštenje o poslatom statusu.



Slika 2. Dijagram klasa za interakciju korisnika sa Facebook platformom

Na sledećoj slici vidi se deo aplikacije za prikaz Twitter statusa.



Slika 3. Izgled dela aplikacije za prikaz Twitter statusa

4. ZAKLJUČAK

Činjenica da je Android trenutno najrasprostranjeniji operativni sistem za pametne mobilne uređaje (pametni telefoni, tableti) kao i brojne druge uređaje, a zatim i otvorenost programskog kôda, predstavljaju razlog za veliko interesovanje programera za razvoj softvera na ovoj platformi, zbog čega dolazi do naglog povećanja broja Android aplikacija na tržištu. S druge strane, činjenica da Android nudi korisnicima veliku slobodu, jer je zasnovan na direktnoj manipulaciji objektima na ekranu, takođe povećava broj korisnika ovih aplikacija. Sve to ukazuje na dalje povećanje popularnosti Android platforme i u budućnosti.

Aplikacija koja je opisana u ovom radu ima za cilj predstavljanje osnovnih koncepata programiranja na Android platformi u domenu integracije sa Facebook i Twitter društvenim mrežama. Demonstrirani su načini realizacije nekih osnovnih operacija koje nude API interfejsi ovih društvenih mreža, kao što su prijava

korisnika, pregled statusa, postavljanje statusa i odjava. To je mali deo onoga što ovi API interfejsi nude ali dovoljan da se ovlada principima funkcionisanja integracije Android aplikacije sa Facebook-om i Twitter-om.

Kada je ova aplikacija u pitanju, postoji dosta mogućnosti i prostora za unapređenje, najpre u cilju povećanja skupa implementiranih funkcionalnosti koje nude API interfejsi Facebook-a i Twitter-a, a potom i proširenja (usložnjavanja) strukture aplikacije kao na primer u smislu podrške za skladištenje podataka. Programeri i dizajneri Android aplikacija puno pažnje polažu na izgled i dizajn stranica, pa su u slučaju ove aplikacije, mogućnosti razvoja u tom pravcu ogromne.

LITERATURA

- [1] Android Developers, <http://developer.android.com/>
- [2] Statistic Brain, <http://www.statisticbrain.com/>
- [3] Facebook Developers, <https://developers.facebook.com/>
- [4] RestFB, <http://restfb.com/>
- [5] Twitter4J, <http://twitter4j.org/>
- [6] OAuth, <http://oauth.net/>

Kratka biografija:



Branko Ilić rođen je u Šapcu 1983. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranio je 2014.god.



Milan Vidaković rođen je u Novom Sadu 1971. godine. Doktorirao je 2003. godine na Fakultetu tehničkih nauka, a 2013. godine izabran je za redovnog profesora iz oblasti Primenjene računarske nauke i informatika na Fakultetu tehničkih nauka..

NADZORNO-UPRAVLJAČKI SISTEM INDUSTRIJSKE PRERADE VODE SUPERVISORY CONTROL SYSTEM IN INDUSTRIAL WATER TREATMENT

Miloš Đukić, Vladimir Rajs, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Rad opisuje nadzorno-upravljački sistem industrijskog pogona za preradu vode. Opisani su upravljački program PLC-a, HMI program ekrana osjetljivog na dodir, i HMI programa na personalnom računaru. Takođe su dati predlozi mogućih proširenja funkcionalnosti i daljeg razvoja sistema.

Abstract – The subject of this work is supervisory control system of a water treatment plant. It describes control program that runs on a PLC, HMI program on touch panel, and HMI program on PC. In addition, it gives propositions on future expansion of functionality and improvements of the system.

Ključne reči: PLC, SCADA, HMI, Priprema vode, Reverzna osmoza

1. UVOD

Nivo automatizacije u industriji doživljava svakodnevni porast. Automatika je preuzela delimičnu ili potpuno kontrolu nad procesima čiji se nivo složenosti kreće od prostih do veoma složenih sa nekoliko hiljada senzora i aktuatora distribuiranih na velikoj geografskoj površini. Povećanje tržišta i konkurencije prisiljava proizvođače industrijske opreme na stalno poboljšanje ponuđenih proizvoda što dovodi do brzog razvoja i stalnu pojavu novih komponenti namenjenih industrijskoj automatizaciji.

Jedan od vodećih proizvođača svakako je japanska kompanija OMRON koja nudi široku paletu proizvoda koja uključuje kako inteligentne uređaje kao što su programabilni logički kontroleri, industrijski računari, frekventni regulatori, itd, tako i releje, osigurače, senzore i razne druge komponente neophodne u modernoj industrijskoj proizvodnji.

Ponuđenu opremu prati i kvalitetan softver za programiranje i konfigurisanje.

Za realizaciju ovog rada korištena je upravo OMRON-ova oprema, kako u vidu hardvera, tako i softvera, koja upravlja pogonom prerade vode primenom reverzne osmoze kao jednim oblikom membranske filtracije vode. Na kvalitet vode se posebno stavlja akcenat zbog zaštite opreme koja koristi tu vodu, kao i zbog kvaliteta proizvoda u čiji sastav ulazi voda, pogotovo u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji.

NAPOMENA:

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

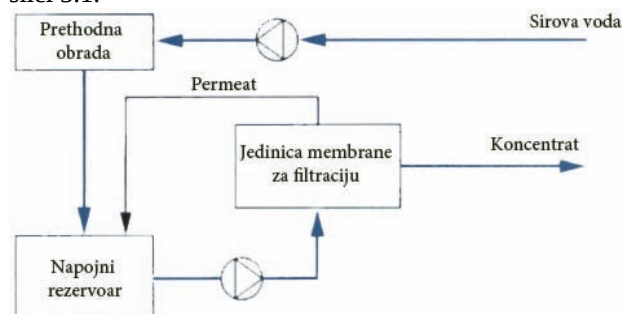
2. MEMBRANSKA FILTRACIJA I REVERZNA OSMOZA

Pod pojmom membranske filtracije se podrazumeva potiskivanje rastvora kroz polupropusnu membranu pod pritiskom. Tokom ovog procesa niskomolekulske frakcije prolaze kroz membranu (permeat), dok se visokomolekulska jedinjenja zadržavaju na membrani (koncentrat). Parametar koji se odnosi na svojstva odvajanja membrane je "granica propustljivosti". Pojam "granica propustljivosti" se odnosi na molekulsku masu najmanjih molekula, koji se zadržavaju na poledini membrane. Membranska filtracija je podeljena na različite tipove filtracije, u zavisnosti od nepropustljivosti membrane kao i da li se proces pokreće pritiskom ili električnim pogonom. Jedan od tih tipova je i reverzna osmoza.

Reverzna osmoza koristi membrane sa najmanjom propustljivošću, što znači da zahtevaju veći pritisak, obično između 2 i 8 MPa. Membrane kod reverzne osmoze imaju sposobnost razdvajanja jona i molekula manjih od 0.001 μm . Iz ove činjenice je jasno da ni virusi ni bakterije ne mogu proći kroz otvor na membrani. Reverzna osmoza se koristi i za desalinizaciju morske vode i rekuperaciju metalnih jona. Poslednjih godina su razvijene metode reverzne osmoze pod visokim pritiskom od 20 do 25 MPa, koje se koriste kod izlučivanja iz zemljista.

3. UPRAVLJAČKI PROGRAM POGONA REVERZNE OSMOZE

Blok dijagram procesa reverzne osmoze prikazan je na slici 3.1.



Slika 3.1: Blok dijagram procesa reverzne osmoze

Na slici 3.1 "Prethodna obrada" podrazumeva prečišćavanje vode od krupnih čestica nečistoća i omekšavanje vode primenom jonskih omekšivača.

Zadatak realizovanog programa jeste proizvodnja čiste vode željene električne provodnosti radi zadovoljenja zahteva proizvođača procesne opreme koja se koristi za industrijske procese za koje se voda priprema.

Program se može grubo podeliti na sedam logičkih celina:

1. Čitanje analognih ulaza,
2. Upravljanje ventilima,
3. Upravljanje pumpama,
4. Provera nivoa u rezervoarima,
5. Upravljanje stanjima sistema,
6. Beleženje relevantnih vrednosti za SCADA-u,
7. Alarmi i upozorenja.

U prvoj celini “čitanje analognih ulaza” se vrši čitanje ulaza sa analognog modula CJ1W-AD081-V2 i njihova obrada u vidu skaliranja dobijenih vrednosti kako bi se pripremili za kasniju upotrebu.

Signali na ulazu mogu biti u vidu naponskih ili strujnih signala. Za ovaj projekat odabrane su senzorske komponente koje na izlazu daju strujni signal vrednosti 4-20mA, pa je i ulazni modul CJ1W-AD081-V2 podešen u skladu sa tim. Dobijene vrednosti sa ulaznog modula se upisuju u odabrane memorijske lokacije tj. promenljive, i kasnije koriste u programu.

U drugoj sekciji upravlja se buster pumpama u skladu sa stanjem u kojem se sistem trenutno nalazi. U ovoj sekciji se upisuje vrednost na analogni izlaz modula CJ1W-DA03C, koji preko frekventnog regulatora određuje brzinu buster pumpe, a time i pritisak koji stvara na ulazu u membrane reverzne osmoze.

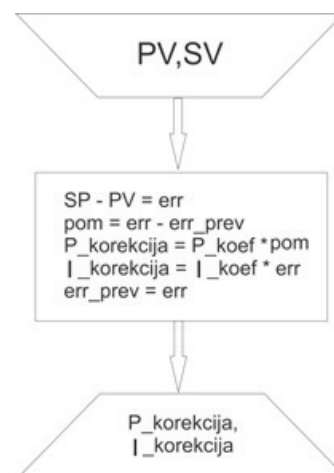
U trećoj sekciji su definisani nivoi vode u rezervoaru, radi kontrole dopune rezervoara i radi zaštite pumpe od rada na suvo, što bi se dogodilo u slučaju da se tank potpuno isprazni a pumpa nastavi da radi. Ovo bi moglo da dovede do trajnog oštećenja pumpe pa je potrebno onemogućiti rad pumpe u situaciji kada je tank prazan.

U četvrtoj sekciji se proveravaju položaji ventila i porede sa željenim položajima. U slučaju da se trenutni i željeni položaji ventila razlikuju, setuju se određeni bitovi koji će aktivirati alarme, a sistem prelazi u stanje greške, što onemogućava dalji rad dok se greška ne ispravi.

U petoj sekciji su definisana stanja sistema i funkcije prelaza između stanja. U ovoj sekciji se upravlja i elektromotornim ventilima u zavisnosti od stanja u kojem se sistem nalazi.

Prilikom ulaska u stanje proizvodnje izračunava se količina vode potrebna da bi se dopunio rezervoar i uključuje buster pumpa, kako bi se izvršila reverzna osmoza kroz membrane. Voda propuštena kroz membrane reverzne osmoze (demineralizovana voda) se meša sa vodom propuštenom kroz jonske izmenjivače (omekšana voda) kako bi se u rezervoaru dobila voda određene električne provodnosti.

Odnos količina demineralizovane i omekšane vode koje stižu u tank kontroliše se regulatorom koji se vodi po trenutnoj vrednosti provodnosti u tanku. Parametri regulatora se zadaju preko panela osetljivog na dodir, a proračun i korekcija odnosa količina demineralizovane i omekšane vode se odvija svaki put pre dopune rezervoara po algoritmu prikazanom na slici 3.2. Pošto je električna provodnost omekšane i demineralizovane vode prilično stabilna, male korekcije odnosa ovih voda je moguće izračunavati na ovaj način tj. samo pre svake dopune rezervoara. Da ovo nije slučaj, izračunavanje bi bilo potrebno obavljati kontinualno u toku dopune kako bi se što preciznije ostvarila željena vrednost električne provodnosti i pH vrednosti.



Slika 3.2. Količinska regulacija

Posmatrajući razliku (err) između željene (SP) i izmerene (PV) električne provodnosti, izračunavaju se korektivne vrednosti P_korekcija i I_korekcija, koje će se dalje u programu upotrebiti radi korekcije količinskog odnosa demineralizovane i omekšane vode. Prilikom ovog izračunavanja koriste se još i koeficijenti regulacije P_koef i I_koef, koji se zadaju preko ekrana osetljivog na dodir, kao i vrednost greške dobijene u prethodnom izračunavanju, err_prev.

Šesta sekcija je odgovorna za beleženje procesnih veličina od interesa radi formiranja trendova i kasnije obrade podataka.

U sedmoj sekciji su definisani uslovi aktiviranja alarma ili upozorenja na blizinu alarmne situacije. Alarmi se javljaju kada procesne vrednosti izlaze iz definisanih opsega, što može dovesti do nepravilnog rada sistema ili čak do havarije.

U našem sistemu svakako želimo da alarmiramo poremećaje vrednosti električne provodnosti i pH vrednosti jer su to veličine po kojima se vodi proces i koje želimo da kontrolišemo i održavamo na željenoj vrednosti. Takođe nam je od interesa i koncentracija hlora u vodi koja ne sme da prelazi određenu vrednost zbog štetnosti na zdravlje čoveka i zbog oštećenja koje velika koncentracija hlora može izazvati na procesnoj opremi.

Do uključenja alarma dolazi i u slučaju pada nivoa vode u rezervoaru ispod definisanog dozvoljenog donjeg nivoa. Ovo ne želimo da se dešava jer može dovesti do problema rada pumpe na suvo koji smo već pomenuli, kao i do nestanka vode koju zahtevaju potrošači.

Alarmi se signaliziraju vizuelno uz pomoć semafora, i zvučno uz pomoć sirene, kako bi operater mogao pravovremeno da reaguje. Razlog zbog kojeg je došlo do alarma se ispisuje na ekranu osetljivom na dodir i memoriše se zajedno sa tačnim trenutkom u kojem je do greške došlo.

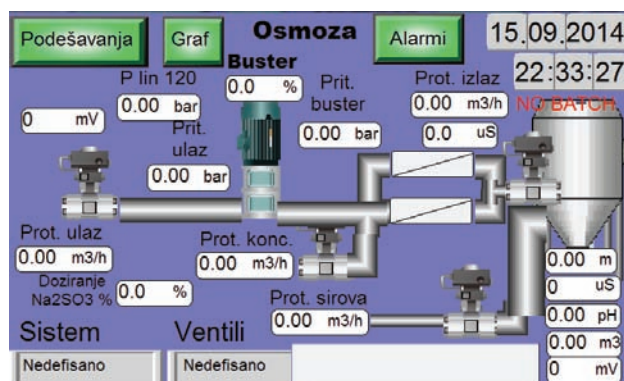
Navedene sekcije programa izvršavaju se sekvencijalno i automatski u procesoru PLC-a i nevidljive su za korisnika. Kao interfejs između PLC-a i korisnika upotrebljeni su panel osetljiv na dodir, koji se nalazi na upravljačkom ormanu reverzne osmoze, i personalni računar na kojem se proizvodnja demineralizovane vode može pratiti iz kancelarije.

4. HMI Softver

4.1 HMI na ekranu osetljivom na dodir

HMI softver se realizuje u vidu ekrana koji se pozivaju na zahtev korisnika, i na kojima se prikazuje stanje sistema i vrednosti procesnih veličina od interesa. Takođe se putem HMI softvera zadaju svi parametri kojima se reguliše rad sistema. Primeri nekih od tih parametara mogu biti dozvoljeni opsezi pritiska ili nivoa, parametri PI regulatora, itd.

Na slici 4.1 je prikazan glavni ekran, na kojem se može videti uprošćeni grafički prikaz celog sistema i očitavati procesne vrednosti od interesa kao i stanje sistema, stanja ventila i pumpi. Na ovom ekranu se još mogu videti i aktivni alarmi. Spisku svih alarma u prošlosti može se pristupiti pritiskom na dugme "Alarmi" koje se nalazi u gornjem delu ekrana.



Slika 4.1. Glavni ekran

Pritiskom na dugme "Podešavanja" poziva se ekran koji je prikazan na slici 4.2.

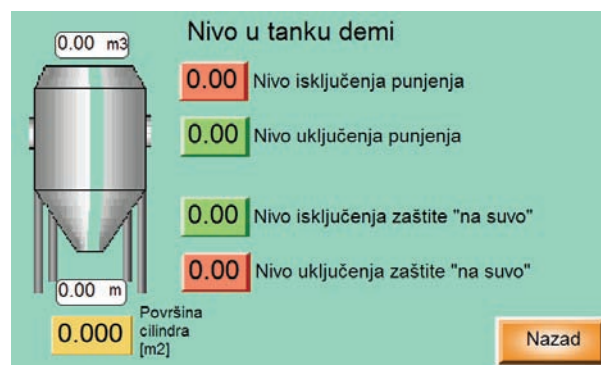


Slika 4.2. Podešavanja

Na ovom ekranu imamo izbor poziva devet ekrana na kojima će nam biti omogućena razna podešavanja ili uvid u neke podatke. Na primer, pritiskom na dugme "Analogni ulazi" otvaramo ekran na kojem možemo videti sirove vrednosti signala na ulazima analognog modula, kao i uneti vrednosti koeficijenta skaliranja nekih od tih signala.

Veoma je važno obezbediti da sistem nikada ne ostane bez zaliha vode u rezervoaru, jer bi to dovelo do prekida dotura vode potrošačima, što može imati različite posledice u zavisnosti od tipa potrošača. Da bismo ovo obezbedili, na ekranu "Nivoi u bafer tanku", koji je prikazan na slici 4.3, možemo definisati nivoe pri kojima se uključuje i isključuje punjenje tanka proizvedenom demineralizovanom vodom, i nivoe koji nam predstav-

ljaju kritično nisku količinu vode u tanku pri kojoj se aktivira alarm.



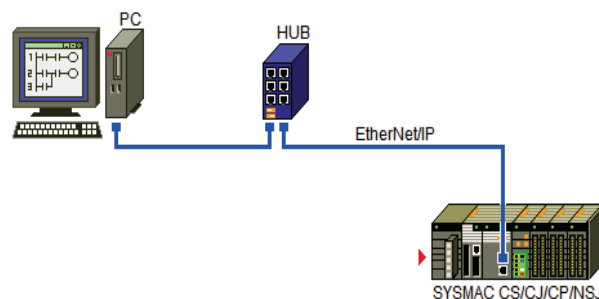
Slika 4.3. Nivoi demineralizovane vode u rezervoaru

Pritiskom na dugme "Graf" sa početnog ekrana, otvara se ekran na kojem je prikazan trend promena vrednosti koje su nam od interesa. Kako je ovaj projekat realizovan radi dobijanja vode sa željenom vrednošću provodnosti i pH vrednosti, te vrednosti su i odabrane za prikaz na grafiku. Još je dodao i nivo vode u rezervoaru, kako bi mogli da se vide trenuci u kojima je nivo u tanku bio kritično nizak usled velike potrošnje.

4.1 HMI na personalnom računaru

Drugi deo HMI softvera izvršava se na personalnom računaru. Cilj ovog dela HMI-a nije upravljanje procesom proizvodnje vode, već vizuelno praćenje i beleženje u bazu podataka radi kasnije analize.

PC računar je povezan sa PLC-om preko Ethernet mreže (slika 4.4). CPU modul PLC-a koji koristimo ima ugrađen Ethernet priključak. Ukoliko to ne bi bio slučaj, potrebno bi bilo PLC-u dodati Ethernet modul. Kao i svaki uređaj na Ethernet-u, i PLC ima svoju IP adresu preko koje može da komunicira sa svim ostalim uređajima na mreži.

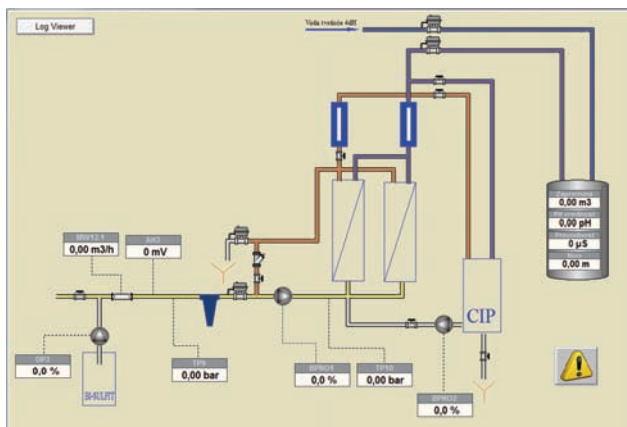


Slika 4.4. Povezivanje PLC-a s računarom

Aplikacija koja se ovde kreira je, kao i u slučaju HMI aplikacije predviđene za panel osetljiv na dodir, realizovana kao kolekcija ekrana koji se pozivaju na zahtev korisnika.

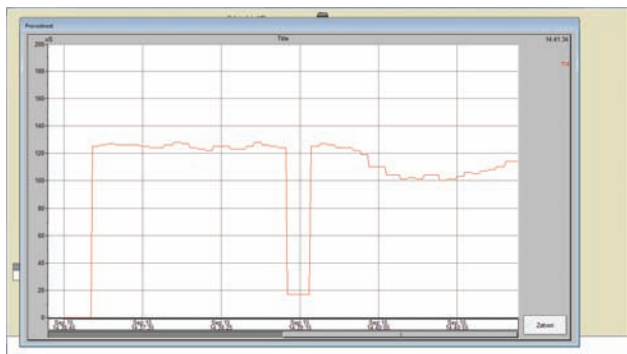
Osnovni ekran, koji se pojavljuje pri uključanju aplikacije, prikazan je na slici 4.5. Na njemu je grafički prikazan kompletan pogon reverzne osmoze. Prikazane su vrednosti procesnih veličina koje se mere i koje su od značaja za rad pogona.

Grafici ovog tipa nazivaju se trendovi. Ovim je omogućena analiza stanja sistema u prošlosti u slučaju pojave poremećaja u radu, ili radi daljeg usavršavanja pogona.



Slika 4.5. Osnovi ekran HMI softvera na računaru

Radi uvida u istoriju ponašanja neke od komponenti sistema, klikom na bilo koju od njih otvara se ekran na kojem je prikazana promena u vremenu vrednosti relevantne za datu komponentu (slika 4.6).



Slika 4.6. Promena procesne veličine u vremenu

Pored trendova, uz pomoć kojih se mogu izvršiti jednostavnije analize, sve procesne vrednosti se kontinualno beleže u bazu podataka, što omogućava prikaz veličina na kompleksnijim graficima, kao i kompleksnije analize sistema, ne samo u vezi sa poremećajima u radu, već i u vezi sa produktivnošću pogona, isplativošću, itd.

CX-Supervisor, pored upisa u bazu podataka, podržava i upis željenih vrednosti u takozvane "setove podataka" (Datasets). Ove setove podataka je moguće pregledati u vidu grafika ili u vidu tabela, uz pomoć ugrađene aplikacije koja se zove "Log Viewer".

U zavisnosti od stepena složenosti analize koju želimo da izvršimo, i nivoa detalja do kojih želimo da dodemo u datom trenutku, možemo odabrati neki od tri navedena mehanizma pristupa istoriji sistema.

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljen je pogon prerade vode primenom procesa reverzne osmoze. Za realizaciju nadzorno-upravljačkog podsistema, zbog cene i kvaliteta, kako hardvera tako i pratećeg softvera, upotrebljena je OMRON-ova oprema za industrijsku automatizaciju. Izabran je PLC iz serije CJ2M, sa svim potrebnim ulaznim i izlaznim modulima, i panel osetljiv na dodir NS8-TV00B-V2.

Kako svaki sistem nosi sa sobom određene nedostatke, cilj je da se kroz buduće prerade i dopune, otklone u eksploataciji uočeni nedostaci. Na primer, budućom analizom brzine promena procesnih vrednosti može se ustanoviti minimalna potrebna učestanost isčitavanja vrednosti iz memorije PLC-a koja će zadovoljiti zahteve ažurnosti prikaza, a pri tom minimalno opteretiti komunikacionu infrastrukturu.

Takođe, moguće je i proširenje funkcionalnosti aplikacije tako što će uključiti i funkcije upravljanja pogonom, u vidu davanja vrednosti parametrima proizvodnje, a ne samo nadzorom sistema. Ovo povećanje funkcionalnosti bi nužno uz sebe donelo i potrebu za kontrolom nivoa pristupa određenim sekcijama aplikacije. Još jedan koristan dodatak trenutnoj verziji aplikacije bi bila upotreba CX-Supervisor-ovog ugrađenog web servera, uz pomoć kojeg je moguće pristupiti SCADA aplikaciji preko interneta.

8. LITERATURA

- [1] Ivan Gržetić, "Procesi prerade i dorade vode", Univerzitet u Beogradu, 2010.
- [2] SCADA sistemi, http://www.keep.ftn.uns.ac.rs/predmeti/ee2_3g_i_ndsys_protokoli/ISIP%20skripta%20-%20SCADA.pdf, [pristupljeno: mart 2014. god.]
- [3] Programiranje industrijskih kontrolera, <http://es.elfak.ni.ac.rs/plc/Materijal/PLC.pdf>, [pristupljeno: april 2014. god.]
- [4] John R. Hackworth, Frederick R. Hackworth, Jr, "Programmable Logic Controllers: Programming Methods and Applications", Prentice Hall, April 2003.
- [5] CJ2 Family, http://www.ia.omron.com/data_pdf/cat/cj2h_cj2m_p059-e1_12_1_csm1004123.pdf?id=1992, [pristupljeno: april 2014. god.]
- [6] CJ-Series input units, http://www.ia.omron.com/data_pdf/cat/cj1w-input_ds_e_8_1_csm1616.pdf?id=2054, [pristupljeno: april 2014. god.]
- [7] CJ-Series output units, http://www.ia.omron.com/data_pdf/cat/cj1w-output_ds_e_7_1_csm1617.pdf?id=2055, [pristupljeno: april 2014. god.]

Kratka biografija:



Miloš Đukić rođen je u Zrenjaninu 1985. God. Diplomski-master rad odbranio je 2014.god na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroracunarska elektronika.



Vladimir Rajs rođen je 1982. godine u Apatinu. Diplomirao je 2007. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, a od 2009. zaposlen je kao asistent na istom fakultetu. Oblasti interesovanja su mu elektronika i primenjena elektronika.

DIZAJN I VERIFIKACIJA ARHITEKTURE ZA REALIZACIJU STABALA ODLUKE U HARDVERU**DESIGN AND VERIFICATION OF THE ARCHITECTURE FOR DECISION TREES IMPLEMENTATION IN HARDWARE**Goran Kecman, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Stabla odluke su vrsta prediktivnih modela (klasifikatora), koji određuju pripadnost objekta, na osnovu njihovih osobina (atributa), nekoj od unapred definisanih kategorija (klasa). U mašinskom učenju, stabla odluke su veoma popularna metoda klasifikacije zbog njihove jednostavnosti. U ovom radu su prezentovani dizajn i verifikacija arhitekture za hardversku realizaciju stabala odluke (ortogonalnih, neortogonalnih, i nelinearnih). Realizovana arhitektura je, zbog velike mogućnosti prilagođavanja različitim primenama, posebno pogodna za upotrebu u embedded sistemima zasnovanim na korišćenju FPGA kola. U radu je dat detaljan opis arhitekture, a potom i poređenje osobina i performansi sa postojećim hardverskim realizacijama. Na samom kraju rada prikazani su rezultati verifikacije i implementacije.

Abstract – Decision trees (DTs) are predictive models (classifiers), which determine the membership of the objects, based on their characteristics (attributes), to some of the predefined categories (classes). Due to their simplicity, decision trees are very popular method of object classification in area of the machine learning. In this paper, design and verification of the architecture for decision trees (axis-parallel, oblique and non-linear DTs) implementation in hardware are presented. Because it is highly customizable, the architecture is suitable for use in embedded systems which are based on FPGA circuits. Proposed architecture is described in detail and comparison of its characteristics and performances with existing hardware implementations are given. At the end of the paper, verification and implementation results are also presented.

Ključne reči: Mašinsko učenje, Stabla odluke, Klasifikacija, Embedded sistemi, FPGA, Složeni digitalni sistemi

1. UVOD

Mašinsko učenje predstavlja naučnu oblast koja se bavi proučavanjem algoritama i sistema koji na osnovu iskustva, unapređuju znanje i performanse sistema [1]. U oblasti mašinskog učenja, klasifikacija predstavlja problem određivanja pripadnosti objekta, na osnovu njegovih osobina (atributa), nekoj od unapred definisanih kategorija (klasa).

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Rastislav Struharik.

Postoji veliki broj prediktivnih modela (klasifikatora) u ovoj oblasti, a neki od najpoznatijih i najčešće korišćenih su veštačke neuronske mreže (Artificial Neural Networks - ANNs), stabla odluke (Decision Trees - DTs) i support vector mašine (Support Vector Machines - SVMs) [2].

U ovom radu je prezentovana arhitektura za realizaciju stabala odluke (paralelnih, neparalelnih i nelinearnih) u hardveru. Predložena arhitektura je pogodna za upotrebu u embedded sistemima zasnovanim na FPGA kolima.

2. STABLA ODLUKE – UVOD U OBLAST**2.1. Stabla odluke - uvod**

Stabla odluke se sastoje od čvorova koji formiraju hijerarhijsku strukturu stabla sa korenom. Koren je čvor na koji se dovodi ulazna instanca, dok ostali čvorovi predstavljaju test određene osobine objekta koji treba klasifikovati. Listovi stabla (čvorovi koji nemaju izlazne grane) predstavljaju kategorije (klase). Klasifikacija se obavlja "navigacijom" instance kroz stablo tj. obavljanjem niza testova. Prvi test se obavlja u korenu, a klasifikacija se završava dostizanjem jednog od mogućih listova (klasa). Stabla odluke su prvi put predložena u [3] pre 30 godina.

Stabla odluke, u poređenju sa drugim prediktivnim metodama (ANN i SVM), su jednostavna i laka za razumevanje, ali mogu biti manje tačna u poređenju sa ANN [2]. Još jedna značajna prednost stabala odluke je kraća faza učenja u odnosu na ANN i SVM.

U praktičnoj primeni, najčešće se sreću testovi sa numeričkim atributima. U tom slučaju, testovi unutar čvorova u opštem slučaju mogu biti predstavljeni funkcijom oblika:

$$f(A_1, A_2, A_3, \dots, A_n) > 0, \quad (1)$$

gde f predstavlja funkciju čiji rezultat zavisi od n atributa ($A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$) [2]. Stabla odluke se mogu podeliti u tri grupe, prema obliku funkcije f .

Ortogonalna stabla – U svakom čvoru se testira samo jedan atribut. Funkcija koja odgovara ovom tipu stabla je:

$$f = A_i + c_i, \quad (2)$$

gde A_i predstavlja atribut, a c_i koeficijent.

Neortogonalna stabla – Ovaj tip stabala ima nešto složenije testove koji predstavljaju linearnu kombinaciju atributa A_i i koeficijenata c_i :

$$f = \sum_{i=1}^n c_i \cdot A_i + c_{n+1}. \quad (3)$$

Nelinearna stabla – Testovi kod ovih stabala su bazirani na korišćenju polinoma drugog i trećeg stepena. Funkcije za polinome drugog i trećeg stepena su:

$$f_{2nd} = \sum_{i=1}^n c_i \cdot A_i^2 + \sum_{i=1}^n c_i \cdot A_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n c_{i,j} \cdot A_i \cdot A_j + c_{n+1}. \quad (4)$$

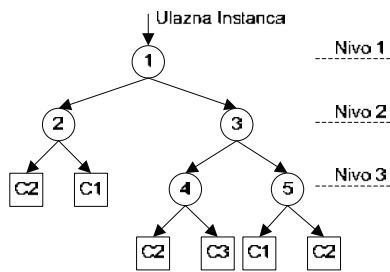
$$f_{3rd} = \sum_{i=1}^n c_i \cdot A_i^3 + \sum_{i=1}^n c_i \cdot A_i^2 + \sum_{i=1}^n c_i \cdot A_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n c_{i,j} \cdot A_i \cdot A_j + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=j+1}^n c_{i,j,k} \cdot A_i \cdot A_j \cdot A_k + c_{n+1}. \quad (5)$$

2.2. Postojeće realizacije

U dostupnoj literaturi postoji nekoliko radova koji se bave hardverskom implementacijom stabala odluke, koja su prethodno kreirana softverski [2, 4, 5].

Osnovni princip na kome se zasnivaju radovi [4, 5], jeste kreiranje hardverskog modula za svaki čvor stabla.

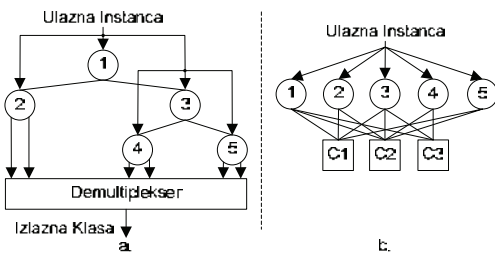
Na *Slika 1* je prikazan primer stabla na kom će biti objašnjen princip rada arhitekture [2, 4, 5] (primer je preuzet iz [2]).



Slika 1. Primer stabla dubine 3

Na *Slika 2a*, je prikazana principna šema rada arhitekture [4]. Arhitektura predložena u [4] ima nekoliko nedostataka. Već je rečeno da zahteva hardverski modul za svaki čvor stabla, što u zavisnosti od veličine stabla (broja čvorova), mogu biti značajni hardverski resursi. Pored toga, propusna moć (brzina klasifikacije instanci) ove arhitekture je mala. Nova instanca može da se dovede na ulaz tek kada se u potpunosti završi klasifikacija prethodne. To znači da je propusna moć ove arhitekture proporcionalna proizvodu dubine stabla (M) i vremena potrebnog za izračunavanje jednog testa u čvoru (T_{node}). Kako u praksi stabla mogu imati veliki broj čvorova, kao i veliku dubinu, nedostaci ove arhitekture su očigledni.

Na *Slika 2b* je prikazana principna šema rada arhitekture [5]. Ova arhitektura se zasniva na korišćenju ekvivalencije koja postoji između stabala odluke i *threshold networks*.



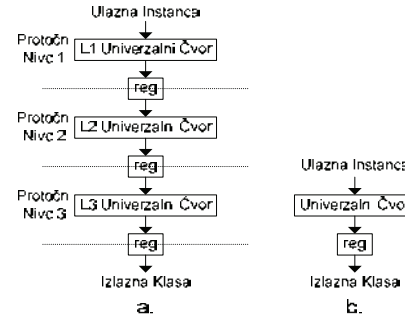
Slika 2. a. Hardverska realizacija arhitekture [4].

b. Hardverska realizacija arhitekture [5].

Ova arhitektura u poređenju sa [4] ima znatno veću propusnu moć (brzinu klasifikacije instanci). Razlika je u

tome što kod ove arhitekture, bez obzira na dubinu stabla, instanca mora da "prođe" kroz samo dva nivoa (*Slika 2b*). I kod ove arhitekture postoji problem hardverske kompleksnosti, jer svaki čvor stabla mora biti implementiran kao poseban modul.

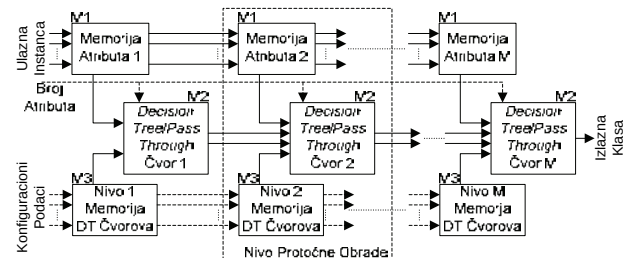
Ideja koja se krije iza arhitekture predloženih u [2, 6] jeste smanjenje hardverske kompleksnosti, ali da se u isto vreme zadrži visoka propusna moć. U [2, 6] predstavljene su 4 arhitekture: SMpL, SMpL-P, UN i UN-P. Osnovna struktura arhitekture SMpL i UN je prikazana na *Slika 3* (slika preuzeta iz [2]).



Slika 3. a. Struktura SMpL arhitekture stabla dubine 3
b. Struktura UN arhitekture

SMpL arhitektura koristi po jedan univerzalni čvor na svakom nivou stabla odluke. Arhitektura se sastoji od M (dubina stabla) protočnih nivoa (*pipeline stages*), gde svaki protočni nivo odgovara jednom nivou stabla odluke [2]. Svaki univerzalni čvor se sastoji od 3 modula koji su prikazani na *Slika 4*. M1 modul je memorija koja se koristi za čuvanje podataka o trenutnoj instanci. M2 modul radi u dva stanja, *decision tree* i *pass through*. Ukoliko se nalazi u *decision tree* modu, izračunava klasu koja odgovara trenutnoj instanci i prosleđuje je narednom nivou. Ukoliko radi u *pass through* modu, vrednost ulazne klase se prosleđuje direktno sledećem nivou bez računanja. M3 modul je memorija koja se koristi za čuvanje podataka o čvorovima (koeficijenti, adrese i klase) stabla odluke. U poređenju sa arhitekturama [4] i [5] ostvarena je značajna ušteda u potrebnim hardverskim resursima. Propusna moć ove arhitekture je jednaka vremenu potrebnom za izračunavanje jednog testa, a to vreme je jednako $n+1$ perioda takta, gde n predstavlja broj atributa.

SMpL-P arhitektura povećava propusnu moć SMpL arhitekture $n+1$ puta, na uštrb hardverske kompleksnosti. Ovo se postiže upotrebom mreže sabirača i množača unutar M2 modula, čime se računanje obavlja tokom jedne periode takta. Mana ove arhitekture je značajno duža kritična putanja u odnosu na SMpL, čime se drastično smanjuje maksimalna moguća učestanost rada ove arhitekture.

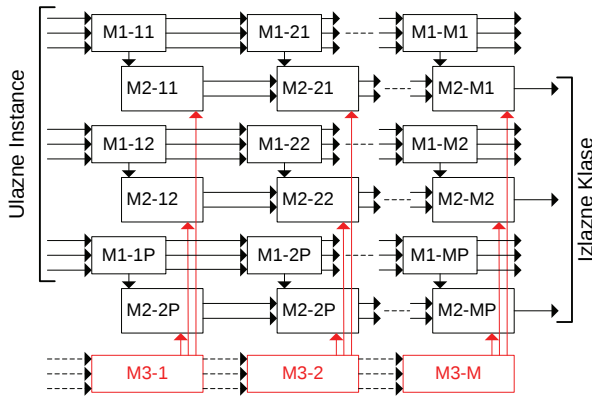


Slika 4. Detalji SMpL arhitekture [2].

Ukoliko propusna moć nije jedan od glavnih zahteva, moguće je znatno redukovati količinu neophodnih resursa upotrebom arhitekture UN [2, 6]. Ova arhitektura predlaže upotrebu samo jednog univerzalnog čvora [2]. UN-P arhitektura uvodi paralelizaciju računanja na isti način kao i SMpL-P, čime se povećava propusna moć UN arhitekture $n+1$ puta.

3. DIZAJN

Povećanje propusne moći SMpL arhitekture je moguće postići i povezivanjem više ovakvih arhitektura u paralelu. Prilikom takvog povezivanja, uočeno je da je moguće dodatno uštedeti hardverske resurse ukoliko bi memorija M3 (podaci o čvorovima) bila deljena. Ova činjenica predstavlja osnovu arhitekture iz ovog rada. Osnovna ideja arhitekture je prikazana na Slika 5.



Slika 5. Blok šema predložene arhitekture

Predložena arhitektura se sastoji iz $M \times P$ identičnih modula, kao i M identičnih memorijskih modula za smeštanje podataka o čvorovima na svakom nivou. M predstavlja dubinu stabla, a P broj paralelnih instanci koje je moguće klasifikovati. Svaki od P paralelnih nivoa predstavlja poseban niz protočne obrade, na čijem se izlazu dobija klasa koja odgovara ulaznoj instanci. Broj P je ograničen realizacijom na maksimalnu vrednost $n+2$, gde n predstavlja broj atributa. Deljenje memorije M3 funkcioniše tako što svaki M2 modul, pre nego što počne računanje, učitava odgovarajuće koeficijente u lokalnu memoriju, koja je dovoljna da smesti podatke za samo jedan čvor. Zatim počinje faza računanja i nakon $n+1$ periode takta, na izlazu se pojavi odgovarajuća klasa. Nakon toga, isti modul može ponovo da učitava podatke narednog čvora u lokalnu memoriju.

Modul M1 je memorija za smeštanje atributa instance koja se u datom trenutku obrađuje. Veličina ove memorije je $n \cdot N_a$, gde n predstavlja broj atributa, a N_a broj bita za predstavljanje atributa.

Modul M2 je centralni modul ovog sistema. Postoje dva režima rada M2 modula: *decision tree* i *pass through*. U zavisnosti od signala *ulazna klasa* modul se nalazi u jednom od dva moguća stanja. Ukoliko je signal *ulazna klasa* jednak 0, M2 vrši evaluaciju testa odgovarajućeg čvora (*decision tree* stanje). Po završetku računanja, sledećem nivou protočne obrade prosleđuju se dva signala: *izlazna adresa* – podatak o adresi čvora iz sledećeg nivoa čiji test treba evaluirati i *izlazna klasa* – podatak o klasi koja je određena na tekućem nivou. Ukoliko je signal *ulazna klasa* različit od 0, to znači da je trenutna instanca već klasifikovana i vrednost signala *ulazna klasa* samo treba proslediti sledećem nivou protočne obrade.

Kao što je već rečeno, pored svakog M2 modula, postoji lokalna memorija u koju se u jednom trenutku mogu sačuvati podaci o samo jednom čvoru. Ovaj modul se sastoji od tri modula – memorije za koeficijente i dva registra za čuvanje podataka o adresi narednog čvora i izlaznoj klasi.

Deljeni M3 modul sastoji se od tri memorije – memorije za koeficijente, za adresu narednog čvora (adrese jednog od dva moguća naslednika svakog čvora) i za izlazne klase. Veličine ovih memorija su redom $(n+1) \cdot N_{dt} \cdot N_{bc}$, $N_{dt} \cdot N_{ba}$, $N_{dt} \cdot N_{bl}$, gde n predstavlja broj atributa, N_{dt} broj čvorova odgovarajućeg nivoa, N_{bc} , N_{ba} i N_{bl} redom broj bita za predstavljanje koeficijenata, adrese narednog čvora i izlazne klase.

Postoji još jedan modul u arhitekturi – CU modul. Ovaj modul služi za sinhronizaciju pristupa pojedinačnih M2 modula deljenoj memoriji M3.

Potrebno je napomenuti da je ova arhitektura programabilna, odnosno da se podaci o stablu odluke mogu promeniti u toku rada. Ukoliko je potrebno izmeniti strukturu stabla odluke (dubinu, broj čvorova na određenom nivou, itd.) potrebno je ponovo implementirati arhitekturu.

Iz Tabela 1 se može videti da predložena arhitektura ima veću propusnu moć u odnosu na SMpL arhitekturu, ali isto tako zahteva veći broj hardverskih resursa u vidu množača, sabirača i memorije.

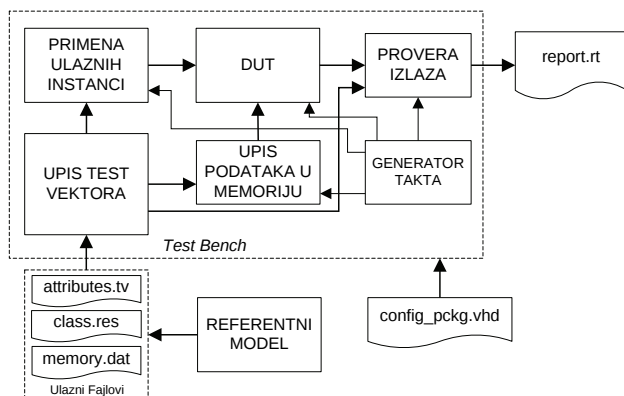
Tabela 1. Uporedni prikaz potrebnih hardverskih resursa, propusne moći i početnog kašnjenja različitih arhitektura.

Arhitektura	Propusna moć	Kašnjenje	# Sabirača	# Množača	Memorija
[4]	$1/M \cdot T_{node}$	$M \cdot T_{node}$	-	-	-
[5]	$1/T_{node}$	$2 \cdot T_{node}$	-	-	-
SMpL	$1/T_{node}$	$M \cdot T_{node}$	M	M	$M \cdot (n \cdot N_a), (n+1) \cdot N_{dt} \cdot N_{bc}, 2 \cdot N_{dt} \cdot \lceil \lg(N_{dt}) \rceil, 2 \cdot N_{dt} \cdot \lceil \lg(N_{klasa}) \rceil$
SMpL-P	$1/T_{clk}$	$M \cdot T_{node}$	$M \cdot (\lceil 2^{\lg(n)+1} \rceil - 1)$	$M \cdot n$	$M \cdot (n \cdot N_a), (n+1) \cdot N_{dt} \cdot N_{bc}, 2 \cdot N_{dt} \cdot \lceil \lg(N_{dt}) \rceil, 2 \cdot N_{dt} \cdot \lceil \lg(N_{klasa}) \rceil$
Predložena Arhitektura	$1/T_{clk}$	$M \cdot T_{node}$	$M \cdot P$	$M \cdot P$	$P \cdot M \cdot (n \cdot N_a), (n+1) \cdot (N_{dt} + P) \cdot N_{bc}, 2 \cdot (N_{dt} + P) \cdot \lceil \lg(N_{dt}) \rceil, 2 \cdot (N_{dt} + P) \cdot \lceil \lg(N_{klasa}) \rceil$

Ako predloženu arhitekturu uporedimo sa više paralelnih SMpL arhitektura (što predstavlja osnovnu ideju ovog rada), jasno je da predložena arhitektura ostvaruje značajnu uštedu hardverskih resursa, za ostvarenu istu propusnu moć. U poređenju sa SMpL-P arhitekturom, arhitektura predložena u ovom radu zahteva veću količinu hardverskih resursa (uglavnom memorije), ali moramo imati na umu i činjenicu da je kritična putanja SMpL-P arhitekture značajno veća zbog mreže sabirača i množača u M2 modulu [2, 6], što drastično smanjuje maksimalnu frekvenciju rada ove arhitekture.

4. VERIFIKACIJA

Nakon dizajna, potrebno je potvrditi ispravnost rada arhitekture. Ispravnost rada pojedinačnih modula, kao i same arhitekture, proverena je simulacijom. Za tu namenu je razvijeno verifikaciono okruženje prikazano na Slika 6. Verifikaciono okruženje je bazirano na korišćenju zlatnih vektora (*Golden Vectors*).



Slika 6. Blok šema verifikacionog okruženja

Referentni model generiše fajlove koji predstavljaju ulaz verifikacionog okruženja. Kako bismo izbegli potencijalne greške koje se mogu javiti prilikom projektovanju referentnog modela, za generisanje stabla i ulaznih instanci korišćen je postojeći program *Oblique Classifier 1* (OC1), razvijen na *Johns Hopkins University* [7]. Ovaj program se koristi za indukciju stabala na osnovu seta podataka, a može i da se koristi za generisanje i klasifikaciju podataka. Na kraju simulacije, verifikaciono okruženje generiše izveštaj iz koga, ukoliko postoji neki problem, mogu da se dobiju korisne informacije o potencijalnom uzroku problema. *Test bench* je realizovan u VHDL jeziku, korišćenjem Xilinx ISE i Xilinx iSim alata.

5. IMPLEMENTACIJA

Implementacija arhitekture je izvršena korišćenjem *Xilinx ISE* alata, a ciljane familija FPGA uređaja je *Kintex 7*. Za implementaciju arhitekture, korišćeno je stablo dubine 4 koje ima 7 čvorova, a maksimalan broj atributa je 4. Povezane su 4 paralelne instance. Stablo korišćeno za implementaciju generisano je korišćenjem *Oblique Classifier 1* programa.

Za implementaciju ove arhitekture iskorišćeno je 3209 *Slice* registara, 2281 *Slice* LUT-ova i 20 DSP blokova. Nakon izvršenja *Place&Route* procesa, maksimalna frekvencija rada arhitekture je 200MHz.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu su prezentovani dizajn i verifikacija nove arhitekture za realizaciju stabala odluke u hardveru, koja je pogodna za upotrebu u embedded sistemima koji su zasnovani na korišćenju FPGA kola.

Ova arhitektura se može koristiti za implementaciju ortogonalnih, neortogonalnih i nelinearnih stabala odluke koja su predhodno formirana korišćenjem softverskih algoritama.

Predložena arhitektura, u poređenju sa postojećim hardverskim realizacijama, pokazuje bolje ili slične performanse (propusnu moć i potrebne hardverske resurse).

7. LITERATURA

- [1] P. Flach, "Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data", *Cambridge University Press*, 2012.
- [2] R.J.R. Struharik, L.A. Novak, "Intellectual property core implementation of decision trees", *IET Computers & Digital techniques*, June 2008.
- [3] A. Breiman, J.H. Friedman, R.A. Olshen, C.J. Stone, "Classification and regression trees", *Wadsworth and Brooks*, Pacific Grove, CA, 1984.
- [4] S. Lopez-Estrada, R. Cumplido, "Decision tree based FPGA architecture for texture sea state classification", *Reconfigurable Computing and FPGA's ReConFig. 2006 IEEE Int. Conf.*, September 2006.
- [5] A. Bermak, D. Martinez, "A compact 3D VLSI classifier using bagging threshold network ensembles", *IEEE Trans. Neural Netw.*, 2003.
- [6] R.J.R. Struharik, "Digitalna elektronska kola za realizaciju stabala odluke", *Fakultet tehničkih nauka, Doktorska Disertacija*, Novi Sad 2009.
- [7] <http://ccb.jhu.edu/people/salzberg/Salzberg/Software.html>

Kratka biografija:



Goran Kecman rođen je u Novom Sadu 1989. god. Osnovnu školu je završio u Futogu. Srednju elektrotehničku školu je završio 2008. godine u Novom Sadu, a osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2012. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroprocesorski sistemi i algoritmi odbranio je 2014. godine.

TESTIRANJE I MODIFIKACIJE MATLAB DVB-T SIMULATORA**TESTING AND MODIFICATIONS OF MATLAB DVB-T SIMULATOR**

Jelena Bjelica, Željko Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U programskom paketu MATLAB, detaljno je analiziran simulacioni model za DVB-T standard. Izvršene su različite modifikacije simulatora, uklanjanjem pojedinih modula na predajnoj i prijemnoj strani. Nakon upoređivanja ostvarenih rezultata, procenjen je značaj odgovarajućih komponenti, kao i njihov uticaj na ukupne performanse sistema.

Abstract – Simulation model for DVB-T standard is analyzed in details, using MATLAB software package. Various modifications of the simulator are performed by removing certain modules at the transmitter and the receiver side. After comparing the achievements, significance of the corresponding components is evaluated, as well as their impact on the overall system performance.

Ključne reči: DVB-T, interliver, Rid-Solomonov kod, konvolucionni kod, Viterbijev dekod, LDPC

1. UVOD

DVB-T je skraćenica za “Digital Video Broadcasting - Terrestrial” i odnosi se na skup internacionalno prihvaćenih standarda, koji moraju biti ispunjeni tokom formiranja, prenosa i emitovanja digitalnog TV signala preko zemaljskih predajnika.

U ovom radu, modifikacijom posmatranog simulatora u Matlab Simulinku, analizirana je uloga pojedinih modula DVB-T sistema. Ispitane su performanse nakon eliminacije odgovarajućih blokova za zaštitno kodovanje, a pokazan je i doprinos koji unose komponente interlivera. Radi analize eventualnog poboljšanja performansi sistema, izvršena je simulacija DVB-T modela nakon što je standardni konvolucionni kod zamenjen LDPC zaštitnim kodom.

2. RID-SOLOMONOV KOD I KONVOLUCIONI (EKSTERNI) INTERLIVER

U DVB-T standardu primenjuje se RS(204,188) skraćena forma koda sa osmobarbitnim simbolima. Ova tehnika se zasniva na principu dodavanja redundanse informacionim simbolima u originalnoj poruci (transportnom paketu) zahvaljujući čemu dekodirer ima mogućnost da detektuje oštećene delove primljenog niza podataka i ispravi ih (efikasnost koda, kao i kompleksnost implementacije zavise od količine dodatnih zaštitnih informacija).

Prednost Rid-Solomonovih kodova jeste u tome što imaju mogućnost da lako detektuju i isprave pogrešno primljen simbol koji ima grešku u samo jednom bitu, isto kao i simbol sa svim oštećenim bitima (računa se kao jedna

simbolska greška). Ova osobina čini RS kodove pogodnim za korekciju simbola u slučaju pojave velikog broja uzastopnih grešaka koje su karakteristične za bežične komunikacione sisteme (interferencija sa drugim signalima), poštujući pritom korekcione mogućnosti koda (ispravlja bilo koju kombinaciju do 8 simbolskih grešaka po kodnoj reči, bez poznavanja njihovih lokacija).

Interlivering je postupak za podršku zaštitnim kodovima i zasniva se na preuređivanju simbola, s tim da se na prijemu metodom deinterliveringa opet postiže njihov originalni redosled. Interlivering se pre svega koristi za razbijanje dugačkih nizova pogrešnih simbola koji se mogu javiti u kodnim rečima kao posledica šuma u toku prenosa ili pogrešnih odluka prilikom dekodovanja. Greške se u deinterliveru razdvajaju i emutuju u vremenskim intervalima čija dužina zavisi od periode interlivera, pošto ih je tako u daljoj obradi lakše ispraviti (ovakva distribucija grešaka će sprečiti pojavu velikog broja oštećenih simbola u jednoj kodnoj reči, koje RS dekodirer neće moći da ispravi).

Korišćenjem konvolucionnog kodera u kombinaciji sa Viterbijevim algoritmom, postižu se dobre performanse i pouzdanost DVB-T sistema. Međutim, i pored velike efikasnosti koda, na izlazu dekodera mogu se javiti greške koje algoritam nije uspeo da ispravi. Iz tog razloga se konvolucionni kodovi koriste u paru sa Rid-Solomonovim kodovima koji imaju sposobnost da koriguju određen broj simbolskih grešaka u kodnoj reči. Između ova dva bloka ubacuje se i interliver, čija svrha jeste da razbije dugačke nizove pogrešnih simbola koje RS dekodirer ne može da ispravi. Vrednost parametra BER nakon Viterbijevog dekodera treba da bude manja od 10^{-3} , kako bi u daljoj obradi sistem sa velikom pouzdanošću mogao da rekonstruiše originalnu poruku (kvalitetan televizijski signal podrazumeva $BER < 10^{-4}$).

Uloga RS koda i interliveringa može se pokazati kroz simulaciju DVB-T sistema, gde se nakon eliminacije ova dva bloka primećuje određeno opadanje performansi (porast vrednosti parametra BER na izlazu sistema). Ipak za SNR = 18.5dB do izražaja dolazi i velika moć konvolucionnog koda, s obzirom na zanemarljivo mali broj preostalih grešaka na izlazu Viterbijevog dekodera (u odnosu na ukupan broj primljenih bita), tj. vrednost parametra BER je i dalje veoma niska, što ukazuje na prilično kvalitetan signal. Ukoliko se vrednost parametra SNR u AWGN kanalu smanji na 16.5dB, jasnije se uočava značaj uklonjenih komponenti na predajnoj i prijemnoj strani, zbog drastičnog opadanja kvaliteta TV signala na izlazu sistema.

U sledećem primeru eliminisan je samo interlivering blok (preuređuje redosled ulaznih simbola) i generalno se očekuje da će zbog toga opasti i efikasnost u pogledu korekcije grešaka, pošto RS dekodirer ne funkcioniše ispravno ukoliko se pojavi velika grupa oštećenih simbola

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željko Trpovski, vanr. prof.

u kodnoj reči. U prvom slučaju, zbog velikog odnosa signal/šum u AWGN kanalu (18.5dB), na izlazu sistema se pojavio signal bez grešaka, što znači da je RS dekodirao da ispravi preostale greške, bez potrebe interlivera. Za SNR=16.5dB, primećuje se pojava većeg broja grešaka na izlazu, što ukazuje na značaj koji interleaving ima u postizanju maksimalne efikasnosti RS modula u sistemu.

3. KONVOLUCIONI KOD I INTERNI INTERLIVER

Konvolucionni kod spada u FEC (*Forward Error Correction*) kanalne kodove za korekciju bitskih grešaka dodavanjem redundancije u predajniku (izbor brzine generisanja koda utiče na kvalitet dekodovanja). Ovaj kod se primenjuje u velikom broju aplikacija, uključujući i digitalni video, a najčešće se implementira sa Rid-Solomonovim kodom, pošto se tako postiže velika efikasnost u ispravljanju grešaka. U DVB-T standardu koristi se 3/4 punktualni konvolucionni kod.

Viterbijev dekodirao zasniva se na maksimalnoj verodostojnosti (na osnovu ulazne sekvence rekonstruiše se najverovatnija putanja u trelis dijagramu) i podržava dve metode dekodovanja:

- *soft decision* - svaki ulazni simbol predstavljen je određenim brojem bita koji nose dodatne informacije o proceni pouzdanosti primljenih podataka. Takođe, poboljšanje performansi može se postići i porastom dužine koda, ali će se pritom značajno povećati i kompleksnost algoritma.
- *hard decision* - za razliku od prethodnog postupka, u ovom slučaju dekodirao prima bite bez procene pouzdanosti.

Interni interliver koristi se za potrebe 2k i 8k transmisionih modova specificiranih u DVB-T standardu, a sastoji se od bitskog interleavinga, praćenog simboličkim interleavingom. Uloga bitskog interleavinga jeste da permutuje redosled bita ulazne kodovane sekvence, kako se ne bi prenosili u istom modulacionom simbolu, dok simbolički interliver vrši sličan postupak samo među nosiocima unutar OFDM simbola. U prijemniku se greške iz kanala na bliskim pozicijama razdvajaju, što u daljoj obradi olakšava Viterbijevom dekodirao da ih ispravi.

Najmoćniji postupak zaštitnog kodovanja u DVB-T sistemu predstavlja konvolucionni kod i njegovom eliminacijom dolazi do značajnog opadanja performansi, čak i u slučaju velike vrednosti parametra SNR, s obzirom da RS kod nema sposobnost da ispravi veliki broj grešaka u kodnoj reči (do 8 pogrešnih simbola). Ukoliko se u toku prenosa desi veliki broj blisko raspoređenih grešaka koje interliver nije uspeo da razdvoji, to može uticati da RS dekodirao ne funkcioniše ispravno. Iako će i tada postojati zadovoljavajuće rešenje algoritma, ono neće ukazivati na odgovarajuće simbole, što može proizvesti i više grešaka nego što ih je bilo u primljenoj poruci. U DVB-T Simulink modelu, Viterbijev dekodirao je unapred podešen da obrađuje realne brojeve koji dolaze na njegov ulaz, generišući pritom binarni izlaz. Uklanjanjem konvolucionnog i Viterbijevog bloka, simulacija neće funkcionisati, pošto će na ulaz eksternog deinterlivera umesto bita dolaziti realni brojevi. S obzirom da Viterbijev dekodirao pozitivne realne brojeve sa ulaza interpretira kao logičke

nule, a negativne realne brojeve kao logičke jedinice, na njegovo mesto u modelu ubačen je odgovarajući korisnički definisan blok.

Glavna uloga internog interleavinga jeste da pomogne Viterbijevom dekodirao da što efikasnije ispravi greške, kao i da poveća otpornost sistema na frekvencijski selektivne pojave u kanalu. Npr. usled propagacije preko više putanja dolazi do slabljenja određenog dela opsega, a interleaving omogućava da se bitske greške na pogodnim nosiocima emituju razdvojene u izlaznoj sekvenci, što ustvari predstavlja frekvencijski interleaving unutar DVB-T simbola. Na osnovu rezultata simulacije dobijenih nakon Viterbijevog dekodirao i na izlazu sistema, može se zaključiti da uklanjanjem komponenti internog interleavinga na predajnoj i prijemnoj strani, ne dolazi do opadanja performansi u DVB-T modelu. AWGN (*Additive White Gaussian Noise*) model kanala koji se koristi u teoriji informacija, služi za simulaciju efekata mnogih procesa koji se dešavaju u prirodi. Na podatke se dodaje beli Gausov šum koji može da potiče od različitih izvora i ima uniformnu snagu u celokupnom frekvencijskom opsegu. AWGN kanal predstavlja dobar izbor za satelitske komunikacije, ali nije tako pogodan za zemaljske linkove, zato što ne uzima u obzir slabljenje, prostiranje u više putanja, interferenciju, itd. Međutim, kod analize ponašanja sistema, ovaj blok se najčešće koristi za simulaciju pozadinske buke iz kanala, a ostali fenomeni uključeni su prilikom primene u praksi. S obzirom da frekvencijski selektivni efekti u DVB-T simulatoru nisu modelovani, u ovom slučaju interni interliver neće imati značajnu funkciju.

4. LDPC ZAŠTITNO KODOVANJE

S obzirom da HDTV (*High Definition Television*) servisi postaju sve popularniji, počelo je uvođenje druge generacije digitalnog zemaljskog prenosa videa (DVB-T2). HDTV kanali zahtevaju veći kapacitet, zbog čega je neophodna upotreba novih, naprednijih tehnologija u odnosu na postojeće u DVB-T standardu.

Prvi korak predstavlja uvođenje efikasnijeg i pouzdanijeg FEC zaštitnog koda. Potencijalni kandidat jeste LDPC (*Low Density Parity Check*) kod specificiran u DVB-S2 (*second generation satellite Digital Video Broadcasting*) standardu.

U ovom poglavlju cilj je da se uz pomoć simulacija ispituju performanse DVB-T sistema, ukoliko se standardni konvolucionni kod u modelu zameni DVB-S2 LDPC kodom. FEC kodovanje u DVB-T sistemu bazira se na spoju Rid-Solomonovog i konvolucionnog modula. Vremenom su otkrivene nove, efikasnije FEC metode kao što je LDPC kod, koji je u kombinaciji sa eksternim BCH (*Bose Chaudhuri Hocquenghem*) kodom primenjen u DVB-T2 standardu. BCH kod nema veliku zaštitnu moć, ali s obzirom da je nakon LDPC dekodovanja vrednost parametra BER veoma niska, sasvim je dovoljan da otkloni preostale greške.

Sa druge strane, RS kod je otporniji na pojavu grešaka u gomilama, ali mana je ta što je dekodirao znatno kompleksniji u poređenju sa BCH dekodirao.

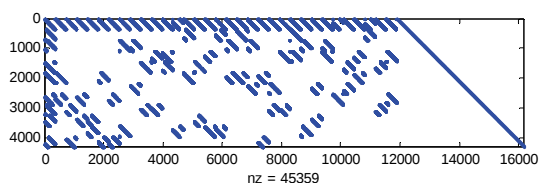
LDPC kodovi se specificiraju na osnovu binarnih *sparse parity check* matrica, za dve moguće dužine koda: 16200 i 64800 bita. Iako su duži kodovi efikasniji i pouzdaniji, u ovom poglavlju analizirani su samo kratki kodovi zbog

ograničenih resursa, kao i optimalnog trajanja obrade. LDPC metoda dekodovanja primenjena u DVB-T2 sistemu predstavlja iterativan *soft decision* algoritam koji se zasniva na estimaciji logaritamskog odnosa *a posteriori* verovatnoća (LLR - *log likelihood ratio*) da je odgovarajući bit u emitovanoj kodnoj reči jednak 0/1 za posmatranu primljenu reč.

Postojeći DVB-T simulator modifikovan je tako što je konvolucionni kod zamenjen LDPC kodom iste brzine, što zahteva i izmenu originalnog demapera koji treba da prosleđuje verodostojnost svakog bita na osnovu opservacije iz konstelacione šeme.

Za ispitivanje performansi DVB-S2 LDPC koda, koristi se alternativna verzija DVB-T simulatora gde je implementiran 64-QAM demodulator, konfigurisan da izračunava LLR vrednosti svakog bita. Ovakav pristup olakšava vršenje *soft decision* dekodovanja, na čemu se bazira rad primenjenog LDPC dekodera.

U prvom slučaju koriste se gotovi blokovi iz Matlab Simulink biblioteke koji podržavaju LDPC kodovanje. S obzirom da koder i dekodeer zahtevaju specifikaciju *parity check* matrice, definisana je funkcija zadužena za generisanje odgovarajuće *sparse* binarne matrice za kod brzine 3/4, čija dužina iznosi 16.200 bita. Njen prikaz dat je na Slici 1:



Slika 1. Prikaz binarne *parity check* matrice dimenzija 4320×16200

Maksimalan broj iteracija prilikom dekodovanja svake kodne reči zadaje se radi stopiranja procesa ukoliko postoji mnogo grešaka koje kod ne može da ispravi (50 iteracija predstavlja kompromis između efikasnosti i kompleksnosti). LDPC dekodeer na ulazu očekuje LLR vrednosti primljenih bita (informacije iz kanala) i nakon *soft decision* algoritma na izlaz šalje informacioni deo dekodovane kodne reči (odluke o izlaznim bitima donose se *hard decision* metodom). Iteracije se stopiraju ukoliko su sve jednačine za proveru parnosti zadovoljene.

U drugom slučaju, umesto postojećeg koder a i dekodera, ubačeni si korisnički definisani LDPC blokovi. S obzirom da *embedded* matlab funkcije, zbog nedostatka memorije, ne podržavaju *parity check* matrice dugačkih kodova, izvršena je određena modifikacija dimenzija kako bi kod iz prošlog primera mogao da se implementira. LDPC dekodeer radi po već opisanom algoritmu, jedino je zbog predugačkog trajanja obrade maksimalan broj iteracija smanjen na 10 (sporo izvršavanje je karakteristično za korisnički definisane funkcije).

Poređenje između ova dva modula može da se vrši i na osnovu kašnjenja koje kanalni kodovi unose u komunikacioni sistem. Konvolucionni kodovi su poznati po pouzdanom prenosu i ne unose veliko kašnjenje podataka, dok se LDPC kodovi odlikuju mnogo boljim performansama, ali unose značajno kašnjenje u sistem, pre svega zbog velike dužine koda (za dekodovanje jednog bita umesto trenutne ulazne vrednosti uzima se u obzir celokupna

primljena kodna reč). Za aplikacije gde je neophodno postići zanemarljivo kašnjenje podataka (npr. prenos govora) i gde je glavni kriterijum za ispitivanje performansi vrednost parametra BER, konvolucionni kod je bolji izbor, ali ukoliko je fokus na nižoj vrednosti SNR i ako se za poređenje posmatra FER (*frame error rate*), prednost ima LDPC kod. Zaključuje se da i pored značajnog progressa u poslednjoj deceniji, LDPC blok kodovi ne mogu da se nose sa konvolucionnim kodovima ukoliko se u isto vreme zahtevaju dobre performanse dekodovanja, kao i veoma malo kašnjenje signala. U slučaju digitalnog prenosa televizije određeno kašnjenje je dozvoljeno, pa LDPC kodovi mogu da dođu u obzir za korišćenje. Matlab Simulink modeli zahtevaju poznavanje kašnjenja između predajnika i prijemnika prilikom konfiguracije bloka za računanje količine primljenih grešaka (u slučaju DVB-T sistema kašnjenje unose: Viterbijev dekodeer, konvolucini interleaver i deinterleaver, kao i baferi).

Glavna ideja jeste da se analiziraju performanse LDPC koda u pogledu distribucije grešaka (kvaliteta komunikacije) i uporede sa konvolucionim kodom korišćenim u DVB-T modelu. Pre svega treba naglasiti da su LDPC kodovi u AWGN kanalu, za sve kodne brzine, generalno superiorniji u odnosu na konvolucione kodove, koji zahtevaju veće vrednosti SNR kako bi se postigao optimalni BER (u slučaju LDPC koda BER brže opada za porast SNR). Da bi se postigla robusnost u prisustvu slabljenja i raznih drugih efekata iz kanala, neophodno je uvesti vremenski interleaver veće dubine, u odnosu na postojeći u DVB-T sistemu. Predlog je da se umesto na jednom simbolu, vremenski interleaving vrši na 34 ili 68 OFDM simbola (OFDM ram), što bi moglo da obezbedi bolje rezultate, ali bi zahtevalo i veću memoriju, dok bi se ukupno kašnjenje u sistemu značajno produžilo.

Kako bi LDPC kod dobro funkcionisao neophodno je obezbediti slučajnu distribuciju pogrešnih bita, dok je pojava dugačkih nizova grešaka nepoželjna. Za razliku od podataka na izlazu Viterbijevog dekodera gde će većina grešaka biti otklonjena, nakon obrade u LDPC dekodeeru greške će biti gusto upakovane, zbog čega RS dekodeer neće moći da ih ispravi. Jedina prednost jeste ta što će intervali bez grešaka biti dosta duži, a od same aplikacije zavisi koje ponašanje grešaka je poželjno za postizanje optimalnih performansi sistema: uniformna distribucija ili retka pojava velikih gomila.

U analiziranom slučaju RS dekodeer ne može da se izdvoji sa dugačkim nizovima grešaka, bez obzira što su oni dosta udaljeni jedan od drugog, zbog čega se na izlazu sistema javlja velika vrednost parametra BER.

Kao buduća tema proučavanja, interleaver bi mogao da se optimizuje, tj. mogle bi da se istraže prednosti većeg interleavera, kako bi bolje odgovarao sistemu koji koristi LDPC kod.

U DVB-T2 standardu interleaving je implementiran na više nivoa, što je veoma efikasan način za potiskivanje distorzije i povećanje otpornosti podataka na smetnje iz kanala. Najverovatniji razlog pojave veće vrednosti parametra BER (nakon LDPC dekodera, a samim tim i na izlazu modela) u slučaju primene gotovih LDPC blokova iz Matlab Simulink biblioteke, nego prilikom upotrebe korisnički definisanih blokova, jeste taj da je sistem prilagođen i bolje funkcioniše sa kraćim nego sa dužim kodovima.

5. REZULTATI

U Tabeli 1. prikazani rezultati uticaja blokova na kvalitet prenosa.

Postupak	Vrednost BER na izlazu sistema za SNR = 18,5dB	Vrednost BER na izlazu sistema za SNR = 16,5dB
Bez modifikacije	0	0
Eliminisan RS modul i interliving	4,23e-005	0,0043
Eliminisan konvolucioni interliver	0	0,0014
Eliminisan konvolucioni koder i Viterbijev dekode	0,1571	/
Eliminisan interni interliver	0	0
LDPC blokovi iz Matlab Simulink biblioteke	0,3825	/
Korisnički definisan LDPC blokovi	0,2846	/

Tabela 1. Rezultati dobijeni nakon različitih modifikacija DVB-T simulatora

Napomena:

Nakon pojedinih modifikacija, značajna degradacija performansi sistema pokazana je već za SNR = 18.5dB, pa nije bilo potrebno izvršavati merenja i za SNR = 16.5dB, svakako bi rezultati bili lošiji (označeno sa /).

6. ZAKLJUČAK

U radu je pokazan i doprinos koji u DVB-T sistem unose procesi interlivinga i zaštitnog kodovanja. Konvolucioni kod se pokazao kao najmoćniji za ispravljanje grešaka iz kanala, dok se Rid-Solomonov kod koristi za otklanjanje grešaka preostalih nakon Viterbijevog dekodera. Interliveri služe kao pomoć zaštitnim kodovima, jer razbijaju dugačke nizove grešaka, što olakšava njihovu korekciju.

Po ugledu na DVB-T2 standard koji koristi LDPC kanalno kodovanje kao glavni blok za ispravku grešaka u sistemu (zbog zahteva za većim kapacitetom HDTV kanala, neophodna je upotreba naprednijih tehnologija zaštitnog kodovanja), u ovom radu ispitane su performanse DVB-T modela ukoliko se konvolucioni kod zameni generalno efikasnijim LDPC kodom. Primećuje se znatno povećanje vrednosti parametra BER, zbog čega se dolazi do zaključka da DVB-T sistem nije u potpunosti prilagođen za integraciju LDPC koda. Naredni korak u istraživanju prednosti uvođenja ovog koda može biti optimizacija veličine interlivera, kao i njegovo implementiranje na različitim nivoima sistema (npr. vremenski interliving unutar OFDM rama).

Rezultati primene gotovih blokova iz Matlab Simulink biblioteke (dužina kodne reči 16200) naspram korisnički definisanih blokova (dužina kodne reči 1620), ukazuju na to da funkcionalnost sistema sa dugačkim LDPC kodovima opada, jer su u drugom slučaju performanse bile bolje, iako je korišćen isti algoritam.

S obzirom da je LDPC kod kompleksniji (zahteva više resursa) i unosi veće kašnjenje u sistem, za potrebe DVB-T standarda konvolucioni kod predstavlja bolji i efikasniji izbor.

7. LITERATURA

- [1] <http://en.wikipedia.org/wiki/DVB-T>, posećeno avgusta 2014. godine
- [2] Ž. Trpovski, "Digitalna televizija", Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, maj 2013.
- [3] M. L. Dukić, "Principi telekomunikacija", Akademska misao, Beograd, 2008.
- [4] <http://downloads.bbc.co.uk/rd/pubs/whp/whp-pdf-files/WHP031.pdf>, posećeno avgusta 2014. godine
- [5] <http://www.stanford.edu/group/cioffi/book/chap11.pdf>, posećeno avgusta 2014. godine
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/Convolutional_code, posećeno avgusta 2014. godine
- [7] <http://web.mit.edu/6.02/www/f2010/handouts/lectures/L9.pdf>, posećeno avgusta 2014. godine
- [8] http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/300700_300799/300744/en_300744v010601p.pdf, posećeno avgusta 2014. godine
- [9] http://en.wikipedia.org/wiki/Orthogonal_frequency_division_multiplexing, posećeno avgusta 2014. godine
- [10] <http://www.telecom.tuc.gr/~alex/papers/ryan.pdf>, posećeno avgusta 2014. godine
- [11] <http://sigpromu.org/sarah/SJohnsonLDPCIntro.pdf>, posećeno avgusta 2014. godine

Kratka biografija:



Jelena Bjelica rođena je u Zrenjaninu 1990. god. Master rad odbranila je 2014. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Obrada signala



Željko Trpovski rođen je u Rijeci 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

REALIZACIJA ETHERNET KOMUNIKACIJE KORIŠĆENJEM ČIPA ENC28J60 I PRIMENA ZA MERENJE TEMPERATURE I VLAŽNOSTI PUTEM INTERNETA**REALIZATION OF ETHERNET COMMUNICATION USING CHIP ENC28J60 AND APPLICATION FOR MEASURING TEMPERATURE AND HUMIDITY VIA INTERNET***Živojin Nikolić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO****2.1. TCP/IP**

Kratak sadržaj – U ovom radu je predstavljen sistem za merenje temperature i vlažnosti vazduha sa mogućnošću da se izmerenim veličinama može pristupiti putem interneta. Kao senzor temperature i relativne vlažnosti korišten je senzor SHT11. Interfejs prema internetu je realizovan korišćenjem ethernet kontrolera ENC28J60 firme Microchip. Centralni deo ovog sistema čini mikrokontroler dsPIC30F4013 firme Microchip.

Abstract – This paper describes a system for measuring temperature and humidity with possibility that the measured values can be accessed via Internet. Sensor SHT11 is used as a sensor temperature and relative humidity. The interface to Internet is implemented using ENC28J60 Ethernet controller from Microchip company. The central part of this system represents microcontroller dsPIC30F4013 from Microchip company..

Ključne reči: *Ethernet, temperatura, senzor, socket, server, klijent*

1. UVOD

Prvi korak pri realizaciji ovog rada bio je upoznavanje sa čipom ENC28J60. Za komunikaciju sa njim se koristi SPI interfejs. Drugi korak je pisanje programa za dsPIC30F4013 mikrokontroler koji vrši upravljanje čipom ENC28J60. U ovom koraku je bilo potrebno napisati funkcije za ethernet komunikaciju tj. realizovati TCP/IP stek. Nakon uspešno realizovane ethernet komunikacije u sistem se integriše senzor temperature i relativne vlažnosti vazduha (SHT11) i na kraju se vrši testiranje celog sistema.

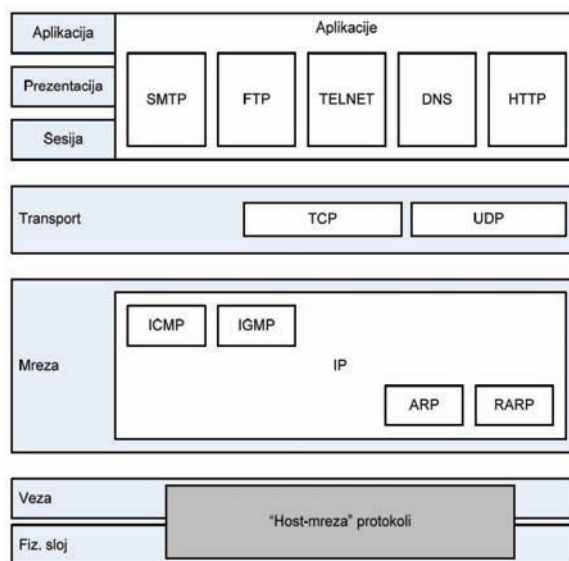
2. UVOD U INTERNET PROTOKOLE

Protokoli su skup pravila koja opisuju na koji način se podaci prenose preko nekog komunikacijskog medija. U stvari, razmena podataka između dve strane može se izvršavati samo ako obe strane koriste isti protokol. Internet protokoli su najpopularniji svetski protokoli otvorenog sistema zato što mogu biti korišćeni za komunikaciju preko bilo kojeg spoja mreža i jednako su dobro pogodni za LAN i WAN komunikaciju. Internet protokoli poseduju skup komunikacijskih protokola od kojih su najbolje poznati Transmission Control Protocol (TCP) i Internet Protocol (IP).

NAPOMENA:

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

TCP/IP je hijerarhijski skup protokola sačinjen od interaktivnih modula od kojih svaki ostvaruje neku specifičnu funkciju. Za razliku od OSI modela koji definiše koje funkcije pripadaju kom sloju, slojevi TCP/IP modela sadrže relativno nezavisne protokole koji se mogu kombinovati zavisno od potreba sistema. Pojam hijerarhijski znači da je svaki protokol višeg nivoa podržan od strane jednog ili više protokola nižeg nivoa. Na slici 1. je prikazana struktura TCP/IP modela sa protokolima razvrstanim u slojeve koji su preklapljeni sa odgovarajućim slojevima OSI modela [1].



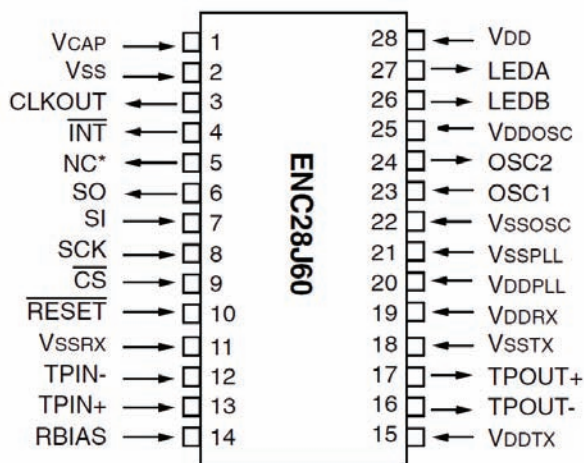
Slika 1. TCP/IP i OSI model

3. ETHERNET KONTROLER ENC28J60**3.1. Osnovne karakteristike čipa**

ENC28J60 je samostalni ethernet kontroler sa industrijskim standardnim serijskim perifernim interfejsom (SPI). On je dizajniran da služi kao ethernet mrežni interfejs za bilo koji mikrokontroler opremljen sa SPI-om. ENC28J60 ispunjava sve IEEE 802.3 specifikacije. On pripaja veliki broj paketnih filtrirajućih šema kako bi ograničio dolazeće pakete. On takođe obezbeđuje interni DMA modul za brzi protok podataka i hardverski potpomognute rezultate proračuna, koji se koriste u različitim mrežnim protokolima.

Komunikacija sa host kontrolerom je implementirana putem SPI interfejsa sa radnim taktom do 20MHz [2].

Raspored pinova prikazan je na slici 2.



Slika 2. Raspored pinova ENC28J60

ENC28J60 se sastoji od sedam velikih funkcionalnih blokova:

- SPI interfejs koji služi kao komunikacioni kanal između host kontrolera i ENC28J60.
- Kontrolni registri koji se koriste za primljene i transmitovane pakete podataka.
- Dualni RAM bafer za primljene i poslate pakete podataka.
- Arbiter da se kontroliše pristup RAM baferu kada se zahtevi rade iz DMA, poslatih i primljenih blokova.
- Bas interfejs koji tumači podatke i komande primljene putem SPI interfejsa.
- MAC (srednji kontroler pristupa) modul koji implementira IEEE 802.3 kompatibilnu MAC logiku.
- PHY (fizički sloj) modul koji šifrjuje i dešifrjuje analogne podatke.

Uređaj takođe sadrži druge blokove podrške, kao što je oscilator, on-čip naponski regulator, prevodioci nivoa kako bi obezbedili 5V tolerantne I/O i sistemsku kontrolnu logiku.

4. SENZOR TEMPERATURE I VLAŽNOSTI – SHT11

SHT11 spada u familiju površinski-montirajućih (SMD) senzora. U ovaj čip su integrisani senzor za temperaturu i senzor za relativnu vlažnost vazduha. Za merenje relativne vlažnosti vazduha koristi se kapacitivni senzor, dok se za merenje temperature koristi tzv. band-gap senzor [3].

Karakteristike senzora:

Napon napajanja: 2.4V – 5.5V (tipično 3.3V).

Komunikacija sa mikrokontrolerom: I²C.

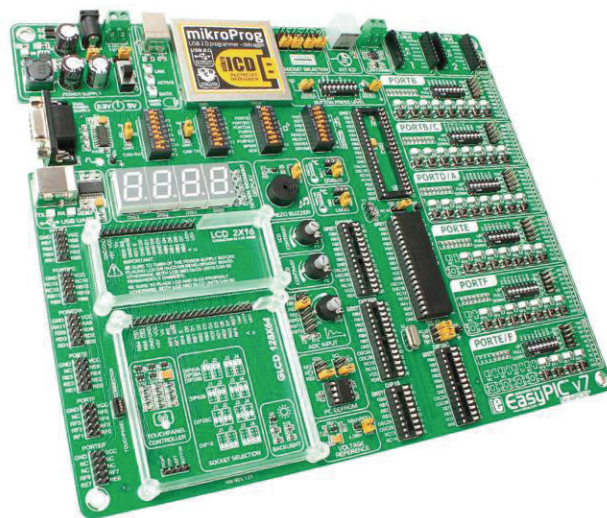
- Merenje temperature:
 - Opseg merenja: Od -40 °C do 123.8 °C.
 - Rezolucija merenja: Rezultat merenja temperature može biti podatak dužine 12 bita ili 14 bita, i pri tome je rezolucija 0.04 °C, odnosno 0.01 °C, respektivno.
 - Tačnost merenja: Tipično + 0.4 °C. Tačnost merenja zavisi od mernog opsega.
- Merenje relativne vlažnosti
 - Opseg merenja: Od 0 %RH do 100 %RH.

- Rezolucija merenja: Rezultat merenja relativne vlažnosti vazduha može biti podatak dužine 8 bita ili 12 bita, i pri tome je rezolucija 0.4 %RH, odnosno 0.05 %RH, respektivno.
- Tačnost merenja: Tipično + 3 %RH. Tačnost merenja zavisi od mernog opsega.

5. MIKROKONTROLER DSPIC30F4013

5.1. Razvojni sistem

U projektu je korišćeno razvojno okruženje EasyPIC v7 kompanije MikroElektronika prikazano na slici 3. Na ovoj razvojnoj ploči se nalazi mikrokontroler dsPIC30f4013 koji je upotrebljen za realizaciju projekta.



Slika 3. Razvojno okruženje EasyPIC v7

5.2. Osnovne karakteristike dsPIC30f4013 kontrolera

Osnovne karakteristike 40-pinskog dsPIC30f4013 16-bitnog mikrokontrolera su [4]:

- Modifikovana Harvardska arhitektura sa optimizovanim setom instrukcija za C kompajler.
- 84 osnovne instrukcije sa različitim vrstama adresiranja. Instrukcije su 24-bitne a širina magistrale podataka je 16 bita.
- 48 KB programske flash memorije a to je 16K instrukcija jer instrukcija zauzima 3 bajta. Flash memorija ima minimalno 10000 piši/briši ciklusa što omogućava nadogradnju softvera po potrebi.
- 2 KB RAM-a, 1 KB EEPROM-a.
- 16 radnih 16-bitnih registara W0-W15.
- Takt je moguće dovesti eksterno kao i sa oscilatora sa ugrađenim PLL-om koji po potrebi podiže takt 4, 8 ili 16 puta.
- 41 izvor prekida sa mogućnošću da se softverski konfiguriše nivo prekida (0-7).

Takođe dsPIC30F4013 ima integrisane periferije kao što su:

- pet 16-bitnih tajmera od kojih dva mogu da rade zajedno kao jedan 32-bitni tajmer,
- četiri 16-bitne Input Capture funkcije,
- SPI modul,
- I2C interfejs,

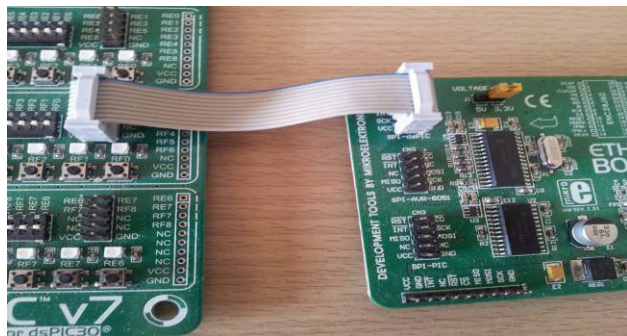
- dva UART modula sa FIFO baferima,
- CAN modul,
- 12-bitni A/D konvertor sa 13 kanala i maksimalnom brzinom konverzije od 100Ksp/s.

Neki od ovih modula su iskorišćeni prilikom realizacije projekta.

6. PRAKTIČNA REALIZACIJA

6.1. Ethernet modul sa ENC28J60

Povezivanje modula sa razvojnom pločom je prikazano na slici 4.



Slika 4. Povezivanje modula sa razvojnom pločom

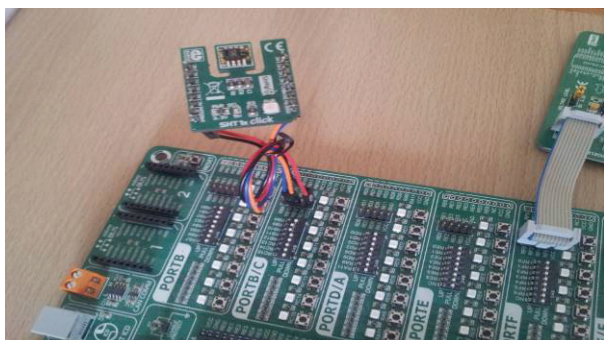
Prikaz kako su pinovi povezani je dat u tabeli 1.

Tabela 1. Konekcija mikrokontrolera sa ENC28J60

Pinovi mikrokontrolera	Pinovi ENC28J60
Pin 20 (Vss)	GND
Pin 21 (Vdd)	Vcc
Pin 24 (RF6)	SCK
Pin 25 (RF3)	MOSI
Pin 26 (RF2)	MISO
Pin 29 (RF1)	CS

6.2. Povezivanje senzora u sistem

Komunikacija između senzora i mikrokontrolera se ostvaruje korišćenjem I2C interfejsa [5]. Na slici 5. prikazano je povezivanje sa razvojnom pločom.



Slika 5. Povezivanje senzora sa razvojnom pločom

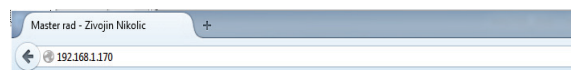
6.3. Realizacija HTML koda

U ovom delu je u softver ubačen deo HTML [6] koda koji realizuje internet stranicu preko koje se mogu pratiti temperatura i vlažnost, izmerene uz pomoć senzora.

Ceo HTML kod je stavljen u dva stringa i tako se browser-u kada on to zatraži, prosledi vrednost tih stringova na osnovu kojih on iscrta web stranicu.

Urađeno je da se osvežavanje stranice vrši automatski na svakih 30s, a postoji i tag Reload, za ručno osvežavanje.

Izgled web stranice prikazan je na slici 6.



Merenje temperature i vlažnosti vazduha

[Reload](#)

TEMPERATURA: 28.35 oC

VLAZNOST: 57.82 %RH

This is HTTP request #8

Slika 6. Izgled web stranice za praćenje temperature i vlažnosti

U ovom slučaju je ethernet modul povezan mrežnim kablom direktno na računar. Međutim ako bi imali statičku IP adresu tada bi mogli koristeći opciju Port Forwarding u podešavanju rutera da podesimo pristup našem WEB serveru bilo gde iz sveta.

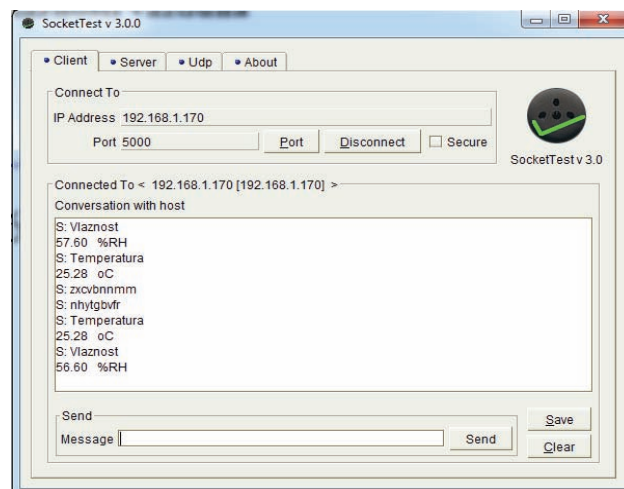
6.4. Primer socket komunikacije sa programom SocketTest

Pored prikazivanja rezultata korišćenjem web stranice, urađena je i mogućnost da se rezultati merenja mogu pročitati uspostavljanjem socket komunikacije sa enc28j60. U tu svrhu je iskorišćen program SocketTest.

Program je realizovan tako da enc28j60 bude u server modu a da socket konekciju inicira i otvara SocketTest program koji je u ovom slučaju klijent.

Kada se konekcija uspostavi tada klijent odgovarajućim porukama mora reći serveru koje podatke želi da dobije od njega. Ako želi da sazna temperaturu, treba da mu pošalje poruku "Temperatura", ili ako želi da dobije informaciju o vlažnosti treba da mu pošalje poruku "Vlažnost", kao što je prikazano na slici 7.

Klijent može serveru uputiti i poruke nekih drugih sadržaja, ali kao što se vidi na slici 7. server na njih neće reagovati slanjem povratnih informacija.

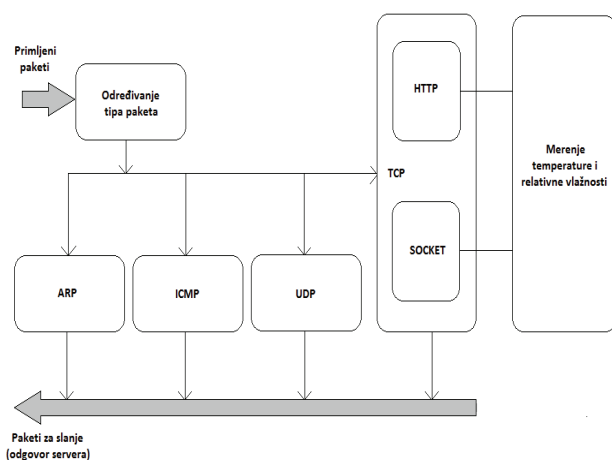


Slika 7. Primer socket komunikacije sa ENC28J60

6.5. Blok dijagram i opis rada uređaja

Na slici 8. je prikazan blok dijagram koji uprošćeno opisuje rad celog uređaja. Uređaj je napravljen tako da radi na principu web servera – osluškuje pakete (zahteve klijenata), analizira ih i nakon toga šalje odgovore (ukoliko su zahtevi ispravni).

Dakle, analiziraju se pristigli paketi i određuje se njihov tip, na osnovu čega se paketi prosleđuju odgovarajućem bloku gde se dalje obrađuju. Tipovi paketa koje može prepoznati ovaj mini web server su: ARP, ICMP, UDP i TCP. Konkretno, za dobijanje informacija o izmerenim vrednostima temperature i vlažnosti, klijenti moraju koristiti TCP pakete. Ako je zahtev upućen od web pretraživača (port 80), on se prosleđuje HTTP bloku koji ga obrađuje i kao odgovor vraća HTML kod, kao što je već objašnjeno u poglavlju 6.3. Ukoliko je zahtev stigao na portu 5000 (zahtev od SocketTest programa), on se prosleđuje SOCKET bloku gde se dalje analizira i na osnovu toga šalje odgovarajući odgovor (objašnjeno u prethodnom delu o socket komunikaciji). Ukoliko je primljeni paket ARP zahtev, tada se kao odgovor šalje MAC adresa uređaja, koja je u programu definisana. Od ICMP poruka realizovano je da može da odgovori na PING zahtev. I na kraju u cilju demonstriranja rada UDP-a, urađeno je da ukoliko se dobije UDP poruka sa sadržajem "txxxx" (prvo slovo "t" i još 4 proizvoljna karaktera), kao odgovor uređaj vraća UDP poruku sa sadržajem "hello" (ovo se može testirati pomoću SocketTest programa).



Slika 8. Blok dijagram rada uređaja

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu je projektovan i implementiran sistem za merenje temperature i vlažnosti vazduha sa mogućnošću da se izmerenim veličinama može pristupiti korišćenjem Ethernet komunikacija. Drugim rečima, realizovan je jedan jednostavan merno akvizicioni sistem.

Tokom faze projekta korišćeni su razni protokoli (SPI, I2C, ARP, IP, UDP, TCP) koji su na kraju projekta uspešno prilagođeni u sistem.

U okviru predloženog sistema moguća je integracija dodatnih mernih senzora i implementacija sistema koji uz male izmene može vršiti akviziciju podataka sa senzora i tako omogućavati istovremeno merenje više veličina (temperature, vlažnosti, pritiska, brzine vetra itd).

Na ovaj način bi se mogla realizovati mini meteorološka stanica.

Takođe jedan od daljih mogućih poboljšanja sistema bi bio da se na jednoj web stranici prikazuju podaci sa više ovakvih merno-akvizicionih mesta kao i mogućnost da se preko te web stranice mogu vršiti razna podešavanja vezana za merenje.

8. LITERATURA

- [1] <http://es.elfak.ni.ac.rs/rmif/Materijal/TCP-IP.pdf>
- [2] <http://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/BreakoutBoards/39662b.pdf>
- [3] http://www.sensirion.com/fileadmin/user_upload/customers/sensirion/Dokumente/Humidity/Sensirion_Humidity_SHT1x_Datasheet_V5.pdf
- [4] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/70138c.pdf>
- [5] http://www.robot-electronics.co.uk/acatalog/I2C_Tutorial.html
- [6] <http://www.w3schools.com/html/>

Kratka biografija:



Živojin Nikolić rođen u Loznici 1986. god. Upisao Fakultet Tehničkih Nauka 2006.god. Bachelor studije završio 2011.god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva-Primenjena Elektronika odbranio 2014.god.

**SOFTVERSKO REŠENJE ZA 3D VIZUELIZACIJU I KOLABORATIVNO
MODELOVANJE MREŽA****SOFTWARE FOR 3D VISUALIZATION AND COLLABORATIVE NETWORK
MODELING**

Zoran Milićević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su opisani osnovni koncepti kolaborativnih sistema. Kolaborativni sistemi podržavaju rad grupe korisnika, koji mogu biti prostorno i vremenski dislocirani. Koncepti su primenjeni u okviru softvera za modelovanje mreža. Softver obezbeđuje trodimenzionalnu vizuelizaciju mreža sa naprednim mogućnostima interakcije. Implementacija je zasnovana na WPF i WCF tehnologijama.

Abstract – This document describes the basic concepts of collaborative systems. Collaborative systems support the work of multiple users, who can be separated by time and location. The concepts are applied within the collaborative network modeling software. The software provides a three dimensional network visualization with advanced interaction capabilities. The implementation is based on WPF and WCF technologies.

Cljučne reči: 3D vizuelizacija, Interakcija, Kolaboracija, WPF, WCF

1. UVOD

Geometrijske mreže se koriste za reprezentaciju povezanih entiteta i obavljanje prostorne analize. Sastoje se od tačkastih elemenata, koji su povezani linijskim elementima. Svi elementi geometrijskih mreža su geografski locirani. Tačkasti elementi su opisani preko jedne, a linijski preko niza geografskih lokacija. Geometrijske mreže se često koriste za modelovanje sistema koji omogućavaju protok nekog resursa. Takvi sistemi su saobraćajne, telefonske i električne mreže, kao i mreže za distribuciju vode, gasa, itd.

Kreiranje i održavanje modela mreže predstavlja naročit izazov u distribuiranim sistemima sa geografski i vremenski dislociranim korisnicima. Fokus ovog rada jeste istraživanje potreba i problema kolaborativnog rada u takvom okruženju i implementacija sistema koji podržava potrebe različitih tipova korisnika. Istražen je i servis orijentisan pristup u razvoju softvera, koji obezbeđuje ispunjavanje zahteva modularnosti, skalabilnosti, robusnosti i platformске nezavisnosti sistema.

Geometrijske mreže omogućavaju i vizuelizaciju modelovanih sistema. Postoje dva pristupa vizuelizaciji mreža. U geografskom prikazu elementi su raspoređeni na lokacijama koje odgovaraju njihovim položajima u realnom sistemu. Šematski prikaz podrazumeva ravnomerno

raspoređivanje elemenata u cilju lakšeg razumevanja strukture mreže. Ovaj rad se bavi istraživanjem trodimenzionalne geografske vizuelizacije mreža. Cilj implementacije sistema je kreiranje okruženja za pregled mreže sa naprednim mogućnostima interakcije sa prikazom. S obzirom na velike dimenzije ovih mreža, potrebno je implementirati algoritme koje će rezultovati generisanjem trodimenzionalnih elemenata pomoću minimalnog broja grafičkih primitiva. Na taj način se optimizuju performanse prikaza.

Sistem je prilagođen za domen distributivnih elektroenergetskih mreža. Distributivne mreže prenose električnu energiju od podsistema za prenos do podsistema neposredne potrošnje električne energije. Konkretni tipovi elemenata mreže i načini njihove vizuelizacije su definisani u skladu sa domenom elektroenergetskih mreža.

**2. KOLABORATIVNI SISTEM ZA
MODELOVANJE MREŽA**

Kolaborativni sistem (eng. groupware) je dizajniran za podršku korisnika koji koordinisano rade na ispunjenju zajedničkog cilja. Ovaj pojam se u velikoj meri preklapa sa CSCW (computer-supported cooperative work) konceptom. Kolaborativni sistem obuhvata alate i tehnike koje potpomažu komunikaciju i zajednički rad. Kategorizacija kolaborativnih sistema se najčešće vrši na osnovu konteksta upotrebe. Jedna takva kategorizacija je CSCW [1] matrica, koja opisuje kontekst upotrebe pomoću dva parametra: vremena i lokacije upotrebe. Kolaborativni sistemi se na osnovu vremena upotrebe dele na sinhronu i asinhronu. Kod sinhronih sistema, interakcija između učesnika se obavlja u isto vreme. Kod asinhronih sistema, međusobna interakcija se ne obavlja u isto vreme. Posledica toga je da asinhroni sistemi ne zahtevaju istovremenu aktivnost učesnika. Podela na osnovu lokacije upotrebe je izvršena u zavisnosti od toga da li se kolaboracija vrši u istom prostoru ili učesnici mogu biti geografski udaljeni. Ostale dimenzije kolaborativnih sistema uključuju: opseg korisnika, način kontrole i svesnost kolaboracije.

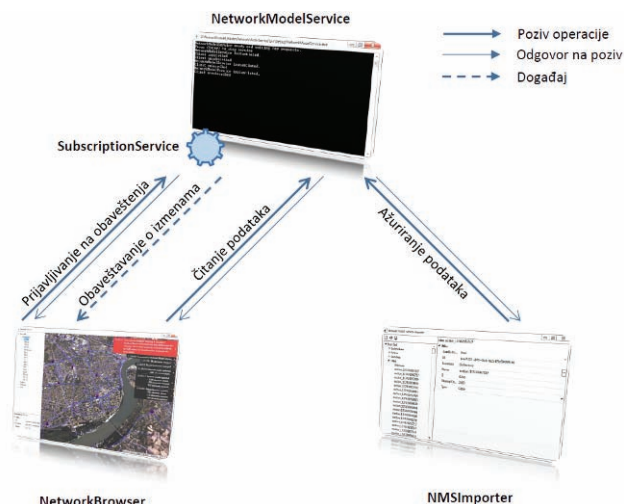
2.1. Arhitektura sistema

Sistem za kolaborativno modelovanje mreža je zasnovan na servis orijentisanoj arhitekturi. Zahvaljujući tome, sistem je modularan, skalabilan, fleksibilan, robusan, platformski nezavistan i efikasan po pitanju troškova izvršavanja. Arhitektura sistema je ilustrovana na slici 1. Centralni deo sistema predstavlja servis za upravljanje modelom mreže sa nazivom NetworkModelService. Primarna uloga servisa je evidencija podataka o modelu i

NAPOMENA:

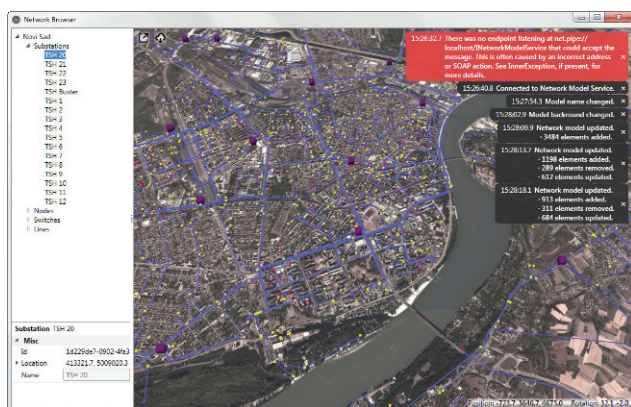
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ivetic, red.prof.

elementima modela. Obezbeđene su funkcionalnosti čitanja i ažuriranja podataka. Prilikom ažuriranja vrši se validacija podataka. Operacije koje nisu validne se u potpunosti poništavaju, bez efekta na sistem. Konkurentne operacije ažuriranja se izvršavaju sekvencijalno, zahvaljujući mehanizmima sinhronizacije. Na taj način je očuvana konzistentnost podataka. Kako bi se povećali protok i skalabilnost sistema, čitanje podataka o modelu se može vršiti konkurentno. Servis obezbeđuje i mehanizam obaveštavanja o izmenama. Klijenti se mogu prijavljivati i odjavljivati sa ovog mehanizma. Upravljanje prijavama klijenata vrši komponenta SubscriptionService.



Slika 1. Arhitektura sistema

Sistem uključuje dva tipa klijentskih aplikacija. NMSImporter klijent obezbeđuje funkcionalnosti ažuriranja podataka servisa. NetworkBrowser klijent omogućava interaktivni trodimenzionalni grafički prikaz modela mreže. Na osnovu mehanizma događaja, vrši se ažuriranje grafičkog prikaza i prikaz obaveštenja o izmenama. U konkretnom sistemu može postojati proizvoljan broj korisnika, koji koriste klijentske aplikacije istih ili različitih tipova.



Slika 2. Praćenje obaveštenja pri ažuriranju mreže

Sistem za modelovanje mreža poseduje karakteristike sinhronih i asinhronih kolaborativnih sistema. Ukoliko su klijenti dostupni u isto vreme, mogu koristiti mehanizam događaja za obaveštavanje o izmenama. Interakcija može da se obavlja i asinhrono, jer se sve promene nad modelom evidentiraju u okviru servisa. Korisnici sistema

moгу biti geografski distribuirani. Softver spada u grupne sisteme, jer korisnici, posredstvom servisa, mogu vršiti interakciju sa grupom drugih korisnika. Grupe su dinamičke, pošto se prijavljivanje i odjavljivanje korisnika može vršiti u toku trajanja kolaborativne aktivnosti. Grupe su heterogene, jer korisnici mogu imati različite uloge. Korisnici mogu vršiti ažuriranje mreže, praćenje stanja mreže, ili obe aktivnosti. Kontrola kolaboracije je distribuirana.

Softver spada u kolaborativno-svesne sisteme, jer se korisnici obaveštavaju o aktivnostima izmene modela koje vrše drugi korisnici. Praćenje obaveštenja prilikom ažuriranja modela mreže je ilustrovano na slici 2.

2.2. Distributivne elektroenergetske mreže

Sistem za kolaborativno modelovanje mreža omogućava kreiranje, održavanje i praćenje stanja proizvoljnih geometrijskih mreža. Sistem je prilagođen za upravljanje i vizuelizaciju mreža za distribuciju električne energije.

Elektroenergetski sistem predstavlja sistem u okviru kojeg se izvode sve elektroenergetske transformacije i vrši prenos i distribucija električne energije. Sastoji se od četiri podsistema: generisanje, prenos, distribucija, i neposredna potrošnja. Distributivna mreža prenosi električnu energiju od podsistema za prenos do podsistema neposredne potrošnje. Podsystem distribucije čine srednjenaponski vodovi, trafostanice, prekidačka oprema, osigurači, potrošački transformatori itd.

Informacije o distributivnoj električnoj mreži i njenim elementima su definisane XML dokumentom. Dostupni su podaci za distributivne mreže male i srednje veličine. Tipovi elemenata koji su definisani su: trafostanice, čvorovi, prekidači, i linijski elementi. Svi elementi mreže su opisani jedinstvenim identifikatorom i nazivom. Trafostanice, prekidači i čvorovi predstavljaju tačkaste elemente, čija je pozicija predstavljena u UTM (Universal Transverse Mercator) koordinatama. Linijski elementi su opisani nizom koordinata koje čine pojedinačne segmente. Sama mreža je opisana nazivom i, opcionalno, geografskom mapom terena obuhvaćenog distributivnom mrežom.

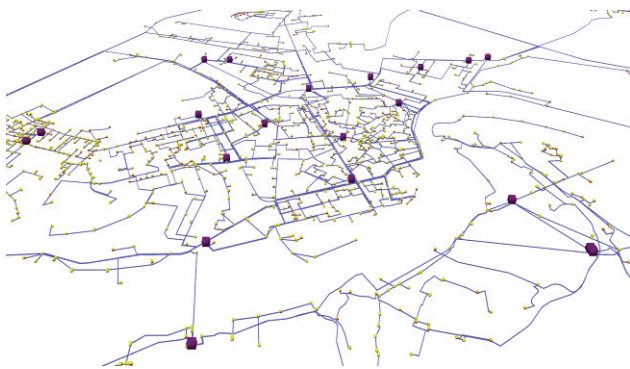
3. INTERAKTIVNA 3D VIZUELIZACIJA MREŽA

Programsko rešenje omogućava trodimenzionalnu vizuelizaciju distributivnih mreža sa naprednim mogućnostima interakcije i animacije prikaza.

3.1. Prikaz distributivne mreže

Rešenje omogućava prikaz elemenata distributivne mreže u vidu trodimenzionalnih objekata. Implementacija rešenja se oslanja na WPF 3D programski interfejs. Tačkasti elementi se predstavljaju objektima u obliku kvadra. Linijski elementi se predstavljaju pomoću više segmenata u obliku pravih prizmi.

Pozicije elemenata su normalizovane tako da se težište mreže nalazi u centru koordinatnog sistema. Smanjenjem vrednosti pozicija povećana je preciznost iscrtavanja samih elemenata. Elementi mreže se prikazuju tako da njihova donja stranica bude u xy ravni. Na slici 3 je ilustrovan prikaz distributivne mreže. Za prikaz je upotrebljena perspektivna projekcija, koja doprinosi utisku realnosti i boljem shvatanju prostornog rasporeda elemenata mreže.

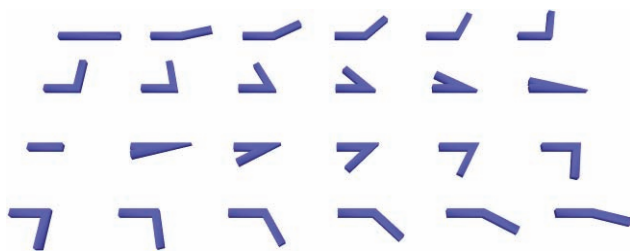


Slika 3. Vizuelizacija distributivne mreže

Svaki objekat scene je opisan pomoću mreže trouglova. Mreža se opisuje pomoću jedinstvenih temena i indeksa. Jedna mreža trouglova može predstavljati pojedinačni element, ili sve elemente istog tipa. Prva varijanta je fleksibilnija jer omogućava pridruživanje različitih materijala elementima istog tipa. Ažuriranje prikaza je brže i jednostavnije, jer obuhvata samo promenjene elemente. Ažuriranje u drugoj varijanti obuhvata sve elemente istog tipa. Veća brzina ažuriranja prikaza rezultuje poboljšanoj sposobnosti praćenja dinamičkih promene mrežnog modela. Prednost druge varijante su brže performanse prikaza. Razlog tome je manji broj komandi za iscrtavanje, usled manjeg broja objekata scene. Podržan je i hibridni pristup. On podrazumeva prikaz svih elemenata kojima može biti pridružen isti materijal pomoću jedne mreže trouglova. Na taj način se kombinuje fleksibilnost prve i brzina prikaza druge varijante.

Zahtevi koji se postavljaju pred algoritme za kreiranje mreže trouglova su korišćenje minimalnog broja primitiva i obezbeđivanje preciznog prikaza pri različitim nivoima uvećanja. Algoritam ne bi trebalo da zahteva intenzivne procesorske resurse, zbog velikog broja ponavljanja.

Prvi algoritam omogućava kreiranje trodimenzionalnog objekta u obliku kvadra zadatih dimenzija i pozicije. Donja stranica kvadra se ne generiše, jer nikada nije vidljiva na prikazu. Generisani kvadar se sastoji od osam jedinstvenih temena i pet stranica opisanih pomoću deset trouglova.



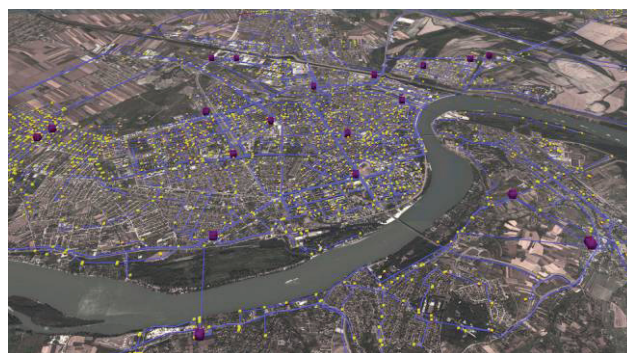
Slika 4. Generisanje linijskih elemenata

Drugi algoritam omogućava kreiranje trodimenzionalnog objekta koji se sastoji od niza segmenata u obliku pravih prizmi. Krajnje tačke pojedinačnih segmenata se nalaze na zadatim pozicijama. Na slici 4 je ilustrovana primena algoritma za kreiranje različitih linijskih elemenata.

Trodimenzionalni objekti, koji odgovaraju tačkastim i linijskim elementima mreže, mogu biti različitih dimenzija. Programsko rešenje omogućava prikaz objekata različite širine i visine, u zavisnosti od udaljenosti kamere od mreže. U slučaju da je udaljenost

veća, objekti su većih dimenzija i obratno. S obzirom da generisanje objekata za sve elemente mreže zahteva značajno procesorsko vreme, ovaj proces se ne može izvršavati pri svakoj promeni udaljenosti kamere. Pri inicijalnom prikazivanju modela mreže, kreiraju se različite veličine objekata koje odgovaraju predefinisanim udaljenostima kamere. Ti objekti se koriste u prikazu kada je potrebno. Ako se izmeni neki element mreže, ažurira se samo objekat kome isti pripada. Na taj način se poboljšavaju performanse prikaza i ažuriranja scene.

Svim kreiranim objektima se dodeljuju različite boje materijala, u zavisnosti od tipa elementa koji predstavljaju. Korišćen je difuzni tip materijala, koji obezbeđuje mat izgled objekata. Scena sadrži dva tipa svetlosnih izvora. Ambijentalni svetlosni izvor malog inteziteta je korišćen za aproksimaciju efekta svetlosti reflektovane od difuznih površina. Direkcionni svetlosni izvor bele boje je usmeren ka ravni mreže. Ovaj svetlosni izvor aproksimira efekat direktne sunčeve svetlosti.



Slika 5. Vizuelizacija distributivne mreže sa terenom

Za modele mreže čiji opis uključuje teksturu terena geografskog područja obuhvaćenog mrežom, dodatno se generiše kvadratni poligon u osnovi mreže. Tekstura ovog poligona je rasterska slika. Prikaz modela mreže sa dodeljenom teksturom terena je ilustrovan na slici 5.

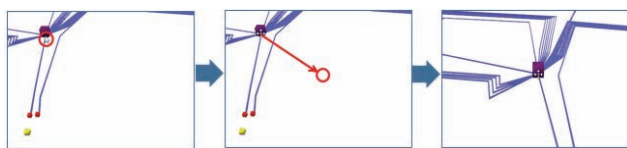
3.2. Interakcija sa prikazom

Programsko rešenje obezbeđuje napredne mogućnosti interakcije sa prikazom mreže. Te mogućnosti obuhvataju pomeranje pogleda na mrežu u odnosu na izabranu tačku, približavanje i udaljavanje izabranoj tački mreže i rotaciju pogleda na mrežu u odnosu na izabranu tačku. Sve akcije se mogu obavljati pomoću miša ili tastature. Na taj način se obezbeđuje lakša orijentacija korisnika u trodimenzionalnom prostoru.

Pomenute mogućnosti interakcije su realizovane primenom transformacija nad virtuelnom kamerom. Za implementaciju interakcije sa prikazom korišćen je algoritam za transformaciju tačaka iz koordinata prozora u koordinate mreže.

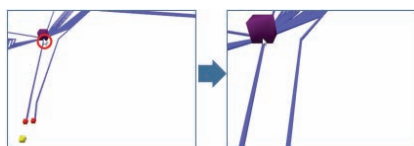
Prilikom pomeranja pogleda na mrežu pomoću miša, korisnik kursorom označava određenu tačku mreže i vrši prevlačenje. Tokom prevlačenja potrebno je da bude pritisnut levi taster miša. Tačka mreže koja se nalazila ispod kursora pre početka akcije pomeranja, ostaje ispod kursora i nakon završetka akcije. Pomeranje pogleda na mrežu pomoću miša je ilustrovano na slici 6. Korisnik locira trafostanicu i vrši prevlačenje ka centru prikaza dok je pritisnut levi taster miša. Nakon završetka prevlačenja, trafostanica se i dalje nalazi ispod kursora. Pomeranje

pogleda pomoću tastature realizuje se pomoću navigacionih tastera. U tom slučaju, intezitet pomeraja zavisi od udaljenosti virtuelne kamere od ravni mreže.



Slika 6. Pomeranje pogleda u odnosu na izabranu tačku

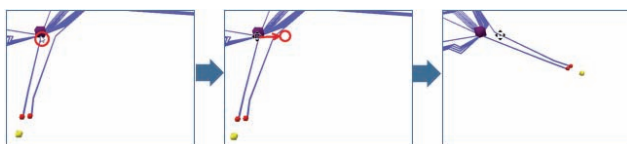
Prilikom približavanja i udaljavanja mreži pomoću miša, korisnik kursorom označava određenu tačku mreže i vrši pomeranje točkića miša. Rezultat akcije je približavanje ili udaljavanje ravni mreže, u zavisnosti od toga da li je točkić pomeren na gore ili dole. Tačka mreže koja se nalazila ispod kursora pre početka akcije, ostaje ispod kursora i nakon završetka akcije. Zahvaljujući tome, korisnik se može fokusirati na deo mreže od interesa. Približavanje mreži pomoću miša je ilustrovano na slici 7. Korisnik locira trafostanicu i vrši pomeranje točkića na gore. Nakon završetka pomeranja, prikaz je približen trafostanici, koja se i dalje nalazi ispod kursora. Akcija se može obaviti i preko tastature. Postoji ograničenje maksimalne blizine kamere samoj mreži.



Slika 7. Približavanje izabranoj tački mreže

Prilikom rotacije pogleda na mrežu pomoću miša, korisnik kursorom označava određenu tačku mreže i vrši pomeranje miša dok je pritisnut srednji taster. Tačka mreže koja se nalazila ispod kursora pre početka akcije, ostaje ispod kursora i nakon završetka akcije. Zahvaljujući tome, korisnik može pregledati deo mreže od interesa iz različitih uglova. Rotacija pogleda na mrežu pomoću miša je ilustrovana na slici 8. Korisnik locira trafostanicu i vrši prevlačenje na desno dok je pritisnut srednji taster miša. Nakon završetka prevlačenja, trafostanica se i dalje nalazi na istom delu prikaza, dok je pogled na nju sa leve strane.

U slučaju da se rotacija pogleda vrši pomoću tastature, tačka mreže koja se nalazila u sredini prikaza pre početka akcije, ostaje u sredini prikaza i nakon završetka akcije. Pravilo o minimalnoj udaljenosti kamere od mreže se, i u ovoj situaciji, poštuje.



Slika 8. Rotacija pogleda u odnosu na izabranu tačku

3.3. Animacija u toku interakcije

Programsko rešenje obezbeđuje animaciju prilikom manipulacije prikazom. Na taj način je obezbeđena tečna promena prikaza, što doprinosi uglađenom korisničkom iskustvu i boljem razumevanju izvršenih akcija. Rezultat toga je poboljšano snalaženje korisnika u virtuelnom prostoru. Animacija prikaza je podržana prilikom akcije

pomeranja pogleda na mrežu i akcije približavanja i udaljavanja od mreže.

Podržana su dva načina za opisivanje animacije. Kod prvog načina, dužina trajanja animacije se definiše u milisekundama. Broj slika koji će biti iscrtan u toku animacije, a samim tim i glatkoća animacije, zavisi od performansi računara. U drugoj varijanti, dužina trajanja animacije se specifikuje u broju frejmova. U slučaju da računar ima lošije performanse, animacija će se i dalje izvršavati glatko, ali će trajati duže. Programsko rešenje podržava i korišćenje različitih funkcija, koje se koriste za evaluaciju kompletnosti animacije u zavisnosti od proteklog vremena.

3. ZAKLJUČAK

Kolaborativni sistem za modelovanje mreža omogućava ažuriranje i praćenje stanja mreža u grupi korisnika, koji mogu biti prostorno i vremenski dislocirani.

Trodimenzijski prikaz je vizuelno atraktivniji od dvodimenzijskog prikaza i omogućava bolju percepciju složenih mreža na malom geografskom prostoru. Zahtev za prikazom velike količine informacija se može ispuniti upotrebom treće dimenzije. Performanse sistema su optimizovane korišćenjem algoritama za generisanje trodimenzijskih objekata uz minimalan broj grafičkih primitiva. Napredne mogućnosti interakcije i animacije olakšavaju snalaženje korisnika u virtuelnom prostoru.

Kolaborativni sistem predstavlja proširivo i ponovno iskoristivo jezgro. Servis se može proširiti novim mogućnostima i prilagoditi konfigurisanjem. Pravac daljeg razvoja bi moglo biti proširenje podrške kolaborativnom radu u domenu podele posla. Sistem može omogućiti podelu mreže na regione. Različiti korisnici bi imali različita prava ažuriranja i praćenja stanja pojedinih regiona. Sistem bi omogućavao i upravljanje pravima korisnika. Verzije modela bi se mogle čuvati, uz podršku vraćanja na prethodne verzije u grupnom radu. Komunikacija učesnika sistema bi se mogla vršiti i posredstvom drugih medija, uz prenos videa i zvuka. Još jedan pravac daljeg razvoja bi mogao biti proširenje aplikacije za praćenje stanja modela.

Tekstualne informacije o elementima mreže se mogu prikazivati na samom dijagramu. Izgled samih elemenata bi se mogao specifikovati pomoću konfiguracionih fajlova. Osim interakcije sa prikazom, moguće je obezbediti i interakciju sa elementima dijagrama. Kao rezultat interakcije bi se prikazivale dodatne informacije o elementima mreže ili bi se menjalo njihovo stanje.

4. LITERATURA

- [1] R. Steinmetz, K. Nahrstedt, "Multimedia: Computing Communications & Applications", Prentice Hall PTR, New Jersey, 1995.
- [2] A. Nathan, "WPF 4 Unleashed", SAMS Publishing, Indianapolis, 2010.

Kratka biografija:



Zoran Miličević rođen je u Novom Sadu 1990. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski softverski inženjering odbranio je 2014.god.

**KOMPARATIVNA ANALIZA PERFORMANSI OPENGL I WPF GRAFIČKIH
BIBLIOTEKA ZA 3D VIZUELIZACIJU MREŽA****COMPARATIVE PERFORMANCE ANALYSIS OF OPENGL AND WPF GRAPHICS
LIBRARIES FOR 3D VISUALIZATION OF NETWORKS**Stefan Negovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je obrađena problematika testiranja performansi 3D vizuelizacije distributivne elektroenergetske mreže, u OpenGL i WPF 3D grafičkim bibliotekama. Generisanje trodimenzionalnog opisa scene se oslanja na jedinstven algoritam. Testovi performansi podrazumevaju merenje brzine ažuriranja i vremena inicijalizacije prilikom statičnog prikaza, odnosno prilikom vršenja interakcije nad prikazom.

Abstract – Paper describes performance testing process of distributive electricity network 3D visualization in OpenGL and WPF 3D graphics libraries. 3D scene description generation process relies on the same algorithm. Performance tests consist of measuring initialization time and update speed during static image, respectively during interaction execution.

Ključne reči: 3D vizuelizacija mreža, OpenGL biblioteka, WPF 3D biblioteka, testiranje performansi

1. UVOD

Elektroenergetski softver namenjen je za rad u realnom vremenu, što znači da se tokom njegovog razvoja mora voditi posebna briga o kvalitetu prikaza složenih struktura.

Fokus rada je na generisanju trodimenzionalnog prikaza distributivne elektroenergetske mreže i testiranju performansi ovakvog prikaza na različitim grafičkim hardveru u OpenGL i WPF 3D grafičkim bibliotekama. Obe biblioteke su implementirane u C# programskom jeziku i izvršavaju se u .NET razvojnom okviru, na Microsoft Windows platformi. Vizuelizacija elemenata u obe biblioteke je zasnovana na istom algoritmu. Specifikacija geometrije se u OpenGL biblioteci obavlja upotrebom bafera temena, koji predstavljaju proširenje nizova temena.

Specifikacija geometrije u WPF 3D biblioteci se obavlja pomoću Model3D objekata, koji predstavljaju gradivne blokove za opis trodimenzionalne scene. Testiranje performansi podrazumeva sledeća merenja: brzinu ažuriranja prikaza, vremena neophodnog za iscrtavanje pojedinačnog frejma i vremena inicijalizacije. Test slučajevi obuhvataju merenje performansi statičnog prikaza, učitavanjem originalne i multiplicirane šeme, kao i programsko vršenje interakcije nad prikazom.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ivetić, red.prof.

**2. OPENGL I WPF APLIKACIJE ZA TESTIRANJE
VIZUELIZACIJE MREŽE**

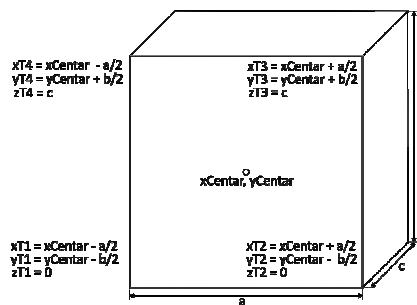
U okviru ovog poglavlja su opisani implementacioni detalji OpenGL i WPF aplikacija.

**2.1 Model podataka elemenata distributivne
elektroenergetske mreže**

Elementi distributivne elektroenergetske mreže se mogu podeliti u tri velike grupe: provodnu, rasklopnu i kontejnersku opremu. Provodna oprema se odnosi na linijske vodove. Ona je modelovana klasom LineElement. U grupu rasklopne opreme spadaju prekidači i rastavljači, koji su u ovoj šemi objedinjeni i modelovani klasom SwitchElement. Kontejnerska oprema se odnosi na HV/MV i MV/LV trafostanice i modeluje se klasama SubstationElement odnosno NodeElement, respektivno. Svakom elementu šeme je pridružena jedna ili više geografska lokacija, koja se modeluje klasom Location. Podaci o mreži su dati u okviru xml datoteke.

2.2 Algoritam za kreiranje grafičkog prikaza

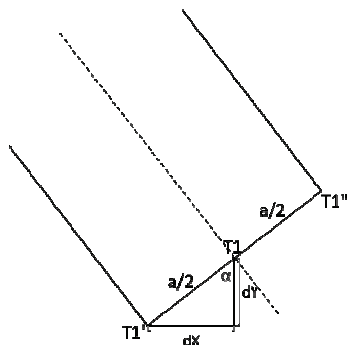
Elementi šeme distributivne mreže su prikazani kao trodimenzionalni grafički objekti. Elementi tipa čvora (trafostanice i prekidači) su predstavljeni u obliku kvadra. Generisani kvadar je centriran po x i y osama u odnosu na centar objekta. Donja stranica se nalazi na zadatoj z vrednosti, ali se ona generiše, zato što nikad nije vidljiva. Generisanje temena kod elemenata tipa čvora je prikazano na slici 4. Svaki element se sastoji iz 8 temena i predstavljen je pomoću mreže od 10 trouglova, gde se redosled povezivanja temena opisuje pomoću 36 indeksa.



Slika 1. Sračunavanje koordinata temena za elemente tipa čvora

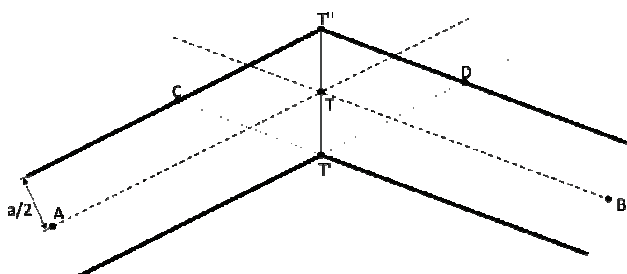
Linijski elementi se sastoje od segmenata, gde je svaki predstavljen pravim paralelopipedom. Prvi deo algoritma za generisanje linijskih elemenata podrazumeva izračunavanje jedinstvenih temena segmenata u ravni. Za svaku tačku se kreiraju po dva nova temena. Ukoliko je dati segment na krajevima linijskog elementa, kreira se prava, koja spaja krajnju tačku sa njoj susednom tačkom.

Za pomenutu pravu se izračunava koeficijent pravca, a nakon toga pronalazi prava normalna u odnosu na nju. Temena koja se izračunavaju za datu tačku se nalaze na normalnoj pravnoj, kao što je ilustrovano na slici 4. Na osnovu Pitagorine teoreme i činjenice da je koeficijent pravca prave ekvivalentan tangensu ugla, koji prava zaklapa sa pozitivnim delom x ose, vrši se izračunavanje priraštaja temena po x i y osama u odnosu na posmatranu tačku.



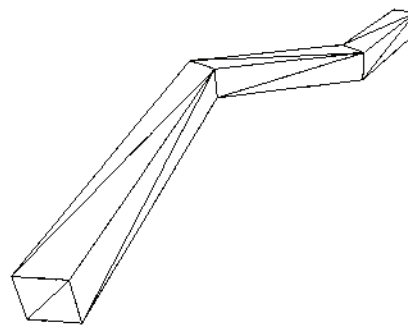
Slika 2. Generisanje temena linijskog elementa za slučaj postojanja krajnje tačke

Proces generisanja temena se usložnjava u slučaju da data tačka pripada međusegmentu. Najpre se sračunavaju dve prave, koje spajaju datu tačku sa susednim tačkama. Za svaku pravu, koja spaja datu tačku sa njoj susednim tačkama se formiraju dve paralelne prave. U preseku tih pravih se dobijaju četiri tačke (C, D, T' i T''), od kojih dve predstavljaju deljena temena paralelogramskih segmenata, kao što je ilustrovano na slici 6. Na opisani način se dobijaju temena koja čine gornje stranice linijskog elementa.



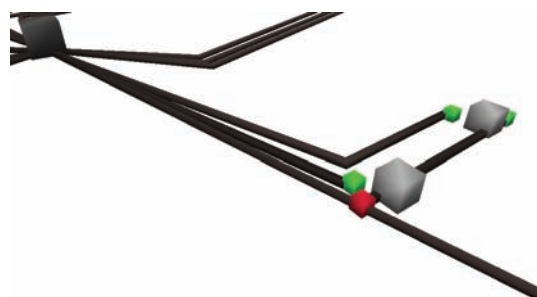
Slika 3. Generisanje temena linijskog elementa za slučaj segmenata koji ne sadrže krajnju tačku

Nakon generisanja jedinstvenih temena segmenata u ravni, kreiraju se bočne stranice segmenata, koje čine paralelopiped. Određena temena koja pripadaju bočnim stranicama se podudaraju sa temenima gornje stranice elementa. Preostala temena imaju jednake x i y koordinate, dok je vrednost z koordinate jednaka nuli. Trodimenzionalni linijski element, koji je kreiran na opisan način je prikazan na slici 4. Segmenti linijskih elemenata su ujedinjeni i svaki element se podrazumevano predstavlja kao jedan grafički objekat. Nedostatak ovog pristupa je u tome što se svakom linijskom elementu pridružuje jedan materijal, bez mogućnosti da se pojedinačnim segmentima zasebno izmeni vizuelni opis. Međutim, količina temena koja se prosleđuje na iscrtavanje je optimalna, zahvaljujući činjenici da se deljena temena između paralelopipeda sračunavaju i iscrtavaju tačno jednom.



Slika 4. Trodimenzionalni linijski element sa tri segmenta predstavljenih paralelopipedima

Oba rešenja koriste perspektivnu projekciju, zato što odražava realizam i pogodnija je za trodimenzionalni prikaz, gde nije od presudnog značaja da proporcije i paralelnost budu očuvane. Na scenu su postavljeni direkcioni svetlosni izvor, intenzivno bele boje, koji je usmeren ka negativnom delu z ose i ambijentalna svetlost, bele boje slabog intenziteta. Obe aplikacije vrše usrednjavanje normala. Na slici 5 je prikazan deo šeme sa opisanim svetlosnim izvorima i korišćenjem perspektivne projekcije. Može se videti da je negativna strana usrednjavanja normala to što je iluminacija u temenima i ivicama trouglova koji čine objekat previše naglašena. MV/LV trafostanice su prikazane svetlo sivom bojom. Podrazumevano otvoreni prekidači su prikazani crvenom, a zatvoreni zelenom bojom. HV/MV trafostanicama je dodeljena tamno siva boja, dok su vodovi predstavljeni tamno braon bojom. HV/MV trafostanice su najveći elementi, MV/LV trafostanice nešto manji, dok su prekidači najmanji elementi na prikazu.



Slika 5. Deo trodimenzionalne šeme mreže sa prikazom svih tipova elemenata

2.3 Merenje performansi u OpenGL i WPF 3D bibliotekama

Performanse grafičkog prikaza se odnose na merenje brzine ažuriranja frejmova, koja se izražava brojem frejmova u sekundi (u nastavku fps), vremena potrebnog za iscrtavanje pojedinačnog frejma i vremena inicijalizacije pomenute dve biblioteke.

Brzina ažuriranja scene se izračunava kao količnik broja frejmova i vremena proteklog od prethodnog poziva iscrtavanja. Vreme iscrtavanja pojedinačnog frejma je inverzna vrednost učestalosti ažuriranja.

Obe aplikacije koriste Stopwatch klasu iz .NET razvojnog okvira za precizno merenje proteklog vremena.

Izračunavanje brzine ažuriranja frejmova vrši se u okviru UpdateFrameRate metode. Ova metoda se u oba slučaja poziva prilikom iscrtavanja svakog frejma.

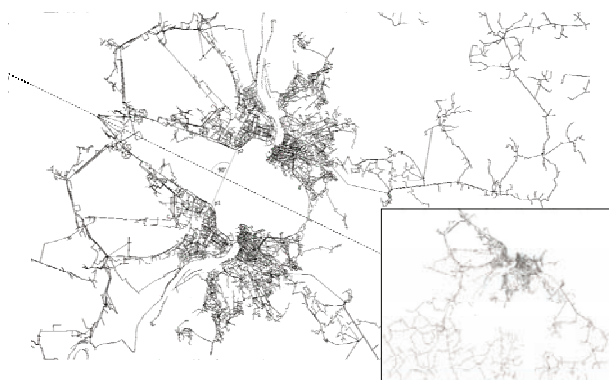
Vreme inicijalizacije se odnosi na zbir sledećih vremenskih intervala: kreiranja grafičkih objekata, prosleđivanja podataka biblioteci i iscrtavanja prvog frejma prikaza.

2.4 Testiranje performansi OpenGL i WPF biblioteka za 3D vizuelizaciju mreža

Podaci o mreži su statički i prosleđuju se tačno jednoj biblioteci, dok je grafički prikaz interaktivan. Test slučajevi obuhvataju merenja kada se ne vrši interakcija nad prikazom, kao i prilikom vršenja interakcije. Proces testiranja podrazumeva merenje veličina opisanih u prethodnom poglavlju u predefinisanim vremenskim intervalima.

2.4.1 Testovi statičnog prikaza i multipliciranje šeme

Merenje performansi statičnog prikaza, vršeno je sa originalnom, ali i multipliciranim šemama razmatranog grada. Učitavanjem originalne šeme, izgeneriše se trodimenzionalna mreža koja sadrži oko 24.000 elemenata, odnosno opisana je sa nešto više od 377.000 grafičkih primitiva. Multipliciranjem šema dobijena je dva i četiri puta veća šema i ovaj proces podrazumeva kreiranje novih xml datoteka sa opisom elemenata, kojima su izmenjene geografske koordinate. Multipliciranje šeme se obavlja na dva načina: tretiranjem originalne šeme mreže kao pravougaonog dela mozaika, odnosno preslikavanjem tačaka na šemi mreže simetrijom. Multipliciranje šeme upotrebom simetrije se sprovodi u cilju pronalaženja zavisnosti između topološkog rasporeda elemenata u mreži i izmerenih performansi. Rezultat multipliciranja šeme je prikazan na slici 6, gde je polazna šema predstavljena u donjem desnom uglu slike.



Slika 6. Multipliciranje šeme preslikavanjem tačaka oko zadate ose simetrije

Prilikom multipliciranja šeme u oba slučaja, vrši se kopiranje elemenata, pri čemu kopije zadržavaju iste vrednosti svih atributa, osim geografskih koordinata. Nakon što se elementi šeme prekopiraju i izračunaju im se nove koordinate, oni se snimaju u novu xml datoteku, koja ima istu strukturu kao i originalna. Iz tog razloga prikazivanje multiplicirane šeme podrazumeva ponovno učitavanje podataka iz datoteke, kreiranje trodimenzionalnog opisa scene i prosleđivanje ovih podataka grafičkom hardveru na iscrtavanje.

Testovi statičnog prikaza podrazumevaju merenja vremena inicijalizacije i performansi prilikom iscrtavanja. Merenje performansi prilikom iscrtavanja se vrši u toku vremenskog intervala od 30 sekundi sa šemama različitog broja elemenata i primitiva.

2.4.2 Interaktivni testovi i programska podrška za njihovo izvršavanje

U režimu testiranja, vršenje interakcije se obavlja programski, kako bi se obezbedilo da se ona svaki put na isti način izvrši u obe aplikacije.

Animirana interaktivnost se postiže pomoću .NET Timer klase. Ova klasa omogućuje periodično izvršavanje zadatih operacija u pravilnim vremenskim intervalima. U OpenGL aplikaciji se koristi tajmer komponenta iz System.Timers imenskog prostora, zbog svoje veće preciznosti u odnosu na istoimenu komponentu iz System.Windows.Forms imenskog prostora.

Osnovna razlika između pomenuta dva tajmera jeste što Windows forms tajmer ne generiše događaj ukoliko UI nit nije sposobna da ga obradi. Iz tog razloga je garantovana preciznost ovog tajmera 55ms, što nije dovoljno precizno za dati kontekst. WPF aplikacija se oslanja na DispatcherTimer, kome je moguće pridružiti odgovarajući prioritet za izvršavanje na UI niti.

Testovi interaktivnog prikaza se vrše nad originalnom šemom grada u predefinisanim vremenskim intervalima. Test slučajevi animirane interakcije uključuju pomeranje na ređi odnosno gušći deo mreže, kao i zumiranje na ređi i gušći deo mreže. Cilj ovih testova je uočavanje zavisnosti između količine prikazanih elemenata i performansi iscrtavanja.

3. ANALIZA REZULTATA

Testovi su pokretani u nepravilnim vremenskim intervalima, u serijama od po deset puta. Za izmerene vrednosti u odgovarajućim vremenskim intervalima je izračunata aritmetička sredina.

Testovi su pokretani na dva različita hardvera, laptop i desktop računar, sa različitim grafičkim hardverom. Laptop računar poseduje ATI Mobility Radeon HD 3470 grafički hardver sa 256 MB DDR3 memorije, dok desktop računar raspolaže sa AMD Radeon HD 7700 grafičkim hardverom sa 1 GB DDR5 memorije.

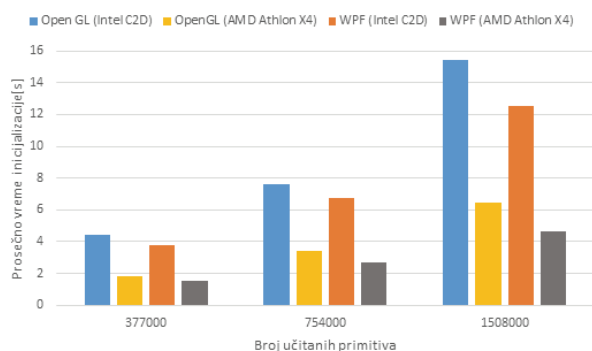
Prvi test predstavlja merenje vremena inicijalizacije pri učitavanju originalne, jednostruko i dvostruko multiplicirane šeme.

Na grafikonu 1 su predstavljena prosečna vremena inicijalizacije aplikacije za različite količine generisanih primitiva. Vreme inicijalizacije je generalno gledano kraće u WPF u poređenju sa OpenGL aplikacijom.

Uzevši u obzir oba hardvera na kojima je vršeno testiranje, pokazalo se da WPF aplikacija ima oko 1.22 sekundi kraće prosečno vreme inicijalizacije od OpenGL aplikacije.

Uzrok u kraćem vremenu inicijalizacije kod WPF aplikacije se može tražiti u pretpostavci da OpenGL biblioteka prosleđuje detaljniji opis scene grafičkom hardveru.

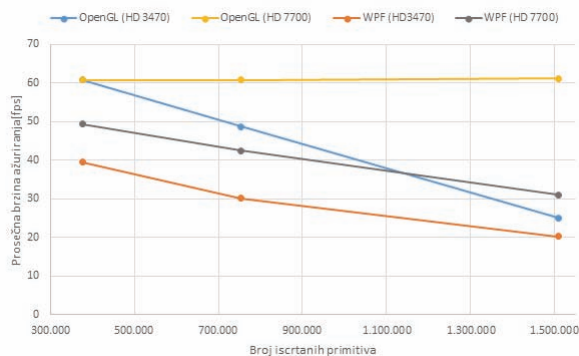
WPF nije toliko osetljiv na nedostatak video memorije, a brzina ažuriranja opada skoro logaritamski.



Grafikon 1. Zavisnost broja generisanih primitiva od prosečnog vremena inicijalizacije

Drugi, treći i četvrti test podrazumevaju merenje performansi statičnog prikaza prilikom iscrtavanja originalne, jednostruko i dvostruko multiplicirane šeme grada. Učitavanjem ovih šema se generiše i iscrtava oko 377.000, 754.000 i 1.508.000 primitiva respektivno. Izmerene vrednosti su prezentovane u tabeli 1.

Brzina ažuriranja OpenGL aplikacije na desktop računaru u sva tri scenarija prosečno iznosi oko 60 fps. Na laptop računaru je primećeno linearno opadanje brzine ažuriranja sa povećanjem količine iscrtanih primitiva. Ova pojava se može objasniti nedostatkom dovoljne količine video memorije, usled čega su se podaci smeštali u radnu memoriju. Sa druge strane, brzina ažuriranja u WPF aplikaciji ni u jednom slučaju nije premašila 50 fps. Međutim, primećeno je da WPF nije toliko osetljiv na nedostatak video memorije, a brzina ažuriranja opada skoro logaritamski, kao što je prikazano na grafikonu 2.



Grafikon 2. Zavisnost broja učitanih primitiva od prosečne vrednosti brzine ažuriranja

Peti, šesti, sedmi i osmi test predstavljaju merenje performansi u toku vršenja interakcije nad prikazom. Kao što se može videti u tabeli 1, prosečne brzine ažuriranja su približno iste kao u slučaju statičkog prikaza originalne šeme. Broj prikazanih elemenata nema gotovo nikakvog uticaja na brzinu ažuriranja u OpenGL biblioteci, odnosno ima mali uticaj na brzinu ažuriranja u WPF biblioteci.

(Tabela 1. Prosečna vrednost i standardna devijacija brzine ažuriranja za različite kontekste testiranja.)

Scenario/Kontekst testiranja	OpenGL (HD 3470)[fps]	OpenGL (HD 7700)[fps]	WPF (HD 3470)[fps]	WPF (HD 7700)[fps]
Iscrtavanje 377.000 primitiva	60.82±0.69	60.82±0.69	39.56±2	49.36±1.09
Iscrtavanje 754.000 primitiva	48.76±0.45	60.82±0.61	30.19±3.32	42.45±1.58
Iscrtavanje 1.508.000 primitiva	25.04±0.14	61.13±0.72	20.34±4.54	31±3.09
Pomeranje na redi deo mreže	60.85±0.67	60.74±0.7	34.9±4.27	45.02±1.05
Pomeranje na gušći deo mreže	60.86±0.75	60.72±0.77	34.57±2.48	44.64±1.33
Zumiranje na redi deo mreže	60.65±0.88	60.7±0.82	34.5±4.01	44.64±1.32
Zumiranje na gušći deo mreže	60.56±1	60.67±0.8	34.33±6.17	44.48±1.52

4. ZAKLJUČAK

Ukoliko se iscrtavanje vrši na istom hardveru, praktično je svejedno koja će se biblioteka koristiti za iscrtavanje do kompleksnosti šeme mreže od oko 1.000.000 primitiva ili približno 65.300 elemenata. Treba istaći bolje vreme inicijalizacije WPF 3D biblioteke i logaritamski trend opadanja brzine ažuriranja sa povećanjem kompleksnosti učitane šeme.

Zadovoljavajuća interaktivnost podrazumeva brzinu ažuriranja od barem 25 do 30 fps, pa se iz dobijenih vrednosti može zaključiti da je WPF 3D biblioteka sposobna da prikaže između 1.5 i 2 miliona primitiva, a preko tog broja bi prednost trebalo dati grafičkim bibliotekama nižeg nivoa, poput OpenGL i DirectX.

Pravci daljeg razvoja i istraživanja podrazumevaju sprovođenje testova na većem broju različitog hardvera i većem skupu podataka, u cilju boljeg sagledavanja mogućnosti obe biblioteke.

5. LITERATURA

- [1] **Wright, Lipchak, Haemel.** OpenGL SuperBible 5th Edition. Boston: Addison Wesley, 2011. 978-0-32-171261-5.
- [2] **Nathan Adam.** WPF 4 Unleashed, Indianapolis: SAMS Publishing, 2010. 978-0-672-33119-0

Kratka biografija:



Stefan Negovanović rođen je u Novom Sadu 1990. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski softverski inženjering odbranio je 2014.god.

JEDNOSTAVAN KALKULATOR ZA PROCENU RIZIKA - JAVNO DOSTUPNO JAVA REŠENJE**A SIMPLE CALCULATOR FOR RISK ASSESSMENT – ONLINE JAVA SOLUTION**

Marko Vasiljević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Projekat je napravljen sa ciljem da upozori ljude ukoliko je njihovo zdravlje narušeno iako se možda dobro osećaju i da im da informaciju da li treba da urade složenije laboratorijske analize. Ovo je javno dostupno Java rešenje, u vidu veb sajta, tako da svi mogu da koriste ovu uslugu. Rešenje se zasniva na MVC šablonu. Ono se stalno razvija i unapređuje, tako da će davati sve bolje i preciznije rezultate od izdanja do izdanja. Rešenje koristi medicinsku bazu podataka koja sadrži više od 1000 unosa podataka, a uz pomoć statistike izračunava potencijalni rizik po zdravlje korisnika, na osnovu njegove antropometrije i antropometrije testiranih pacijenata. On pruža posebnoj grupi korisnika da dodaju više medicinskih podataka u bazu podataka, tako da može rasti i dati bolje rezultate. Takođe, budući planovi su da se sprovedu analize i algoritmi sa više različitih podataka, a sve radi boljeg predviđanja.

Abstract – Purpose of this project is to warn people if their health might be at risk although they are feeling fine and to give them the information if they should do more complex laboratory analysis. This is online Java solution, in form of a web site, so everybody can use this service. The solution is based on MVC pattern. It is still in a developing stage, so it will keep getting more and more precise from release to release. The solution uses medicine database of more than 1000 entries, and with a help of statistics, calculates the potential health risk of the user, based on his anthropology and anthropology of the tested patients. It provides special users to add more medicine data to the database, so it can grow and give better results. Also, the future plans are to implement more different data analyses and algorithms, all in cause of a better prediction.

Ključne reči: Medicinska informatika, Antropometrija, Kardiometabolički rizik, Javno dostupno Java rešenje, MVC šablon

1. UVOD

Moderan način života je doveo do toga da čovek retko pronalazi slobodno vreme za sebe. Ljudi koji žive u modernom dobu su obično u žurbi, a mnogi od njih žive nezdravim načinom života. Pošto smo svi okruženi tehnologijom, i pošto većina ljudi poseduje smart telefon, ili bar pristup Internetu, bilo bi dobro da postoji jednostavan i brz način da se proverí naše zdravlje, ili da

nas makar upozori kada bismo trebali da posetimo lekara iako se možda trenutno dobro osećamo. Naravno, ovakvo rešenje ne može da daje 100 posto tačne rezultate, zbog same prirode problema koji pokušava da reši, ali barem može da nas upozori ako smo zanemarili svoje zdravlje i ukoliko treba da uradimo složenije laboratorijske pretrage.

Kardiovaskularne bolesti su među glavnim uzrocima smrti u svetu [1]. Među glavnim faktorima rizika razvoja kardiovaskularnih bolesti su gojaznost (naročito centralni tip), poremećaj lipida i lipoproteina, poremećaji glikoregulacije i insulinske rezistencije, kao i hipertenzija [2, 3]. Među pomenutim faktorima rizika, gojaznost je od posebnog značaja jer povećanje masnih naslaga pokreće kaskadu metaboličkih i inflamatornih procesa ubrzavajući proces ateroskleroze [4-6]. Najintenzivnije promene odigravaju se unutar visceralne masti deponovane u abdomenu i to je razlog zašto je abdominalna ili centralna gojaznost označena kao posebno rizična [7].

Kardiometabolički rizik (CMR) obuhvata niz faktora koji utiču na razvoj kardiovaskularnih bolesti [8, 9]. Pored tradicionalnih znakova metaboličkog sindroma (otpornost na insulin, abdominalne gojaznosti, hipertenzije i dislipidemije), ona obuhvata i druge faktore, kao što su pro-inflamatorno i protrombinsko stanje, status pušača, fizička neaktivnost, nepravilna ishrana, psihosocijalne karakteristike osobe, starost, pol, rasa i genetska predispozicija. U kliničkoj rutini za gojazne pacijente, procena CMR-a počinje anamnezom, procenom uhranjenosti i distribucijom masnog tkiva, najčešće se vrši jednostavnim antropometrijskim merenjima. Sledeći korak je merenje krvnog pritiska, praćeno drugim procedurama koje zahtevaju više invazivan pristup i dodatne troškove. U početku, oni uključuju laboratorijske analize nivoa lipida i lipoproteina, glikemiju, insulinemiju i druge pokazatelje gojaznosti.

Postoje brojne softverske aplikacije za procenu CMR-a, poznate kao CMR kalkulatori. Većina njih koristi postupak bodovanja na osnovu ocene tabele koje su prethodno određene pomoću statističkih metoda. Ocena rizika Framingham uvedena u 1967. godine i predstavlja prvu ovakvu tabelu, koja obuhvata sledeće faktore rizika: pol, starost, sistolni krvni pritisak i ukupni nivo holesterola. Novija tabela za ocenu rizika SCORE - Evropski grafikoni visokog (niskog) rizika je uvedena 2003. godine, a na osnovu podataka iz 12 evropskih studija stanovništva [8, 9]. U principu, postupak bodovanja zasnovan na tabelama za ocenu rizika je neprimenljiv za analizu kod složenih i nekonvencionalnih slučajeva.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Aleksandar Kupusinac, docent.

2. FAKTORI I MERENJA RIZIKA

Grupa se sastojala od 1281 ispitanika (692 muškaraca i 589 žena) starosti od 18-67 godina. Studija je sprovedena u skladu sa Helsinškom deklaracijom [10]. Ispitanici su se dobrovoljno prijavili da učestvuju u studiji. Svi ispitanici su dali krv u jutarnjim satima (posle gladovanje preko noći) na Odeljenju za endokrinologiju, dijabetes i bolesti metabolizma Kliničkog centra Vojvodine u Novom Sadu (Srbija). Faktori rizika koji su se analizirali su:

1. Pol (GEN) - Pošto masno tkivo kod muškaraca pokazuje sklonost ka centralnoj ili abdominalnoj akumulaciji, muški rod nosi veći potencijalni rizik od kardiovaskularnih bolesti. S druge strane, kod žena se taj rizik povećava sa starenjem zbog centralizacije masnog tkiva.

2. Age (AGE) - Poznato je da je starenje dovodi do ubrzanja ateroskleroze i da se kardiometabolički rizik povećava sa godinama. Pored pola i genetske predispozicije, ovo je još jedan faktor rizika koji se ne može kontrolisati.

3. Indeks telesne mase (BMI) - Indeks telesne mase je mera uhranjenosti i koristi se za definisanje gojaznosti. Vrednosti BMI preko 25 kg/m^2 odgovaraju prekomernoj težini, a vrednosti preko 30 kg/m^2 odgovaraju gojaznosti [11]. BMI se izračunava kao količnik telesne mase (BM) i kvadrata telesne visine (BH). Telesna težina se meri sa bilans vagom, dok se telesna visina meri sa Harpenden-ovim antropometrom (Holtain Ltd, Croswell, UK) sa preciznošću od 0,1 cm.

4. Odnos struka i visine (WHtR) - Obima struka dobro korelira sa veličinom visceralnog abdominalnog masnog tkiva, ali i sa nivoom lipida, lipoproteina i insulina, i to je značajan prediktor komorbiditeta gojaznosti. Indeks dobijen kao proporcija obima struka i telesne visine (WHtR) se pokazao kao bolji pokazatelj rizika, i vrednost $WHtR \geq 0,5$ predstavlja povećan rizik [12]. Obim struka se meri mernom trakom, sa preciznošću od 0,1 cm na pola udaljenosti između najniže tačke rebarnim lukom i najviše tačke grebena bedrene.

5. Krvni pritisak: Sistolni (SBP) i dijastolni (DBP). Najčešći faktor rizika je hipertenzija. Veza između hipertenzije i kardiovaskularnih bolesti se objašnjava smanjenjem elastičnosti arterijskog zida, tj. povećanjem njegovog tonusa. Krvni pritisak je meren u jutarnjim satima, nakon 10-15 minuta odmora, po standardnoj proceduri i koristeći Spigmanometer nakon Riva-Rocci. Prema preporukama Evropskog udruženja za hipertenziju i Američkog udruženja za srce, vrednosti $SBP \geq 140 \text{ mmHg}$ i $DBP \geq 90 \text{ mmHg}$ se smatraju visokom [13,14].

6. Lipidni status: HDL-holesterol (HDL), LDL-holesterol (LDL), ukupni holesterol (TCH) i trigliceridi (TG) - poremećaji lipida i metabolizma lipoproteina su prisutni kod 30% gojaznih osoba i manifestuje se u vidu jednog ili više od navedenih poremećaja: hiperholesterolemija, hipertrigliceridemija, pad nivoa zaštitnog HDL-holesterola i povećanje nivoa LDL-holesterola sa povećanim frakcije malih, gustih, aterogenih LDL-čestica. U našoj studiji, nivo holesterola i triglicerida su određeni standardnom enzimskom procedurom. Vrednosti HDL-

holesterola su određene taložnim postupkom sa natrijum-fosfo-volframatom, a vrednosti LDL-holesterola su izračunate korišćenjem Friedewaldove formule [15]. Za procenu nivoa lipida i lipoproteina korišćene su sledeće referentne vrednosti: $TCH \geq 5,20 \text{ mmol/l}$, $TG \geq 1,71 \text{ mmol/l}$, $LDL \geq 3,30 \text{ mmol/l}$, $HDL \leq 1,03 \text{ mmol/l}$ za muškarce i $HDL \leq 1,29 \text{ mmol/l}$ za žene [16, 17].

7. Fibrinogen (FIBR) - Poznato je da je fibrinogen biomarker hemostaze i upale. Njegova uloga u patogenezi kardiovaskularnih oboljenja je uglavnom da se povećava viskoznost krvi [18]. Pored toga, dokazano je da je fibrinogen značajno povezan sa formiranjem masnih naslaga [19]. Koncentracija fibrinogena u plazmi naših bolesnika je određena turbidimetrijskom metodom, a vrednosti u plazmi $FIBR \geq 3,50 \text{ g/l}$ je uzeta kao prediktivna u vezi sa razvojem kardiovaskularnih oboljenja [20].

8. Mokraćna kiselina (UAC) - Nekoliko epidemio-loških i kliničkih studija su potvrdile vezu između nivoa mokraćne kiseline i komponente metaboličkog sindroma (gojaznosti, hiperlipidemije, intolerancije na glukozu), kao i sa kardiovaskularnim bolestima. Mokraćna kiselina je nezavisni faktor rizika za razvoj kardiovaskularnih bolesti. Hiperurikemija stimuliše razvoj zapaljenja u zidu arterije, kao i endotelne disfunkcije. Pored toga, smatra se da je uzrok upalnih promena u masnom tkivu kao i indirektni uzrok insulinske rezistencije [21]. Nivo mokraćne kiseline u krvi se utvrđuje koristeći modifikovanu PAP metodu, i korišćeni su sledeće referentne vrednosti: $UAC \geq 360 \text{ } \mu\text{mol/l}$ za muškarce i $UAC \geq 420 \text{ } \mu\text{mol/l}$ kod žena [22].

9. Glikemija (GLY) - Hiperglikemija takođe predstavlja faktor rizika za razvoj kardiovaskularnih oboljenja. Povećanjem oksidativnog stresa i proteina glikolizacije, povećan nivo glukoze ubrzava proces ateroskleroze [23]. Prilikom ovog istraživanja vrednosti glikemije su određene korišćenjem Dialab glucosa GOD-PAP metode, sa limitom od $GLY \geq 6,10 \text{ mmol/l}$ [16,17].

3. ASPEKT APLIKACIJE ZA JAVNU UPOTREBU

Rešenje je besplatno i nudi mogućnost da se ode na sajt i da se, bez gubljenja vremena na registraciju, proveri kardiometabolički rizik. Rizik, kao merna jedinica ovog kardiometabolika, vam govori koliko je važno za vas da uradite složenije laboratorijske analize. Ona se sastoji od 7 različitih pojedinačnih rizika.

Prvi pojedinačni rizik razmatra nivo LDL holesterola u krvi. Ako je nivo veći ili jednak 3,30 onda je osoba rizična. Drugi pojedinačni rizik razmatra nivo HDL holesterola u krvi. Ako je nivo niži od 1.03 za muškarce, odnosno 1.29 za žene onda je osoba rizična. Treći pojedinačni rizik razmatra nivo ukupnog holesterola u krvi. Ako je nivo veći ili jednak 5,20 onda je osoba rizična. Četvrti pojedinačni rizik razmatra nivo od triglicerida u krvi. Ako je nivo veći ili jednak 1.71 onda je osoba rizična. Peti pojedinačni rizik razmatra nivo glikemije u krvi. Ako je nivo veći ili jednak 6.10 onda je osoba rizična. Šesti pojedinačni rizik razmatra nivo od fibrinogena u krvi. Ako je nivo veći ili jednak 3,50 onda je osoba rizična. I na kraju, sedmi pojedinačni rizik razmatra nivo mokraćne kiseline u krvi. Ako je nivo veći ili jednak 360 za muškarce, odnosno 420 za žene onda je

rizična. Ukupni rizik je suma svih opojedinačnih rizika. Dakle, skala za ukupan rizik je od 0 do 7, gde 0 znači da korisnik nije rizičan, a 7 označava maksimalni rizik. Ukoliko je ukupni rizik veći ili jednak od 2 preporučuje se da je potrebno uraditi složenije laboratorijske pretrage. Korisnik mora samo da unese svoj pol, godine, obim struka i visinu, a zatim će mu aplikacija prikazati procenu rizika. Slika 1 prikazuje izgled forme za unos navedenih podataka. Ove četiri promenljive, koje korisnik mora da unese, su neophodne kako bi aplikacija ispravno radila, pošto su svi statistički proračuni zasnovani na tim varijablama.

Slika 1. Forma za javnu upotrebu

Nakon što su ovi podaci uneti, sistem prolazi kroz sve osobe u bazi koje su istoga pola kog je i korisnik i koristi njihove laboratorijske analize kako bi odredila laboratorijsku analizu korisnika. Program izračunava indeks telesne mase korisnika na osnovu unete visine i širine, i koristi taj podatak, zajedno sa podatkom o godinama korisnika, kako bi sa određenim procentom uzeo rezultate svake osobe istoga pola koje je pronašao u bazi. Naravno, sa najvećim procentom će uzeti podatke one osobe koja je istih godina kao i korisnik i koja ima isti indeks telesne mase. Što je veća razlika u ova dva podatka, to se rezultati tog ispitanika uzimaju u manjoj količini (u manjem procentu) pri određivanju konačne laboratorijske analize korisnika.

Ovaj proces se izvršava za svaku od stavki laboratorijske analize i tako se dobija procenjena (izračunata) laboratorijska analiza korisnika. Na osnovu nje se određuje konačni rizik i on se daje korisniku prikazuje na ekranu.

4. ASPEKT APLIKACIJE ZA KLINIČKU UPOTREBU

Rešenje nudi registraciju i prijavljivanje za lekare i medicinske radnike. Oni imaju mogućnost da vide sve medicinske podatke u bazi podataka, i, još važnije, da dodaju nove rezultate u bazu podataka (slika 2). Ovo obezbeđuje bolju preciznost aplikacije u budućnosti, a takođe predstavlja i dobar uvid u istoriju prethodnih ispitivanja.

5. BUDUĆA POBOLJŠANJA

Rešenje zahteva minimalan unos od svakodnevnog korisnika. Povećanjem broja ulaznih podataka, uključujući i podatke koji se koriste u statističkim proračunima, aplikacija će davati bolje i preciznije rezultate.

Podaci koje bi trebali da obezbede bolje rezultate su:

-zanimanje/posao - na primer, profesionalni košarkaš i softverski inženjer imaju različit način života, pa je za očekivati da njihovi medicinski rezultati ne mogu biti isti;

-pušački status - pušač ili ne, koliko dugo je korisnik pušač, koliko puši u jednoj nedelji, da li je prestao da puši. To su sve faktori koji utiču na rezultate krvi;

-genetska predispozicija - rezultati bi trebalo da zavise makar od rezultata roditelja. U medicini, genetska predispozicija igra značajnu ulogu, jer ima veliki uticaj na zdravlje ljudi.

Potencijalni problem može biti medicinsko osoblje, ukoliko ne bi želeli da sarađuju i da koriste ovo rešenje, iako je to za opšte dobro. Ako u medicinskom centru već postoji instaliran informacioni sistem, ova aplikacija se lako može povezati na njega koristeći interfejs, i samim tim bi se izbegao potencijalni, prethodno opisani problem. Neophodna je samo dobra volja ljudi koji vode medicinski centar, kao i onih koji u njemu rade.

Slika 2. Forma za ručno dodavanje novih podataka

6. ZAKLJUČAK

Internet pomaže da se dosegne do bilo kog dela sveta, do svake kuće, do svake osobe. Izradom pametnog i jednostavnog rešenja i njegovim postavljanjem na WEB, dopire se do svih ljudi, i time njihov život biva boljim i kvalitetnijim.

Ljudi ovih dana nemaju vremena da posvete brigu o svom zdravlju. Zato rešenja poput ovoga mogu da naprave ogroman uticaj na ljude i da im kažu kada treba da posete lekara. Bilo bi od velikog značaja da medicinski centri prihvate da sarađuju na ovom i sličnim projektima, jer bi takva saradnja bila od značaja za celokupno čovečanstvo. U budućnosti treba težiti jednostavnosti, jer ljudi vole da koriste jednostavna i praktična rešenja. Jedan od glavnih ciljeva je da to rešenje bude jednostavno za korišćenje, ali i da aplikacija bude preciznija u budućnosti, i da daje više opcija za samog korisnika.

7. LITERATURA

- [1] Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva: WHO, Dec 2009. Assessed at: http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_reportfull.pdf
- [2] Rutter MK, Meigs JB, Sullivan LM, D'Agostino RB, Wilson PW. Insulin resistance, the metabolic syndrome, and incident cardiovascular events in the Framingham Offspring Study. *Diabetes* 2005;54(11):3252-7.
- [3] Appel SJ, Jones ED, Kennedy-Malone L. Central obesity and the metabolic syndrome: implications for primary care providers. *J Am Acad Nurse Pract* 2004;16(8):335-42.
- [4] Stokić E, Tomić-Naglić D, Derić M, Jorga J. Therapeutic options for treatment of cardiometabolic risk. *Med Pregl*. 2009;62 Suppl 3:54-8.
- [5] Stokić E, Brtko V, Srdić B. The synthesis of the rough set model for the better applicability of sagittal abdominal diameter in identifying high risk patients. *Comput Biol Med*. 2010 Sep;40(9):786-90.
- [6] Berg AH, Scherer PE. Adipose tissue, inflammation, and cardiovascular disease. *Circ Res* 2005;96:939-49.
- [7] Misra A, Vikram NK. Clinical and pathophysiological consequences of abdominal adiposity and abdominal adipose tissue depots. *Nutrition* 2003;19:457-66.
- [8] Rosolova H, Nussbaumerova B. Cardio-metabolic risk prediction should be superior to cardiovascular risk assessment in primary prevention of cardiovascular diseases. *EPMA Journal* 2011;2:15-26.
- [9] Kupusinac A, Doroslovački R, Malbaški D, Srdić B, Stokić E (2013) A primary estimation of the cardiometabolic risk by using artificial neural networks. *Comput Biol Med* 2013; 43(6):751-757.
- [10] WMA Declaration of Helsinki - Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. Assessed at: <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/>
- [11] World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser* 2000;894:1-253.
- [12] Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obes Res* 2011; Nov 23. doi: 10.1111/j.1467-789X.2011.00952.x.
- [13] Practice guidelines for primary care physicians: 2003 ESH/ESC hypertension guidelines. *Journal of Hypertension* 2003;21(10):1779-86.
- [14] Trials of Hypertension prevention Collaborative Research Group. The effects of nonpharmacologic interventions on blood pressure of persons with high-normal levels: results of the trials of hypertension prevention, phase I. *JAMA* 1992;267:1213-20.
- [15] Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972;18:499-502.
- [16] Expert Panel on Detection, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults: Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III); *JAMA* 2001; 285:2486-249.
- [17] Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, Gordon DJ, Krauss RM, Savage PJ, Smith SC Jr, Spertus JA, Costa F: Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation* 2005;112:2735-2752.
- [18] Sweetnam PM, Thomas HF, Yarnell JWG, Beswick AD, Baker IA, Elwood PC. Fibrinogen, viscosity and the 10-year incidence of ischaemic heart disease. *European Heart Journal* 1996;17:1814-1820.
- [19] Shai I, Pischon T, Hu FB, Ascherio A, Rifai N, Rimm EB. Soluble intercellular adhesion molecules, soluble vascular cell adhesion molecules, and risk of coronary heart disease. *Obesity (Silver Spring)* 2006;14(11):2099-106.
- [20] Baggio B, Budakovic A, Perissinotto E, Maggi S, Cantaro S, Enzi G, Grigoletto F; ILSA Working Group. Atherosclerotic risk factors and renal function in the elderly: the role of hyperfibrinogenemia and smoking. Results from the Italian Longitudinal Study on Ageing (ILSA). *Nephrol Dial Transplant*. 2005;20(1):114-23.
- [21] Takayama S, Kawamoto R, Kusunoki T, Abe M, Onji M. Uric acid is an independent risk factor for carotid atherosclerosis in a Japanese elderly population without metabolic syndrome. *Cardiovascular Diabetology* 2012; 11:2 doi:10.1186/1475-2840-11-2.
- [22] Feig DI, Kang DH, Johnson RJ. Uric Acid and Cardiovascular Risk. *N Engl J Med* 2008;(23);359(17):1811-1821.
- [23] Laakso M. Hyperglycemia and cardiovascular disease in type 2 diabetes. *Diabetes* 1999;48:937-942.

Kratka biografija:



Marko Vasiljević rođen je u Novom Sadu 1988. godine. Diplomski-bachelor rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranio je 2013. godine.

UPOTREBA IRRLICHT I IRRKLANG BIBLIOTEKA ZA RAZVOJ 3D RAČUNARSKE IGRE**USE OF IRRLICHT AND IRRKLANG ENGINES FOR DEVELOPMENT OF 3D VIDEO GAMES**

Miroslav Marić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su predstavljene dve biblioteke za razvoj računarskih igara: IrrLicht biblioteka za kreiranje 3D grafičkih prikaza i IrrKlang biblioteka za reprodukciju zvuka. Dat je opis realizacije različitih funkcionalnosti kao što je generisanje terena, kreiranje pozadine i reprodukcija 3D zvuka. Njihova primena je predstavljena na primeru igre Grudvanje.

Abstract – This paper describes two engines for development of video games: IrrLicht engine for creating 3D graphics and IrrKlang engine for reproduction of sound. Different features are presented such as terrain rendering, background creating and reproduction of 3D sound. These features are used in development of video game Grudvanje.

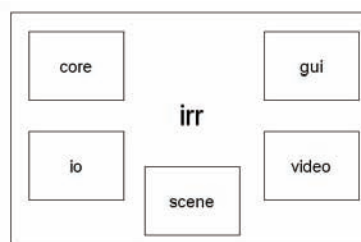
Ključne reči: 3D računarska igra, IrrLicht, IrrKlang

1. UVOD

Računarsku igru čini nekoliko komponenti među kojima su grafika, zvuk, fizika, veštačka inteligencija, igrivost i računarske mreže. Svaka od ovih komponenti unosi svoje probleme u proces razvoja računarske igre i doprinosi njenoj složenosti. Vremenom su se za te probleme razvila rešenja koja se iznova mogu upotrebljavati u različitim igrama. Jedan vid ovakvih rešenja su biblioteke koje rešavaju probleme vezane za neku od komponenti igre. U radu su opisane dve biblioteke za razvoj 3D računarske igre: IrrLicht biblioteka za kreiranje 3D grafičkih prikaza i IrrKlang biblioteka za reprodukciju zvuka. Ove dve biblioteke su korišćene u implementaciji 3D igre Grudvanje.

2. GEOMETRIJA IGRE I IRRLICHT BIBLIOTEKA

IrrLicht [1] je višepatformska grafička biblioteka objavljena pod *zlib/libpng* licencom. Napisana je u C++ programskom jeziku. Pored korenskog prostora imena *irr* u kome se nalaze sve klase, podeljena je na još pet potprostora imena koji su prikazani na slici 1. U prostoru *irr::core* se nalaze osnovni tipovi podataka kao što su vektori, nizovi, liste i matrice. Prostor imena *irr::gui* sadrži klase za kreiranje korisničkog interfejsa. Interni sistem događaja može da obrađuje događaje za miš, tastaturu, džojstik i GUI bez oslanjanja na dodatne biblioteke. Prostor *irr::io* obezbeđuje interfejs za



Slika 1. Prostori imena u IrrLicht-u

čitanje i pisanje fajlova, pristup *zip* arhivama, *xml* fajlovima, itd. Svo rukovanje scenom, kao što je učitavanje meševa, specijalnih čvorova scene i animatora se može pronaći u prostoru imena *irr::scene*. Koncept kojim se rukovanje scenom vodi je baziran na čvorovima grafa. Izvori svetla, kamere i 3D objekti se predstavljaju kao "čvorovi scene". Ti čvorovi su zajedno povezani u grafu scene. Svaki od čvorova je odgovaran za svoje ponašanje ali se njima može rukovati i pomoću animatora, pomoću drugih čvorova ili ručno od strane korisnika. Postoji velik broj ugrađenih tipova čvorova, a novi tipovi se mogu praviti pomoću nasleđivanja. Prostor imena *irr::video* sadrži sve klase za pristupanje video drajveru. Svo 2D i 3D renderovanje se radi u njemu. Na slici 2 je prikazan jedan primer scene renderovane u IrrLicht-u.



Slika 2. Scena renderovana u IrrLicht-u

Primer programa napisanog u IrrLicht-u pomoću koga je ova scena renderovana je prikazan na listingu 1.

IrrlichtDevice je korenska klasa koja je neophodna za rad sa IrrLicht-om. Preko njene instance se može pristupiti bilo čemu u biblioteci. Sa interfejsom *IVideoDriver* se vrši svo renderovanje i manipulacija teksturama. Pomoću menadžera scene se upravlja čvorovima, meševima, kamerama i svim ostalim objektima scene.

Čvor scene, *ISceneNode*, je čvor u hijerarhijskom grafu scene. Svaki čvor scene može da ima potomke, koji su

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ivetić, red.prof.

drugi čvorovi scene. Čvorovima se mogu podešavati atributi kao što su pozicije, teksture i osvetljenja.

```
#include <irrlicht.h>
#pragma comment(lib, "Irrlicht.lib")
using namespace irr;

int main()
{
    IrrlichtDevice* device = createDevice(
        video::E_DRIVER_TYPE::EDT_OPENGL,
        core::dimension2d<u32>(640, 480));

    if(device == 0)
        return 1;

    video::IVideoDriver* driver =
        device->getVideoDriver();
    scene::ISceneManager* smgr =
        device->getSceneManager();
    scene::ISceneNode* earthNode =
        smgr->addSphereSceneNode();

    if(earthNode)
    {
        earthNode->setPosition(
            core::vector3df(0,0,30));
        earthNode->setMaterialTexture(
            0, driver->getTexture(
                "../media/earth_planet.jpg"));
        earthNode->setMaterialFlag(
            video::EMF_LIGHTING, false);
    }

    smgr->addCameraSceneNodeFPS();
    device->getCursorControl()->setVisible(
        false);

    scene::ISceneNode* skydome=
        smgr->addSkyDomeSceneNode(
            driver->getTexture(
                "../media/space_background.jpg"));

    while(device->run())
    {
        driver->beginScene();
        smgr->drawAll();
        driver->endScene();
    }

    device->drop();
    return 0;
}
```

Listing 1. Primer programa napisanog u IrrLicht-u

Kamera je takođe čvor scene. Cela scena se renderuje sa njene tačke gledišta. Predefinisana kamera tipa može dobiti pomoću metode *addCameraSceneNodeFPS()*. Petlja igre se pokreće metodom *run()* objekta klase *IrrlichtDevice*. IrrLicht pri iscrtavanju na ekranu koristi duplo baferovanje. Metoda *beginScene()* se mora pozvati pre bilo kakvog renderovanja. Klasa *ISceneManager* predstavlja menadžer scene. Njegova metoda *drawAll()* obezbeđuje iscrtavanje svega što je u njega dodato i može se pozvati jedino između metoda *beginScene()* i *endScene()*. Metodom *endScene()* se zamenjuju baferi i vrši se iscrtavanje na ekranu. Na kraju je potrebno osloboditi zauzetu memoriju metodom *drop()*.

2.1. Generisanje terena

Teren se može generisati pomoću visinske mape [12]. Mapa predstavlja rastersku sliku u kojoj se čuvaju

vrednosti uzvišenja radi prikaza u 3D svetu. Slika sadrži jedan kanal koji se interpretira kao odstojanje od "poda" neke površine. Vizualizuje se kao osvetljenje u slici koje je u nijansama sive boje. Tamniji delovi slike predstavljaju delove sa nižom visinom terena, a svetliji više delove terena. Crna boja predstavlja najniže a bela boja najviše delove terena. U IrrLicht-u se teren generiše metodom menadžera scene *addTerrainSceneNode()*.

2.2. Kreiranje pozadine

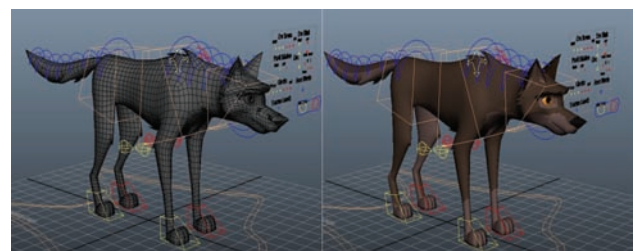
Skybox [10] je metoda za kreiranje pozadine u nivoima video igara. Kada se koristi *skybox*, nivo računarske igre se okružuje kuboidom. Nebo, udaljene planine, udaljene zgrade i ostali nedostižni objekti se projektuju na stranice kocke kreirajući iluziju udaljenog trodimenzionalnog okruženja. Tradicionalno, *skybox*-ovi kocke sa do 6 različitih tekstura postavljenih na njenim stranicama. Pažljivim poravnanjem, gledalac u samom centru *skybox*-a će biti pod iluzijom da se nalazi u 3D svetu, sastavljenom od ovih 6 stranica. *Skydome* metod radi na istom principu, ali se umesto kocke koriste sfera ili polusfera. U IrrLicht-u se *skybox* kreira pomoću metode menadžera scene *addSkyBoxSceneNode()* koja za parametre uzima 6 tekstura stranica kocke. Teren i pozadina koja je kreirana pomoću metode *skybox* su prikazani na slici 3.



Slika 3. Izgleda terena sa pozadinom

2.3. Animacija karaktera

Skeletna animacija je tehnika u računarskoj animaciji u kojoj se karakter sastoji iz dva dela: skupa poligona složenih tako da čine površinu meša i hijerarhijskog skupa povezanih kostiju (koji se nazivaju skelet ili rig) koji se mogu koristiti za animaciju poligona. Iako se ova tehnika uglavnom koristi za organsko modelovanje (kao što je modelovanje ljudi i životinja), može se koristiti i za kontrolu deformacije bilo kakvog objekta - vrata, kašike, zgrade, revolucije planeta i dr. 3D modeli, rigovi i animacije se kreiraju u eksternim aplikacijama za animaciju i modelovanje kao što su *3DSMax*, *Maya*, *Softimage*, *Blender* i druge. Primer modela karaktera je prikazan na slici 4.



Slika 4. Primer 3D modela sa rigom

Čvor grafa scene u *IrrLicht*-u kojim se predstavlja animirani model je *IAnimatedMeshSceneNode*. Ovaj čvor obezbeđuje mehanizam kontrole zglobova modela kojim se kosti modela mogu pomerati u realnom vremenu. Najpre se model učitava metodom menadžera scene *addAnimatedMeshSceneNode()*. Zatim je potrebno pozvati metodu animiranog čvora *setJointMode()* da bi se ovakva kontrola omogućila.

Konkretni zglobovi se iz modela mogu dobiti pomoću njihovih brojeve ili naziva korišćenjem metode *getJointNode()*. Dalje se ovim objektom konkretna kost modela može animirati korišćenjem metoda *setPosition()*, *setRotation()* i dr. Ukoliko model poseduje predefinisane animacije, ona se može pozvati metodom animiranog čvora *animateJoints()*.

Pored animiranja korišćenjem zglobova, karakteri se mogu animirati i pomoću ključnih frejmova. U ovom slučaju model ne mora da poseduje kosti i zglobove, nego samo predefinisane ključne frejmove. Animacija se tada definiše specificiranjem intervala ključnih frejmova koji će se prikazivati. Metoda animiranog čvora koja ovo obezbeđuje je *setFrameLoop()*.

3. ZVUK U IGRI I IRRKLANG BIBLIOTEKA

Zvuk u računarskoj igri se pojavljuje u vidu muzike, glasova, klikova programskih dugmadi interfejsa i zvučnih efekata kao što su koraci i eksplozije. Zvuk je izuzetno važan za atmosferu igre jer može da postavi raspoloženje i da ga promeni. Pruža tragove u igri, pojačava igračevo zadovoljstvo i povećava kvalitet igre. Iako grafički elementi uvlače igrača u scenu, zvuk omogućava igraču da se uživi u igru. Zvučni efekti iz stvarnog života se na računaru mogu predstaviti bolje nego vizuelni. Takođe, grafički prikazi su ograničeni veličinom ekrana, dok se zvuk može predstaviti svuda oko igrača. 3D audio efekti menjaju način na koji se zvuk reprodukuje tako da daju iluziju da se njihovi izvori nalaze u 3D prostoru. Igrač je u stanju da odredi gde se oni nalaze: levo, desno, ispred ili iza i na kojoj udaljenosti.

IrrKlang je višepatformska biblioteka za reprodukciju zvuka u aplikacijama kao što su igre, naučne vizualizacije ili multimedijalne aplikacije [2]. Besplatna je za nekomercijalne svrhe. Pisana je u C++ programskom jeziku i API joj je veoma sličan *IrrLicht*-ovom API-ju. Primer programa za reprodukciju 2D zvuka upotrebom *IrrKlang* biblioteke je dat na listingu 2.

Sve klase i funkcije za rad sa *IrrKlang* bibliotekom se nalaze u prostoru imena *irrclang*. Na početku rada sa bibliotekom se kreira korenski objekat tipa *ISoundEngine* preko koga se može pristupiti svim funkcionalnostima. U primeru se koristi *play2D()* metoda za učitavanje i reprodukciju dvodimenzionalnog zvuka iz odabranog fajla. Zazuseti resursi se oslobađaju metodom *drop()*.

3.1. Zvuk u 3D prostoru

Zvuk u dvodimenzionalnom prostoru je sveprisutan, tj. udaljenost slušaoca od izvora zvuka ne utiče na njegovu jačinu. U trodimenzionalnom prostoru, što je slušalac udaljeniji od mesta izvora zvuka to ga on slabije čuje.

Trodimenzionalni zvuk se u *IrrKlang*-u reprodukuje pomoću metode *play3D()* koja u odnosu na metodu *play2D()* poseduje još jedan parametar koji predstavlja

poziciju izvora zvuka u prostoru. Da bi zvuk bio realističniji postavlja mu se minimalna udaljenost metodom *setMinDistance()*. Ukoliko je udaljenost slušaoca jednaka ili manja od minimalne, zvuk će biti najglasniji. Pozicija slušaoca se postavlja metodom *setListenerPosition()* sa parametrima koji predstavljaju poziciju u 3D prostoru, smer gledanja, ubrzanje i vektor na gore. Smer gledanja i vektor na gore se koriste za određivanje jačine zvuka u levoj i desnoj slušalici, odnosno zvučniku ili nekom drugom uređaju za emitovanje zvuka. Ubrzanje služi za primenu Doplerovog efekta.

```
#include <irrKlang.h>
#include <windows.h>
using namespace irrklang;
#pragma comment(lib, "irrKlang.lib")

int main(int argc, const char** argv)
{
    ISoundEngine* soundEngine =
        createIrrKlangDevice();
    if (!soundEngine)
        return 0;

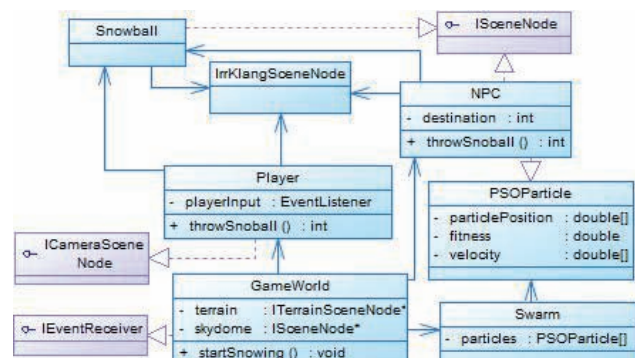
    ISound* sound = soundEngine->play2D(
        "../media/getout.ogg",
        false, true);
    while( soundEngine->isCurrentlyPlaying(
        sound->getSoundSource()) )
        Sleep(100);

    soundEngine->drop();
    return 0;
}
```

Listing 2. Primer programa za reprodukciju zvuka

4. IGRA GRUDVANJE

Proces razvoja igre pomoću biblioteka *IrrLicht* i *IrrKlang* je opisan na primeru 3D računarske igre Grudvanje. Cilj igre je eliminisati protivnike iz igre tako što ih igrač pogodi određen broj puta. Igrač gubi igru ukoliko protivničke grudve pogode njega određen broj puta. Grudvanje se odvija na ravnom terenu u obliku kvadrata. Na terenu se ne nalaze prepreke (drveće, stene, i dr.). Dijagram klasa igre Grudvanje je predstavljen na slici 5.



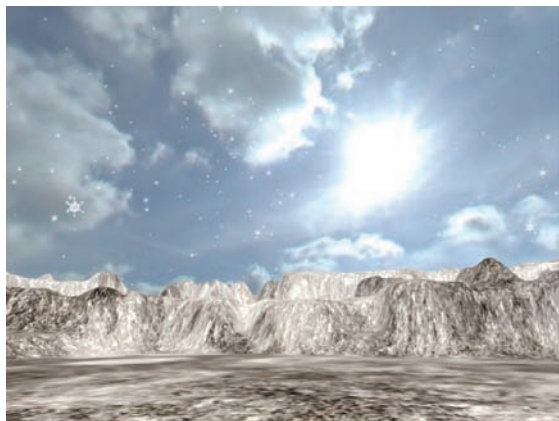
Slika 5. Dijagram klasa igre Grudvanje

U nastavku su opisani elementi igre kao i uloga klasa sa dijagrama u njihovoj implementaciji.

4.1. Svet igre

Klasa *GameWorld* predstavlja apstrakciju sveta igre. U njoj su sadržani fizičko okruženje, kao što su teren i nebo, protivnički karakteri, sam igrač i grudve bačene od strane

igrača i ostalih i karaktera. Obično se pri dizajnu većih igara, svet igre deli na manje celine zvane nivoi. Neki od razloga za to su struktuiranje igre, lakša navigacija igrača kroz igru, bolje organizacija vremena, i dr. Svet igre Grudvanje nije velik i predstavljen je jednim nivoom. Za generisanje terena i neba se koriste metode opisane u poglavljima 2.1 i 2.2. Implementirano je i padanje snega pomoću sistema čestica [3]. Izgled sveta igre Grudvanje ke prikazan na slici 6.



Slika 6. Izgled sveta igre Grudvanje

4.1. Karakteri u igri

Klasa *Player* opisuje igrača. Igrač je predstavljen u prvom licu. Kako je pogled igrača u ovom licu identičan pogledu kamere, klasa *Player* implementira *IrrLicht*-ov interfejs *ICameraSceneNode*, koji predstavlja kameru. Za razliku od kamere, karakter igrača može da prima komande za kretanje i bacanje grudva sa nekog uređaja za ulaz (u ovom slučaju tastature i miša). Događaji se u *IrrLicht*-u obrađuju preko interfejsa *IEventReceiver*. Objekat korenske klase *IrrlichtDevice* može posedovati jedan ovakav obrađivač događaja. Zbog toga se svi događaji primaju preko objekta klase *GameWorld* a njihova obrada se delegira ostalim objektima.

Protivnički karakter je predstavljen klasom *NPC*. Karakteri predstavljaju modele koje je potrebno iscrtati na sceni. Kako *IrrLicht* iscrtava vidljive čvorove scene, klasa *NPC* implementira *IrrLicht*-ov interfejs *ISceneNode*. Kretanje karaktera je realizovano pomoću *PSO*(*Particle Swarm Optimization*) algoritma [4]. Karakteri se kreću kao čestice i nasleđuju klasu *PSOParticle*, a česticama se upravlja pomoću klase *Swarm*.

Karakteristi su modelovani u aplikaciji *Blender* i zajedno sa animacijom eksportovani u .x format.

Klasa *Snowball* predstavlja grudvu. Njen model je sfera koja je generisana korišćenjem *IrrLicht*-ove metode *addSphereSceneNode()*. Na sferu je zalepljena tekstura. Nakon bacanja grudve od strane igrača ili njegovih protivnika, ona može da reaguje sa okolinom, tj. može da

se nađe u koliziji sa igračem, njegovim protivnicima ili terenom.

4.1. Zvuk

Klasa *IrrKlangSceneNode* je predstavlja integraciju grafičke i audio biblioteke i služi za rukovanje i reprodukciju zvuka u igri. Elementi igre koji mogu da emituju zvuk su igrač, njegovi protivnici i grudva. Zvučni efekti se emituju pri koračanju karaktera, pri koliziji grudve sa nekim karakterom u igri ili terenom i pri bacanju grudve od strane igrača. Ovi efekti se reprodukuju pomoću *play3D()* metode *IrrKlang*-a.

U igri je potrebno i osvežavati poziciju slušaoca. To je, u slučaju igre Grudvanje, pozicija igrača, odnosno kamere.

U petlji igre će se pri pomeranju čvorova scene automatski pomerati i njima pridruženi zvukovi.

Muzika u igri je sveprisutna i za nju nije potrebna 3D reprezentacija, pa se može puštati preko *play2D()* standardne metode *IrrKlang*-a.

5. ZAKLJUČAK

Razvoj računarske igre je dug i složen proces koji obuhvata mnogo disciplina. Zbog toga se često pri razvoju novih igara koriste dobra rešenja iz starih. Jedan oblik ovakvih rešenja su biblioteke. U radu je predstavljen razvoj jedne igre uz korišćenje dve ovakve biblioteke: *IrrLicht* za grafičke i *IrrKlang* za audio komponente igre. Predstavljena je realizacija različitih funkcionalnosti kao što generisanje terena, animacija karaktera i reprodukcija 3D zvuka. Ove funkcionalnosti su korišćene u implementaciji igre Grudvanje. Biblioteke su jednostavne za korišćenje što ih čini lakim za ovladavanje. Mana im je ograničen skup funkcionalnosti u odnosu na velike biblioteke kao što su *Unity* ili *CryEngine*.

6. LITERATURA

- [1] A.S. Kyaw, J. Stein, *Irrlicht 1.7 Realtime 3D Engine*, Packt Publishing, 2011.
- [2] IrrKlang, <http://www.ambiera.com/irrclang/>, Glavna stranica IrrKlang biblioteke
- [3] D. Shiffman, *The Nature of Code: Particle Systems*, 2012.
- [4] J. Kennedy, R. Eberhart, *Particle Swarm Optimization*, 1995.

Kratka biografija:

Miroslav Marić rođen je u Travniku 1990. god. Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu je upisao 2009. godine, na odseku Računarstvo i automatika. Master rad je odbranio 2014. godine.

REALIZACIJA MEMORIJSKE BAZE PODATAKA POGODNE ZA NADZORNO-UPRAVLJAČKE SISTEME**IMPLEMENTATION OF AN IN-MEMORY DATABASE SUITABLE FOR SCADA SYSTEMS**

Bojana Timotijević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazana jedna realizacija memorijske baze podataka, koristeći klijent-server arhitekturu, gde je server realizovan po principu OPC DA servera. Baza je realizovana kao jednostavna tabela sa kolonama gde se smeštaju identifikatori veličina, vrednosti, kvaliteta i vremena nastanka vrednosti. Za povezivanje klijenata i servera korišćen je Microsoft WCF servis. Cilj rada je realizovati jednostavno rešenje koje omogućava brz odgovor klijentima, tako da se može upotrebiti u realnom vremenu, i primenjivati u savremenim nadzorno-upravljačkim sistemima.

Abstract – In this article is shown one of many realizations of in-memory database, by using client-server architecture, where server is implemented according to the principle of OPC DA server. Database is implemented like a simple table with columns in which are stored identifies of items, values, qualities and time of their occurrence. For the establishment of communication was used Microsoft WCF service. The main goal of this study is to implement a simple solution that enables quick response to clients, so it can be used in real time, and apply in modern SCADA systems.

Ključne reči: memorijske baze podataka, klijent-server arhitektura, OPC DA, WCF

1. UVOD

Porast obima proizvodnje u industrijskim sistemima, povećana efikasnost, smanjenje troškova, bolja i sigurnija komunikacija su razlozi koji su doveli do naglog porasta korišćenja industrijskih upravljačkih sistema. Savremeni nadzorno-upravljački sistemi su u osnovi distribuirani računarski sistemi. Svaki distribuirani sistem predstavlja mnoštvo povezanih računara koje korisnik doživljava kao jedan skladan sistem, sastavljen od mnoštva računara povezanih komunikacionom mrežom, koji radi kao jedan sistem zahvaljujući softveru. Kako bi se olakšao razvoj ovakvih sistema, razvijeni su prilagodni slojevi (*middleware*). *Middleware* obezbeđuje transparentnost pristupa, slobodnu migraciju komponenti, omogućuje da poziv udaljene operacije izgleda kao lokalni, kao i automatsku obradu i servisiranje većine otkaza. Standardizacija razmene podataka između nadzorno-upravljačkih sistema postaje sve značajnija jer se broj

komponenti koje učestvuju u razmeni neprestano povećava, a takođe i sve više različitih proizvođača učestvuje u proizvodnji komponenti, samim tim je svako od njih i razvijao svoje komunikacione protokole. Takav pristup je dovodio do otežanog i skupljeg održavanja sistema, zbog nekompatibilnosti komponenti različitih proizvođača. Standard koji je rešio pomenute probleme izdala je OPC fondacija koja za cilj ima standardizaciju međuprocenjske komunikacije u industrijskim sistemima. Specifikacije koje su razvijene od strane ove fondacije su bazirane na Microsoft-ovim tehnologijama: OLE (*Object Linking and Embedding*) i DCOM (*Distributed Component Object Model*). OPC UA specifikacija je nova arhitektura, zasnovana na najnovijim arhitektonskim rešenjima (pre svega *Service Oriented Architecture - SOA*), koja donosi mnoge prednosti, najviše kroz objedinjeni model podataka, i na taj način omogućuje da se nad istim modelom izgradi server za pristup trenutnim vrednostima veličina (*OPC Data Access*), server za pristup istorijskim vrednostima veličina (*OPC Historical Data Access*), kao i server za pristup alarmima i događajima (*OPC Alarm&Events*).

Izlaskom Microsoft .NET Framework-a 3.0 2006. godine pojavila se nova komunikaciona tehnologija koja je obuhvatila sve prednosti prethodnih tehnologija i kombinuje ih u jedinstveni programski model – *Windows Communication Foundation* (WCF).

Pojavom dosta komplikovanih aplikacija po zahtevima korisnika javila se potreba za bržim računarskim mrežama i postalo je neophodno da se podaci obrađuju distribuirano. Samim tim, došlo je do pojave replikacije podataka, koja je nastala iz potrebe da se poveća pouzdanost sistema i da se poboljšaju njegove performanse. Brži prenos podataka je postao neophodan. Jedno, veoma zastupljeno rešenje, su memorijske baze podataka (*In-memory database*), koje predstavljaju memorijski optimizovanu relaciju bazu podataka sa ekstremno brzim odgovorima i veoma visokom propusnošću, što je i zahtevano od strane sve većeg broja aplikacija u širokom spektru industrije.

U ovom radu je objedinjeno sve prethodno navedeno (WCF, OPC DA, *In-memory database*) i prikazano je na koji način može biti ostvarena komunikacija između servera i klijenta kada je server dizajniran po ugledu na OPC DA server, dok je za komunikaciju zadužen WCF servis, sve u cilju skraćivanja vremena reagovanja na određene promene u sistemima.

2. BAZE PODATAKA

Baza podataka predstavlja kolekciju različitih podataka, organizovanih logički, za brzo pretraživanje i pristup

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Erdeljan, vanr. prof.

podacima. Da bi se omogućio efikasniji rad sa podacima koristi se sistem za upravljanje bazama podataka - *database management system* (DBMS). Baze podataka zajedno sa DBMS čini sistem baze podataka.

2.1. Baze podataka u realnom vremenu

Real-time sistem je sistem kod koga je vreme izvršenja predvidljivo, tako da se može garantovati da će zadatak biti izvršen u određenim vremenskim granicama [1]. *Real-time* sistemi se sastoje od kontrolisanog sistema i kontrolnog sistema. Kontrolisani sistem predstavlja okruženje u kome računar i njegov softver međusobno komuniciraju. Kontrolni sistem je u interakciji sa svojim okruženjem zasnovanim na podacima koji su pročitani sa određenih senzora, što predstavlja glavnu primenu *real-time* baza podataka, ali ne i jedinu. Od suštinske je važnosti da vrednosti u *real-time* bazi podataka budu u skladu sa stanjem nadziranog ili upravljanog sistema (okruženja), sa visokim stepenom podudaranja. U suprotnom, akcije kontrolnog sistema mogu biti katastrofalne kada se upravljačke akcije donose na osnovu pogrešne predstave o stanju sistema. Blagovremeno prikupljanje podataka iz okruženja je, isto kao i blagovremeno procesuiranje podataka, veoma potrebno. U mnogim slučajevima, obrada očitanih podataka je potrebna za dobijanje izvedenih podataka koji se tipično ne mogu meriti, a bitni su za donošenje ispravne odluke ili upravljačke akcije.

2.2. Distribuirani sistemi baza podataka

Distribuirana baza podataka se ne nalazi u celini na jednom računaru, već je razdeljena na više lokacija koje su povezane komunikacionom mrežom. Svaki čvor komunikacione mreže ima svoj autonomni sistem za upravljanje bazama podataka, sa vlastitom kontrolom, upravljačem transakcija i oporavka od pada, i ostalim značajnim funkcijama. Isto tako poseduje svoj procesor i ulazno/izlazne uređaje. Jedinice distribuiranog sistema mogu zajedno obavljati jedan posao, dok, sa druge strane, elementi sistema su u stanju da izvršavaju različite, međusobno nezavisne i nepovezane zadatke. Sistem za upravljanje distribuiranim bazama podataka treba da omogući nevidljivost lokacije - korisnik ne treba da zna na kojoj se lokaciji u distribuiranom sistemu nalaze potrebni podaci. Distribuirani sistem, za krajnjeg korisnika, treba da bude nalik centralizovanom sistemu.

Distribuirana baza podataka sadrži skup logički povezanih deljivih podataka, podaci su razdvojeni na više fragmenata koji se mogu replicirati i pripadaju svojim lokacijama koje su povezane komunikacionom mrežom i nalaze se pod nadzorom DBMS [2].

Klijent - server sistem predstavlja poseban slučaj distribuiranog sistema u kome su neki čvorovi klijenti, a neki serveri, pri čemu su na serverima smešteni podaci i sistemi za upravljanje podacima, a na klijentima se izvršavaju aplikacije. Korisnik, odnosno aplikacija vodi računa o tome na kom serveru su smešteni relevantni podaci, što znači da u ovim sistemima nije ostvarena nevidljivost lokacije. Ovaj tip sistema, zbog njegove jednostavnosti, se često koristi u komercijalnoj upotrebi.

2.3. Memorijske baze podataka

U memorijskim bazama podataka (*In-memory database*) podaci se čuvaju u fizičkoj memoriji, dok se na disku nalaze kopije podataka iz memorije kako bi nakon ponovnog pokretanja baze podaci bili ponovo dostupni.

Samim tim, bez kašnjenja uzrokovanog mrežom i sličnih problema, transakcije traju veoma kratko, tek nekoliko mikrosekundi [3]. Ovakva baza podataka koristi memorijski optimizovan raspored podataka i metode pristupa za veći broj konkurentnih klijenata. Osnovna razlika između klasičnih baza podataka i memorijskih jeste u tome što se kod memorijskih baza podataka eliminiše pristup disku tako što se manipulacija podacima odvija u glavnoj memoriji. Zbog ovakvog pristupa podacima, memorijske baze imaju bolje performanse što se tiče pristupa bazi i zato se koriste u aplikacijama za rad u realnom vremenu. Pristup disku se odvija samo kada se želi sačuvati kopija podataka iz memorije, kako bi podaci bili dostupni i nakon ponovnog startovanja baze. Aplikacije pristupaju memorijskim bazama koristeći standardne SQL interfejsse. Visoka dostupnost je obezbeđena kroz transakcionu *real-time* replikaciju.

3. OPC UNIFIED ARCHITECTURE

OPC (*Object linking and embedding for Process Control*) je skraćeni naziv za niz specifikacija za industrijsku automatizaciju, predloženih od strane OPC fondacije, koja za cilj ima definisanje programskih interfejsa u industrijskim komunikacijama. U ovim specifikacijama definišu se grupe programskih interfejsa putem kojih se pristupa OPC serverima, tako da omogućavaju komunikaciju i razmenu podataka između upravljačkih sistema različitih proizvođača [4].

OPC koristi klijent-server pristup za razmenu informacija. OPC server enkapsulira uređaj kao izvor informacija i čini ga dostupnim preko svojih interfejsa. OPC klijenti se konektuju na OPC server i mogu da pristupaju ponuđenim podacima.

Prema različitim zahtevima u industrijskim aplikacijama, razvijene su tri glavne specifikacije: pristup trenutnim vrednostima – OPC DA, alarmi i događaji – OPC A&E, i pristup istorijskim vrednostima – OPC HDA. OPC UA obezbeđuje pristup trenutnim vrednostima veličina, istorijskim vrednostima veličina i alarmima, jednostavnu integraciju sa ostalim podsistemima nadzorno upravljačkih sistema, veći stepen zaštite podataka i kontrole prava pristupa, rad sa velikom količinom podataka uz upotrebu različitih komunikacionih protokola, redundanciju servera što dovodi do povećane pouzdanosti sistema. Osnovna razlika u odnosu na starije OPC specifikacije je prelazak sa *Microsoft*-ove COM/DCOM tehnologije na SOA. Koristeći SOA arhitekturu, OPC UA je postala platformski nezavisna. Ova specifikacija se može integrisati i primeniti na sisteme koji koriste *Unix/Linux* operativne sisteme, na kontrolere i inteligentne uređaje koji poseduju posebne *real-time* sisteme, a takođe se dobro uklapa i na sisteme bazirane na *Windows* operativnim sistemima koristeći *Windows Communication Foundation* (WCF).

4. ARHITEKTURA SISTEMA

Jednostavno rešenje koje omogućava primenu u savremenim nadzorno-upravljačkim sistemima, brz odziv, takav da se može upotrebiti u realnom vremenu, je glavni cilj ovog rada. Tako, realizacija serverske strane je rađena po ugledu na principe OPC DA servera, dok je za međuprocenu komunikaciju korišćen Dupleks WCF servis. U daljem tekstu su detaljnije opisane pomenute tehnologije.

4.1. OPC DA

OPC DA specifikacija omogućava čitanje, pisanje i praćenje trenutne vrednosti promenljivih veličina. Najčešće se koristi u slučajevima kada je potrebno predstaviti podatke u realnom vremenu sa PLC-ova ili nekih drugih procesnih uređaja u HMI aplikacijama [4]. OPC DA klijenti eksplicitno definišu kojim veličinama žele pristupiti na serveru. OPC DA klijent uspostavlja vezu sa serverom preko *OPCServer* objekta. Server objekat nudi brojne metode za navigaciju kroz hijerarhiju adresnog prostora da bi se pronašle tražene promenljive i da se pristupi njihovim atributima, kao što su tip podataka i pravo pristupa. *OPCGroup* objekat obezbeđuje grupisanje promenljivih i daje mogućnost da svi u grupi imaju ista podešavanja, kako što je npr. vreme očitavanja. Kada se napravi takva organizacija, klijenti mogu da vrše čitanje i pisanje promenljivih na serveru [5]. Najčešći način očitavanja je ciklično praćenje promene vrednosti na OPC DA serveru, kako je i implementirano u ovom radu. Klijent definiše grupe promenljivih od interesa i podešava njihov ciklus očitavanja. Ciklus se definiše da bi server periodično proveravao promene vrednosti, i naziva se *updateRate* – interval osvežavanja podataka (zadaje se u *ms*, i svaki put nakon isteka ovog intervala osvežavaju se podaci na klijentskoj strani, ukoliko ima promene u bazi podataka). Nakon svakog ciklusa, server šalje klijentu samo izmenjene vrednosti promenljivih. Kako grupe imaju posebna podešavanja, tako se za svaku grupu definiše *percentDeadband* – procenat promene veličine (klijent koji se pretplati na ovu grupu videće promene veličina *Value* i *Quality* iz baze podataka samo ukoliko je ta promena procentualno veća od parametra *percentDeadband* te grupe).

4.2. WCF

WCF predstavlja programsko okruženje (deo *.Net framework-a*), razvijeno od strane *Microsoft-a*, koje služi sa međuprocenu komunikaciju. WCF nudi jednostavan način za projektovanje i korišćenje servisa. Glavni ciljevi za razvoj WCF-a su objedinjavanje postojećih tehnologija, interoperabilnost između platformi i servisno-orijentisani razvoj.

WCF tehnologija je namenjena za razvoj servisa na *Windows* operativnim sistemima kojima mogu pristupati aplikacije iz drugih procesa i računara. Taj servis se sastoji iz tri dela: deo koji implementira metode koje će biti pozivane, *host* u kome će se servis izvršavati, i jednu ili više tačaka pristupa (*endpoint*) na koje će se klijenti povezivati. Sva komunikacija se dešava preko tačaka pristupa. Za tačku pristupa definisan je ugovor (*contract*) koji određuje metode servisa kojima klijent može pristupiti. Potrebno je definisati i način povezivanja (*binding*) gde se specificira tip komunikacionog kanala koji će biti korišćen. Treći deo tačke pristupa je adresa na kojoj će servis biti postavljen [6]. Korišćenjem WCF-a na jednostavan način se mogu razmenjivati asinhrono poruke između pristupnih tačaka različitih servisa.

4.2.1. Dupleks WCF servis

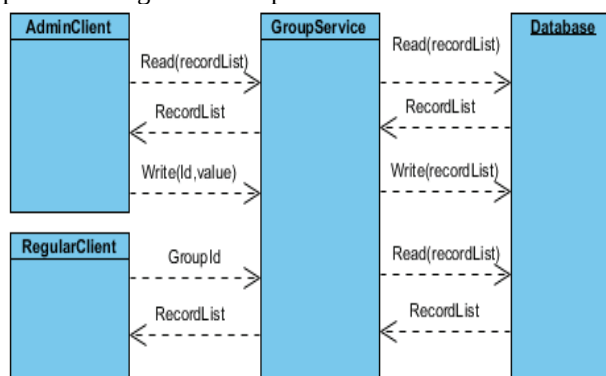
U WCF-u, servis se može ponašati kao klijent, dok se tada klijent ponaša kao servis. Takav slučaj se naziva *callback* od servisa klijentima, i tada klijent mora da pomogne *hosting-u callback* objekta. Da bi *callback* bio podržan, *binding* mora biti dvosmeran. Ovaj rad je upravo na taj

način realizovan, jer je glavna ideja bila da server vodi računa o stanju na klijentu.

Duplex service contract je obrazac za razmenu poruka u kom obe pristupne tačke mogu da šalju poruke drugoj tački, nezavisno. S'toga, dupleks servis može slati poruke nazad do klijentskog *endpoint-a*, pružajući tako *event-like* ponašanje. Dupleks komunikacija se dešava kada se klijent konektuje na servis i tako obezbeđuje servisu kanal preko kog on može slati poruke nazad klijentu.

5. REALIZACIJA

Za realizaciju ovog rada napravljena je klijent-server aplikacija koja omogućava klijentu da, na osnovu odabrane grupe na koju se pretplati, prati promene nad tabelom u bazi podataka. Raspoložive grupe podataka koje neki klijent želi da prati se učitavaju prilikom podizanja servisa. Svaka definisana grupa ima dva parametra od važnosti: *percentDeadband* i *updateRate*. Pored regularnih klijentskih aplikacija, koje služe za praćenje i prikaz željene grupe podataka, napravljena je i klijentska aplikacija (*AdminClient*) koja ima mogućnost da menja stanje baze podataka, nezavisno od grupa. Time je realizovana konkurentnost klijenta. Promene koje se dešavaju na takav način vidljive su u bazi, i na klijentskoj strani ukoliko je klijent pretplaćen na grupu koja prati promene za te podatke. Slika 1 prikazuje dijagram povezanosti glavnih komponenti.

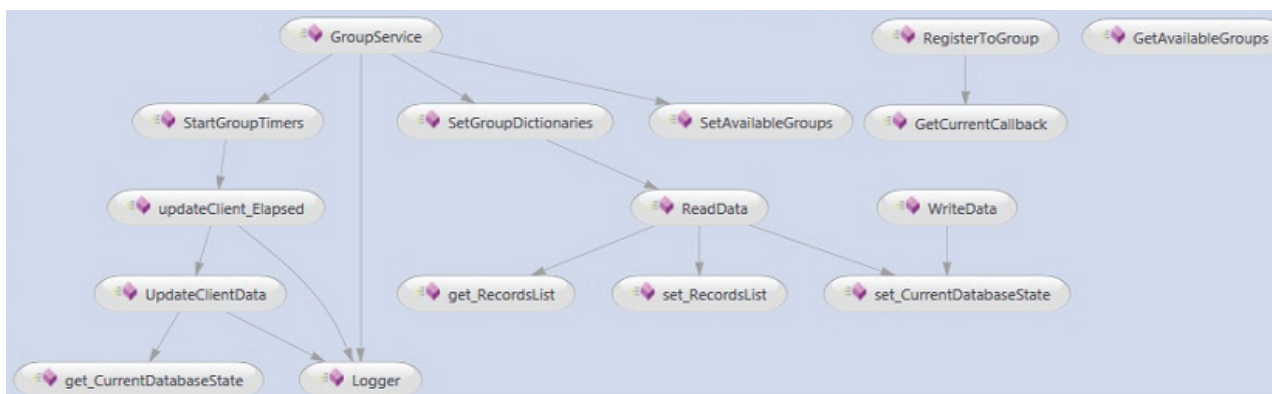


Slika 1: Dijagram povezanosti

Serverska aplikacija predstavlja WCF *callback* servis, na kom se nalazi sva logika aplikacije. Ovde se implementira interfejs *IGroupService*, koji se sastoji iz sledećih metoda:

- *RegisterToGroup()* – služi za kreiranje objekta tipa *GroupClient* koji označava da se određeni klijent pretplatio na određenu grupu,
- *GetAvailableGroups()* – metoda koja vraća listu definisanih grupa,
- *ReadData()* – služi za iščitavanje svih *record-a* koji se trenutno nalaze u bazi podataka,
- *WriteData()* – upisuje prosledene *record-e* u bazu podataka,
- *UpdateClientData()* – metoda koja vraća izmenjene *record-e* u bazu podataka.

Na slici 2 je prikazan dijagram povezanosti metoda servera. Omogućeno je da se više klijenata može istovremeno povezati na jednu instancu servisa. Servis se podiže pokretanjem konzolne aplikacije koja služi da *host-uje* servis na odgovarajućem portu. Tada dolazi do instanciranja objekta tipa *GroupService*, koji treba biti aktivan konstantno dok aplikacija radi.



Slika 2: Metode servera

Servis mora imati definisan *endpoint* (tačka pristupa) koji će klijentu prikazati svoje metode. Za svaki *endpoint* se definišu *address*, *binding* i *contract*. Definisanjem tipa *binding*-a kao *wsDualHttpBinding* obezbeđena je dvosmerna komunikacija – od servera klijentu i obratno.

Pri pokretanju servisa, poziva se konstruktor u kome se inicijalizuju potrebni podaci za rad servisa. Prvo se vrši *set*-ovanje liste svih raspoloživih grupa podataka. Za svaku grupu se definiše objekat koji sadrži elemente: *Id*, *Name*, *UpdateRate* i *PercentDeadband*.

Definisana metoda *StartGroupTimers()* za svaku grupu kreira *timer*, setuje mu interval na *updateRate* te grupe i pokreće kreirani *timer*. Time je obezbeđeno da server vodi računa o stanju na klijentu.

Kada se inicijalizuju potrebni podaci u konstruktoru, servis “čeka” da se klijenti pretplate. Kada se klijent poveže, pozvaće metodu koja će za tog klijenta sačuvati grupu na koju se pretplatio, i njegov *callback* (kako bi se kasnije znalo kome se prosleđuju podaci). Sve se to čuva u *GroupClient* objektu kojih će biti onoliko koliko se klijenata registruje. Pošto su *timer*-i setovani, nakon njihovog isteka prolazi se kroz ovu listu klijenata i ako isteklo vreme odgovara *updateRate*-u tog klijenta, njemu se vraća izmenjena lista *record*-a.

Nakon podizanja servisa, pokreću se klijentske aplikacije. Prvenstveno, *AdminClient* prilikom pokretanja pristupa servisu i čita stanje baze podataka. Dobijena lista *record*-a se prikazuje u *datagrid*-u, koji ima samo dve (od četiri) kolone sa mogućnošću izmene – kolona sa *id*-jem i datumom nemaju mogućnost izmene, dok kolone *Value* i *Quality* imaju. *AdminClient* vrši upis izmenjenog stanja u bazu podataka. Ova klijentska aplikacija služi za prikaz podataka iz baze i prezentaciju izmene podataka iz baze.

Klijentska aplikacija (*RegularClient*) nakon pokretanja od servisa traži listu dostupnih grupa na koje može da se pretplati. Klijent inicijalno poziva servisnu metodu koja mu vraća trenutno stanje baze. Nakon toga, na klijentskoj strani se samo prikazuje novo stanje baze podataka nakon određenog *updateRate*-a, ukoliko je *percentDeadband* veći od definisanog za grupu na koju se klijent pretplatio. Svaka nova klijentska aplikacija koja se pretplati na neku od ponuđenih grupa radi na isti način, istovremeno sa ostalim klijentima, što je i bilo bitno obezbediti – paralelizam rada klijenta.

6. TESTIRANJE PERFORMANSI

Na opisanoj arhitekturi sistema urađeno je testiranje performansi, tj. merenje vremena čitanja podataka iz baze i merenje vremena upisa izmenjenih podataka u bazu.

Merenje je izvršeno korišćenjem klase *Stopwatch*. U tabeli 1 su prikazani rezultati merenja, vrednosti su izražene u milisekundama.

Tabela 1: Rezultati testiranja

Akcija \ br. veličina	100	1000	10000
Vreme čitanja [ms]	22	40	79
Vreme upisa [ms]	1757	23910	283756

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazana je jedna od mogućnosti realizacije memorijske baze podataka u kojoj mogu biti skladištene trenutne vrednosti veličina nadziranog sistema. Rešenje se oslanja na WCF mehanizme, a implementira principe OPC DA specifikacije. Razvojem klijent-server aplikacije prikazano je da WCF odgovara izazovima koji se javljaju u savremenim SCADA sistemima. Distribuiranost sistema je postignuta preko klijentskih aplikacija.

8. LITERATURA

- [1] Jan Lindström, Solid, “Real time database systems”, an IBM Company, March 25, 2008.
- [2] M. Tamer Özsu, Patrick Valduriez, „Principles of distributed database systems, Third Edition“, Springer, 2011.
- [3] Oracle Times-Ten In-Memory Database, <http://www.oracle.com/us/products/database/timesten/overview/index.html>
- [4] Wolfgang Mahnke, Stefan-Helmut Leitner, Matthias Damm, “OPC Unified Architecture”, Springer, 2009.
- [5] **Error! No bookmark name given., Specification, Error! Reference source not found.: Error! Reference source not found., Version Error! Reference source not found., Error! Reference source not found..**
- [6] Windows Communication Foundation, <http://msdn.microsoft.com/>

Kratka biografija:



Bojana Timotijević je rođena u Kraljevu 1987. godine, srednju Elektro-saobraćajno tehničku školu završila je 2005. godine u Kraljevu. Iste godine upisala je Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek za elektrotehniku i računarstvo. Diplomski-bečelov rad iz oblasti Automatika i upravljanje sistemima odbranila je marta 2012.god.

PROŠIRENJE PLONE CMS SISTEMA UPOTREBOM TWITTER BOOTSTRAP OKRUŽENJA, LESS CSS PREPROCESORA I DIAZO ŠABLONA ZA TEME**EXTENDING PLONE CMS SYSTEM USING TWITTER BOOTSTRAP ENVIRONMENT, LESS CSS PREPROCESSOR AND DIAZO THEMING SCHEMA**

Vilmoš Šomodi, Milan Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj: Ovaj rad opisuje specifikaciju i implementaciju proširenja za Plone CMS sistem upotrebom Twitter Bootstrap okruženja, LESS CSS preprocesora i Diazo šablona za teme. Predstavljeno rešenje omogućuje brz razvoj modernog korisničkog interfejsa za veb aplikacije. Za realizaciju programskih dodataka korišćen je programski jezik Python, JavaScript, CSS i HTML.

Abstract: This paper provides specification and implementation of plug-ins for Plone CMS using Twitter Bootstrap, LESS CSS preprocessor and Diazo theming engine. The given solution helps developers to build graphical user interphases with ease. The system is implemented using Python and JavaScript programming language, HTML for markup and CSS for styling.

Ključne reči: Plone CMS, programski dodaci, korisnički interfejs.

1. UVOD

Istorijat razvoja veb sajtova počinje sa HTML prezentacijama. Kako se veb širio, sajtovi su postali sve kompleksniji i njihovo održavanje je postalo izuzetno težak posao. HTML kod više nije bio dovoljan i ubrzo su se pojavili sistemi za dinamičko kreiranje veb sadržaja, koji su delimično olakšali posao razvoja i održavanja ali ni to nije bilo dovoljno.

Pojavila se potreba za sistemima koji omogućuju kreiranje i održavanje hiljada stranica na takav način da i laici mogu da taj posao urade. Iz te potrebe su se pojavili i prvi sistemi za upravljanje sadržajima (CMS).

CMS je softversko rešenje koje omogućuje kreiranje, izmenu i objavljivanje informacija na vebu na konzistentan i struktuiran način.

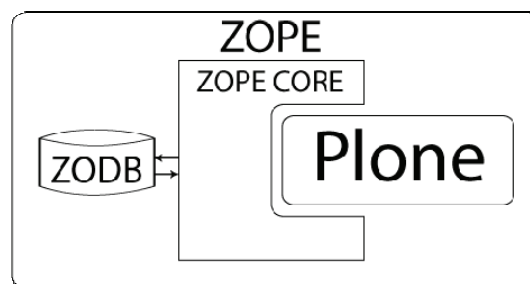
Ovaj rad proučava Plone CMS i njegove mogućnosti za softverska proširenja, sa ciljem da se jedan odličan sistem za upravljanje sadržajem unapredi i, samim tim doprinese daljem razvoju Interneta.

Plone je jedan od popularnijih i moćnijih sistema za upravljanje sadržajem. Ljudi se odlučuju za Plone zbog širokog spektra ugrađenih svojstva i lakoće korišćenja. Pri tome, Plone je mnogo više od samo sistema za upravljanje sadržajem. U pitanju je fleksibilna i proširiva softverska

platforma za kreiranje prilagođenih veb sajtova i veb aplikacija.

Takođe, Plone je i globalna zajednica korisnika, konsultanata i programera.

Plone je besplatan i open source (otvorenog koda) sistem za upravljanje sadržajem koji je razvijen na Zope aplikacionom serveru [2], koji je napisan u Python jeziku i skladišti sve podatke u Zope-ovu ugrađenu transakcionu objektnu bazu podataka (ZODB), slika 1.



Slika 1. Komponente sistema

Može da se koristi za bilo koji tip veb sajta, npr. bloga, Internet prezentacije, veb prodavnice i internog veb sajta. Prednosti Plone-a su: fleksibilni i prilagodljiv workflow (tok rada) sistem, veoma dobra sigurnosna istorija, proširivost, visoka upotrebljivost i fleksibilnost.

Plone poseduje instalacione aplikacije za Windows, Mac OS X i Linux, kao i za druge operativne sisteme. Nove nadogradnje se redovno objavljuju na Plone-ovom veb sajtu i dostupan je na preko 35 jezika.

2. RAZVOJ PROGRAMSKIH PROŠIRENJA ZA PLONE CMS

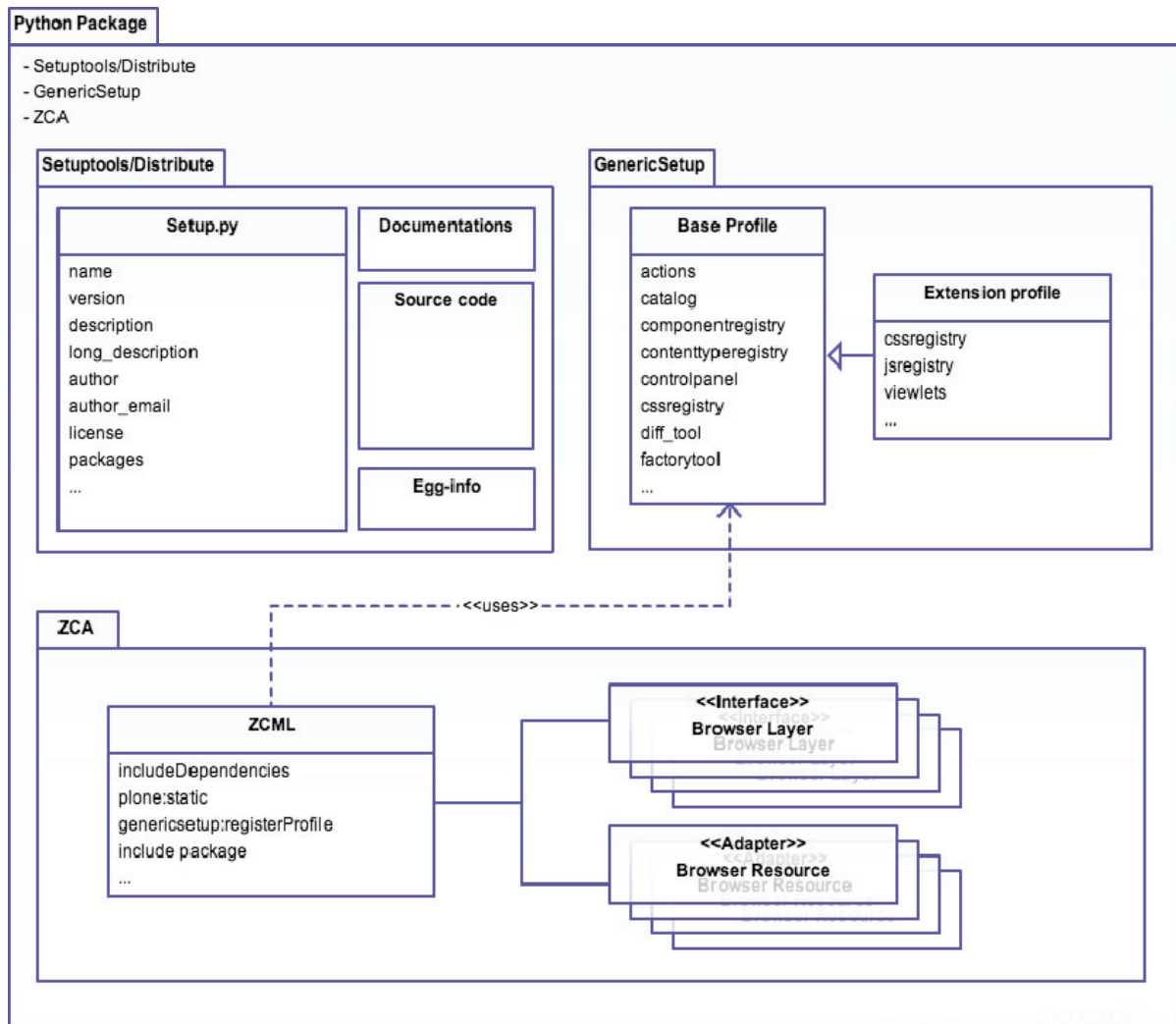
Plone sajtovi mogu biti prilagođeni instaliranjem dodatka, koji dodaju ili prilagođavaju funkcionalnost. Programski dodaci za Plone se razvijaju i distribuiraju kao Python paketi.

Python paket je kolekcija Python modula koji su postavljeni u ugnježenim direktorijumima i označavaju se sa tačkastom nomenklaturom poput *plone.app*, slika 2. **Python Egg** je način pakovanja Python paketa da bi se lakše distribuiralo.

Pošto su **Python Egg** paketi izuzetno kompleksni, koriste se šabloni za njihovo generisanje. Za generisanje baze novih paketa koristi se **ZopeSkel** [7] šablon koji sadrži potrebne fajlove za Plone dodatak. Ovako generisani paket sadrži samo osnove i služi kao početna tačka za dalji razvoj.

NAPOMENA:

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



Slika 2. Python paket

Plone dodaci koriste **Setuptools/Distribute** biblioteku za struktuiranje Python paketa, što nalaže da se na samom vrhu paketa nalazi *setup.py* fajl, odgovarajući izvorni kod, dokumentacija i drugi fajlovi [7]. *Setup.py* sadrži meta podatke o samom paketu, deklariše tekuću verziju kao i postojeće zavisnosti.

GenericSetup omogućava da se podešavanja koja su neophodna za novi paket sačuvaju u fajl i pri instalaciji da automatski podese te vrednosti. Ovo drastično smanjuje vreme potrebno za podešavanje sajta posle instalacije. Svaka komponenta koja može da se podesi sadrži import i eksport funkcije koje služe za čitanje i zapisivanje stanja paketa. **GenericSetup** uvodi ideju konfiguracionog profila. Profil je skup koraka definisan koristeći XML. Svaki .xml fajl definiše šta se dešava u jednom od tih koraka. Fundamentalna razlika između profila i instalacione metode jeste da instalaciona metoda definiše skup koraka koja se moraju izvršiti da bi se došlo do rezultata, dok profil u stvari opisuje sam rezultat. Ako se eksportuju svi koraci iz *portal_setup*, dobija se XML koji definiše korake za povratak na definisano stanje sajta.

Zope Component Architecture (ZCA) podstiče ponovno korišćenje postojećih komponenti, koji treba da su svesni šta druge komponente obećavaju ili pružaju. Ova informacija može se skupiti pomoću interfejsa i adaptera. Interfejs opisuje metode i attribute sa kojima objekat

raspolaze. Oni opisuju šta komponenta zna da radi, ali ne i kako da radi. Adapteri su zaduženi za kako treba da radi deo. Adapteri proširuju postojeće komponente bez promene koda originalne komponente. Oni povezuju request (zahtev) i context (kontekst) za novi objekat. **Browser view** je jednostavan adapter konteksta koji zadovoljava određeni interfejs i zahteva sa određenim lejerom. ZCA zna samo za adaptere koji su mu registrovani. Za to se koristi **Zope Configuration Markup Language (ZCML)**. To je XML dijalekt koji se koristi za konfiguraciju mnogih aspekata aplikacije, kao što su prava pristupa, registracija komponenta, itd.

Da bi programsko proširenje bilo vidljivo za Plone, potrebno ga je smestiti na određenu lokaciju na disku i podesiti *Buildout* da ga uključi u izvršni kod. Ovaj postupak sastoji se iz sledećih koraka:

1. *Buildout* instalira [instance] deo koji generiše *bin/instance* skriptu koja služi za pokretanje servera.
2. *plone.recipe.zope2instance* kalkuliše radni set iz eggs podešavanja.
3. Ovo sadrži novo dodatnu distribuciju *my.theme*.
4. Postavlja Plone kao zavisnost što upućuje *Buildout* da instalira ceo Plone.

Pri izvršavanju se dešava sledeće:

1. *bin/instance* skripta pokreće Zope.
2. Zope učitava *site.zcml* fajl (*parts/instance/etc/site.zcml*) kao deo njegovog početnog procesa.
3. Ovo automatski uključuje ZCML konfiguraciju za pakete u *Products.** imenskom prostoru, uključujući *Products.CMFPlone*, što je glavni Plone paket.
4. Plone koristi *z3c.autoinclude* za automatsko čitanje ZCML konfiguracija paketa koji su to naznačili u *setup.py* pod *z3c.autoinclude.plugin* sa *target=plone*.
5. *my.theme* distribucija sadrži takvu naznaku, tako da će biti konfigurisan, kao i svi paketi i fajlovi koji su eksplicitno uključeni u njegovom *configure.zcml* fajlu.

2.1. Kreiranje nove teme

Plone, kao i većina CMS sistema, se zasniva na selektivnom prepisivanju šablona i skripti koje se koriste za kreiranje stranica. Ovaj pristup može da bude izuzetno moćan, ali zahteva mnogo dublje poznavanje Plone-a kao na primer **Zope Page Templates** (šabloni korišćeni za kreiranje stranica) i Python programskog jezika. Novi način kreiranja teme je **Diazo** projekat, koji omogućuje web dizajnerima i ne-programerima da razvijaju teme.

Diazo je eksterni projekat za HTML teme, takozvani *theming proxy*, koji omogućuje sastavljanje HTML stranice iz internih i eksternih sajtova koristeći jednostavna XML pravila. Ovo razdvaja razvoj teme od razvoja veb aplikacije. Diazo je projekat otvorenog koda, pisan je u Python jeziku i generiše XSLT (Extensible Stylesheet Language Transformations). Diazo generiše sajt sa temom koristeći pravila koje korisnik definiše za spajanje sadržaja iz dinamičkog web sajta i statičkog HTML koda. Fajl sa pravilima sadrži direktive koji na primer definišu zamenu sadržaja iz dinamičkog web sajta sa HTML elementom u temi. Direktive korišćene u Diazou su sledeće:

- *replace*: zamenjuje element ili atribut u šablonu sa sadržajem iz sadržaja
- *before* i *after*: dodaje element ispred ili iza drugog elementa
- *drop*: briše element ili atribut
- *strip*: obriše element ali ne i podelemente
- *merge*: spaja attribute
- *copy*: kopiranje datog elementa ili atributa iz sadržaja u šablon

Elementi ili atributi se mogu selektovati pomoću XPath selektora ili CSS3 selektora. Napredne funkcije uključuju uslove zasnovane na prisutnosti elementa u sadržaju ili na putanji, grupisanje, korišćenje više šablona, izmena sadržaja u hodu, korišćenje XSL direktiva, promena Doctype-a, XInclude protokol. [8]

Diazo-ov kompajler generiše XSLT kod koji se može koristiti na bilo kom web serveru koji poseduje XSLT procesor, kao na primer Apache (koristeći *mod_transform*), Varnish ili WSGI. Diazo teme se mogu koristiti uz Plone i to uz pomoć *plone.app.theming* paketa.

Ovaj paket koristi Zope-ov *post-publication hook* (tačka spajanja pre objavljivanja sadržaja) za primenu XSL transformacija [7].

Korisnički interfejs veb aplikacije se sastoji od dinamičkog dela, što obezbeđuje Plone, i statičkog dela kao što su CSS i JavaScript fajlovi, slike, fontovi, itd. Radi brzog razvoja korisničkog interfejsa koriste se već postojeći šabloni i proširenja koji se odnose na statičke komponente teme.

HTML5 Boilerplate je proizvod dvo i po godišnjeg iterativnog razvoja i sadrži puno najboljih praksi i tehnika za kreiranje web sajtova. HTML5 Boilerplate nije framework (softverska platforma), već šablon koji može da se modifikuje da bi se prilagodio potrebama projekta. Ne moraju slepo da se prate instrukcije šablona već se koriste samo oni delovi koje su pogodne za dati projekat. Odlično je dokumentovan i služi kao početna tačka za razvoj korisničkog interfejsa koji je zasnovan na HTML5 standardu.

Twitter Bootstrap je besplatna kolekcija alata za kreiranje web sajtova i web aplikacija. Sadrži HTML i CSS šablone za tipografiju, forme, dugmadi, navigaciju i druge komponente interfejsa, kao i JavaScript ekstenzije. Bootstrap poseduje relativno nepotpunu podršku za HTML5 i CSS3, ali je zato kompatibilna sa svim glavnim pretraživačima.

Postoji koncept parcijalne kompatibilnosti koja omogućuje da osnovne informacije mogu biti dostupne za sve uređaje i pretraživače. Na primer svojstva koja su uvedena u CSS3 za zaobljene ivice, gradijente ili senke su korišćene u Bootstrapu iako stariji pretraživači ih ne podržavaju.

LESS je dinamički stylesheet (opis stilova) jezik. Nastao je pod uticajem Sass jezika od kojeg je nasledio ideju za adaptirani CSS blok formatiranu sintaksu. Sintaksa za LESS se zasniva na ugnježđenom metajeziku. LESS obezbeđuje sledeće mehanizme: variable, ugnježđanje, mixinove, operatore i funkcije. Osnovna razlika između drugih CSS prekompajlera je da je kompajliranje u realnom vremenu podržano od strane pretraživača pomoću *LESS.js* JavaScript biblioteke. LESS takođe može da se kompajlira i na klijentskoj strani kao i na serverskoj, ili da se kompajlira ručno u običan CSS.

Modernizr je mala JavaScript biblioteka koja detektuje prisutnost ugrađenih web tehnologija sledeće generacije. Ove tehnologije su nove funkcionalnosti koje dolaze sa novim HTML5 i CSS3 specifikacijama.

Modernizr koristi detekciju mogućnosti pretraživača umesto dosadašnje provere pretraživačevog user agent (pretraživačev meta podatak) svojstva da bi zaključio šta pretraživač podržava a šta ne. Postoji preko 150 funkcija sledeće generacije koji se proveravaju pa se kreira JavaScript objekat koji sadrži rezultate ovih provera. Takođe se postavljaju odgovarajuće klase na HTML element koji ukazuju na mogućnosti datog pretraživača. Da bi se izvršila detekcija mogućnosti, Modernizr uglavnom kreira element, postavi određena podešavanja i odmah pokuša da pristupi tim podešavanjima. Pretraživači koji podržavaju datu funkcionalnost vraćaju smisleni odgovor a oni koji ne podržavaju ne vraćaju nista ili vrata undefined (nedefinisano).

Responsive dizajn je pristup u web dizajnu namenjen pravljenju sajtova koji pružaju optimalno iskustvo gledanja – lako čitanje i navigacija sa minimalnom promene veličine, pomeranja i skrolovanja – kroz širok spektar uređaja (od desktop računara sve do mobilnih telefona). To znači da se grafički dizajn web stranica dinamički prilagođava karakteristikama korišćenog uređaja.

2.2. Kreiranje šablona za generisanje paketa teme

Da bi se kreirala nova tema za Plone CMS potrebno je proći kroz niz koraka što predstavlja ogroman posao samo za to da bi se došlo do funkcionalne teme sa neutralnim bojama i osnovnim funkcionalnostima. Automatizacija ovog postupka može se postići pisanjem šablona koji će služiti za generisanje nove teme. Za ovaj zadatak poslužiće ZopeSkel alat. Da bi se sve povezalo, potrebno je uraditi sledeća tri koraka: kreirati klasu, kreirati entry point i napisati sam šablon.

Klasa za definisanje ZopeSkel šablona treba da sadrži neophodne podatke o samom šablonu, kao i da definiše opcije koje korisnik može da bira pri generisanju teme.

Entry point mehanizam služi za konfiguraciju samog ZopeSkel alata da bi mogao da nađe ovaj novi šablon i da ga koristi.

Pri generisanju paketa korisnik navodi ime novog paketa i to ime će se koristiti za kreiranje strukture foldera. Da bi ZopeSkel generisao imena foldera, neophodno je da ime foldera bude naziv promenljive između + znakova. Na primer `+namespace_package+` ili `+package+`. Šablon može da sadrži osnovne fajlove koji će biti samo kopirani bez ikakvih izmena, i posebne šablon fajlove koje sadrže promenljive koje se zamenjuju sa odgovarajućim vrednostima pri generisanju teme. Ovi fajlovi imaju `_tmpl` nastavak u imenu.

2.3. Generisanje nove teme

Za generisanje teme potrebno je pozvati odgovarajuću ZopeSkel komandu koja će izgenerisati novi Python paket koristeći `diazo_theme` šablon. Generator će postaviti pitanja u toku generisanja da bi uključio ili izostavio određene komponente novog paketa.

Izgenerisano programsko proširenje će biti smešteno u folder po nazivu paketa i neophodno je uključiti ga u buildout da bi postao deo izvršnog koda. Pošto je nova tema još pod razvojem smešta se u `src` folder i `buildout.cfg` se modifikuje da sadrži novi paket. Ponovnim pozivanjem buildout komande nova tema postaje dostupna Plone CMS-u i moguće je instalirati dati paket za određenu Plone instancu.

3. ZAKLJUČAK

Plone programeri su se potrudili da obezbede raznovrsne programske dodatke, bila to mala unapređenja osnovne funkcionalnosti ili pak kreiranje novih komponenti poput foruma, blogova, alata za integraciju sa bazama podataka, itd.

Svaki projekat je drugačiji i zahteva nove i jedinstvene funkcionalnosti, pa se zbog toga pristupa razvoju novih programskih proširenja. U ovom radu predstavljen je način razvoja modularnih programskih proširenja za Plone CMS, sa akcentom na proširenje koje sadrži korisnični interfejs sajta. Programski dodaci za Plone, su izuzetno kompleksni i koriste se šabloni za njihovo generisanje. Postojeći šabloni sadrže samo najosnovnije komponente programskog dodatka, a u mnogim slučajevima bi bilo zgodno da sadrže još i dodatna unapređenja, s toga je predstavljen način za kreiranje ovakvih šablona za generisanje proširenih paketa.

4. LITERATURA

- [1] Plone CMS, <http://plone.org>
- [2] Zope Application Server, <http://zope.org>
- [3] Tarek Ziadé, Expert Python Programming, Packt Publishing, Brimingham, 2008. ISBN 978-1-847194-94-7
- [4] Philipp von Weitershausen, Web Component Development with Zope 3, Second Edition, Springer, Springer Berlin Heidelberg New York, 2007. ISBN-10 3-540-33807-1
- [5] Baiju Muthukadan, A Comprehensive Guide to Zope Component Architecture, <http://www.muthukadan.net/docs/zca.pdf>
- [6] Alex Clark, Clayton Parker, Darci Hanning, David Convent, John DeStefano, Jon Stahl, Martin Aspeli, Matt Bowen, Ricardo Newbery, Sam Knox, Steve McMahon, Tom Conklin, Veda Williams, Practical Plone 3, Packt Publishing, Brimingham, 2009. ISBN 978-1-847191-78-6
- [7] Martin Aspeli, Professional Plone 4 Development, Packed Publishing, Brimingham, 2011. ISBN 978-1-849514-42-2
- [8] Diazo, <http://docs.diazo.org/en/latest/index.html>

Kratka biografija:

Vilmoš Šomodi rođen je 23.04.1985. godine u Zrenjaninu. Osnovnu školu „Sonja Marinković“ završio je 2000. godine. Gimnaziju „Zrenjaninska Gimnazija“ u Zrenjaninu završio je 2004. godine. Iste godine upisao se na Fakultet tehničkih nauka, odsek Računarstvo i automatika. Smer Računarske nauke i informatika upisao je školske 2006/2007. godine. Položio je sve ispite predviđene planom i programom.

Milan Vidaković rođen je u Novom Sadu 1971. godine. Doktorirao je 2003. godine na Fakultetu tehničkih nauka, a 2009. godine izabran je za vanrednog profesora iz oblasti *Primenjene računarske nauke i informatika* na Fakultetu tehničkih nauka.

ANALIZA SIGURNOSTI DISTRIBUTIVNIH MREŽA CONTINGENCY ANALYSIS IN DISTRIBUTION NETWORK

Mitra Glogovac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana analiza sigurnosti distributivnih mreža. Takođe, opisana je uska veza između analize pouzdanosti i analize sigurnosti distributivnih mreža, kao i povezanost ova dva indikatora kvaliteta sistema. Prikazan je algoritam analize sigurnosti koji se bazira na algoritmu tokova snaga i restauracije napajanja. Simulirani ispadi sekcija izvoda i odgovarajuće varijante restauracije napajanja za svaki ispad dati su na primjeru test mreže.

Abstract – The paper deals with contingency analysis in distribution network. Also, close link between the analysis of reliability and contingency analysis and correlation of these two indicators of quality systems are described. Algorithm of contingency analysis is based on load flow algorithm and supplies restoration algorithm. Simulated section outages of feeder and appropriate restoration variant for each outage are given in example of test network.

Ključne reči: Sigurnost, restauracija napajanja, analiza sigurnosti

1. UVOD

Pod terminom sigurnost podrazumjeva se sposobnost sistema da održi vezu između potrošnje i proizvodnje čak i u slučajevima nepredviđenih događaja. Sigurnost se mjeri preko determinističkih indeksa, kao što je na primjer “n-1” ili “n-D” kriterijumi koji se koriste u planiranju razvoja i održavanju sistema. Analiza sigurnosti se zasniva na velikom broju sistemskih simulacija. Nepredviđeni događaji u sistemu bez obzira da li su planski ili neplanski, izazivaju promjene tokova snaga i napona u sistemu. Ova funkcija spada u grupu funkcija za analizu rada mreže. Može se definisati kao analiza koja se primjenjuje u analizi kvarova u određenim dijelovima mreže i testiranju mogućnosti obezbjeđenja restauracije napajanja. Rezultat je lista kritičnih ispada ukoliko napajanje ne može biti vraćeno svim potrošačima, kao i lista neophodnih unapređenja mreže kako bi se prevazišli dati problemi. U drugoj glavi ovog rada biće opisana pouzdanost distributivnih mreža. Treća glava opisuje analizu sigurnosti u distributivnim mrežama, algoritam ove funkcije i uticaj konfiguracija distributivnih mreža na sigurnost pogona. U četvrtoj glavi su opisani proračuni procjene sigurnosti 12,75 kV izvoda. U petoj glavi je dat zaključak, dok je šestoj glavi navedena literatura.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Duško Bekut, red.prof.

2. UTICAJ ANALIZE POUZDANOSTI NA ANALIZU SIGURNOSTI

Sigurnost napajanja se u distributivnim mrežama obezbjeđuje na osnovu rezultata analize pouzdanosti, koja daje visinu štete usled neisporučene energije i stepena neprihvatljivosti prekida isporuke. Uobičajeno je da se pri planiranju izgradnje kablovske mreže naponskog nivoa 110 kV zadovolji kriterijum sigurnosti “n-1”, dok je u mrežama nižeg naponskog nivoa 35 kV, 20 kV i 10 kV ovaj kriterijum potrebno zadovoljiti tamo gdje je to i ekonomski opravdano (velika gustina potrošnje i visok prioritet potrošača).

Sigurnost se uvodi u planiranje distributivnih mreža na dva načina:

- 1) određivanjem topologije mreže na osnovu “n-x” kriterijuma
- 2) postavljanjem minimalnih granica za pokazatelje pouzdanosti (dozvoljeni prag vrijednosti za učestanost, trajanje kvara, neisporučenu energiju ili kombinaciju ovih veličina)

2.1. Određivanje topologije mreže na osnovu “n-x” kriterijuma

Sigurnost se tretira kao ograničenje koje mora da bude ispunjeno, prije svega u topologiji mreže (“n-1” kriterijum sigurnosti). Prilikom izbora topologije mreže nameće se problem rješavanja posljedica otkaza bilo da su iznenadni ili planski. Konfiguracija distributivnih mreža mora da omogući napajanje potrošača kako u stanjima normalnog rada tako i u stanjima otkaza. Ovaj kriterijum moguće je dopuniti i sa principom: “Što manja ispala snaga potrošača, to je veće dozvoljeno vrijeme prekida napajanja”. Svaki konkretan potrošač ima svoje specifičnosti u pogledu dozvoljenog vremena prekida napajanja. Kod otkaza određenih potrošača dopušta izvestan kraći period prekida napajanja. Princip “Što manja ispala snaga potrošača, to je veće dozvoljeno vrijeme prekida napajanja” opisan je tabelom 2.1.1, u kojoj su navedene klase potrošačkih područja, opsezi snaga i opsezi dozvoljenih vremena trajanja prekida napajanja.

Prednosti ovog pristupa su: jednostavnost primjene, jednak pristup svim potrošačima i dugogodišnja primjena ovog principa u praksi. Međutim, ovaj pristup može da dovede do neopravdano velikih troškova, a pored toga, podrazumjeva da su ispunjeni i neki uslovi za njegovu primjenu, a to su nezavisnost događaja i relativno niske vrijednosti učestalosti kvarova i vremena opravke kvara.

Tabela 2.1.1 – Klase potrošačkih područja i dozvoljena vremena prekida napajanja istih

Klase potrošačkih područja	Snaga potrošačkog područja (P_{pot})	Dozvoljeno trajanje prekida napajanja ($t_{prekida}$)
A	$10KW \leq P_{pot} \leq 100KW$	$10h \leq t_{prekida} \leq 24h$
B	$100KW \leq P_{pot} \leq 1MW$	$5h \leq t_{prekida} \leq 10h$
C	$1MW \leq P_{pot} \leq 10MW$	$30min \leq t_{prekida} \leq 5h$
D	$10MW \leq P_{pot} \leq 80MW$	$10min \leq t_{prekida} \leq 30min$
E	$80MW \leq P_{pot} \leq 100MW$	$1min \leq t_{prekida} \leq 10min$

2.2. Postavljanje minimalnih granica za pokazatelje pouzdanosti

Pouzdanost se u planiranje elektroenergetskih sistema uvodi kao dio ciljne funkcije:

- 1) višekriterijumska optimizacija,
- 2) optimizacija ukupnih troškova uz uvažavanje troškova prekida.

Optimizuje se ciljna funkcija čiji su pokazatelji pouzdanosti izračunati (SAIFI; CAIFI, SAIDI, CTAIDI) [1].

SAIFI – indeks prosječne frekvencije otkaza

SAIDI – indeks prosječnog trajanja otkaza

CAIFI – indeks prosječne frekvencije otkaza potrošača

CTAIDI – indeks ukupnog prosječnog trajanja otkaza potrošača

Prednost ovog načina tretiranja pouzdanosti je u njegovom kvantitativnom, a ne kvalitativnom, opisnom pristupu. Za izračunavanje pokazatelja pouzdanosti mogu da se koriste dvije grupe metoda: analitičke (računaju se pokazatelji zatvorenog sistema od interesa - učestanost, trajanje kvara) i simulacione (pokazatelji se dobijaju nakon izvršenog dovoljnog broja simulacija ponašanja sistema). Postoji, međutim, i više nedostataka. Kao prvo, relativno je teško tačno procijeniti troškove neisporučene energije i snage (različiti tipovi potrošača, subjektivnost u ocjenjivanju šteta,...). Drugi razlog je taj, što čak i da znamo štete učinjene potrošačima, te "eksterne" troškove učinjene u ravni opšte nacionalne ekonomije moramo svesti na "interne", odnosno na troškove samog distributivnog preduzeća. Svakako da pristup ovom problemu treba da bude novi tarifni sistem koji u samu cijenu energije uračunava različite rizike od prekida napajanja.

Proces planiranja razvoja jedne elektrodistributivne mreže složen je tehničko-ekonomski problem i u sebi obuhvata više činilaca. Zadatak koji se postavlja pred planerom mreže je određivanje najbolje strategije razvoja mreže, koja mora da zadovolji i izvjesna ograničenja. Naime, mreže se planiraju tako, da u svakoj etapi razvoja zadovolje zahtjeve potrošača na posmatranom području, kako u pogledu mogućnosti isporuke zahtjevanе snage i energije, tako i u pogledu kvaliteta te isporuke. Najpovoljnijim tehničkim rešenjem treba smatrati ono

kojim se postižu najniži troškovi u planskom periodu, uz zadovoljenje svih tehničkih kriterijuma.

3. ANALIZA SIGURNOSTI DISTRIBUTIVNIH MREŽA

Ova funkcionalnost se zasniva na velikom broju sistemskih simulacija. Nepredviđeni događaji u sistemu bez obzira da li su planski ili neplanski, izazivaju promjene tokova snaga i napona u sistemu. Planiranje distributivne mreže na osnovu analize nepredviđenih događaja ima više prednosti od kojih je jedna svakako modularnost, pa omogućuje razmatranje samo jedne komponente sistema i poboljšanje kritičnih komponenti u sistemu. Selekcija nepredviđenih događaja predstavlja simulaciju nepredviđenih događaja na elementima od interesa, odnosno elementima čiji ispad izaziva veće sistemske problema [2]. Odabir elementa u sistemu vrši operator na osnovu iskustva.

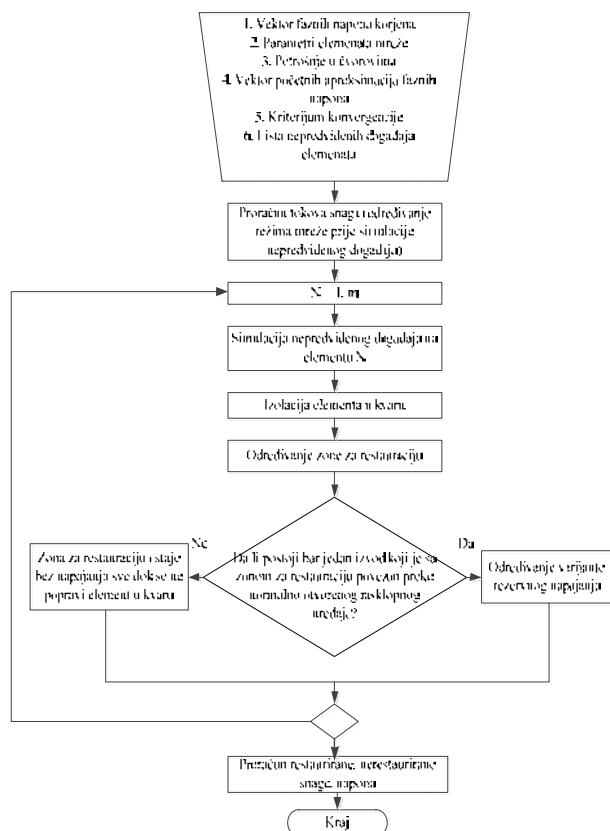
Ovdje će se razmatrati „n-1“ kriterijum sigurnosti, jer simultani ispadi više elemenata su rijetki i imaju nisku vjerovatnoću događaja. Analiza sigurnosti značajno utiče na poboljšanje menadžmenta operacija kako bi se minimizovali gubici. Zadatak svih distributivnih preduzeća jeste da procjene sigurnost distributivne mreže i da poboljšaju kvalitet usluge i prevencije ovih događaja. U slučaju nepredviđenog događaja sistem treba što brže da odreaguje, kako bi obezbjedio sigurnost napajanja. Ovakvi događaji u sistemu izazivaju promjenu stanja jednog ili više elemenata. Nepredviđeni događaji imaju veliki uticaj na naponsku stabilnost sistema. Neposredno nakon što se desi neki nepredviđeni događaj u sistemu, potrebno je preuzeti korekzione akcije kako bi sistem izbjegao naponsku nestabilnost ili da bi sistem bio podložan manjim naponskim varijacijama, koje su unutar prethodno definisanih kriterijuma.

3.1. Algoritam analize sigurnosti distributivnih mreža

U nastavku će biti opisan algoritam, gdje se na osnovu ispale sekcije izvoda, traži moguća kombinacija rasklopnih uređaja koje je potrebno zatvoriti i otvoriti, koja će omogućiti restauraciju napajanja djelu pogođenim kvarom i to uz zadovoljenje svih operativnih ograničenja. To implicira strategiju transfera pomoću prekidačkih akcija.

Algoritam ove funkcije sastoji se od sledećih koraka:

1. određivanja odgovarajućih ulaznih podataka, koje predstavlja: tekuća topologija sistema koja je određena trenutnim statusima prekidača i elementom na kom se simulira kvar,
2. poziva tokova snaga, odnosno određivanja stanja sistema prije simulacije nepredviđenog događaja,
3. izolacije elementa na kojem se desio nepredviđeni događaj,
4. restauracije napajanja ostrva koje je ostalo bez napajanja izolacijom kvara,
5. poziva tokova snaga, kako bi se odredilo stanje sistema nakon restauracije napajanja i provjera postojećih ograničenja.



Slika 3.1.1 – Globalni blok dijagram analize sigurnosti distributivnih mreža

3.2. Restauracija napajanja u distributivnim mrežama

Restauracija napajanja je funkcija koja se koristi za određivanje optimalnog plana manipulacija u svrhu obnavljanja napajanja dijela izvoda koji je ostao bez napajanja nakon izolacije kvara.

Funkcija kao rešenje daje predlog svih varijanti alternativnog napajanja.

Za rješavanje problema restauracije koristi se više grupa metoda: optimizacione metode, heurističke metode, ekspertni sistemi i vještačka inteligencija, probablističke metode, metode bazirane na fuzzy pristupu i metode bazirane na tehnikama upravljanja sa rizikom [3]. U ovom radu biće predstavljen heuristički višekriterijumski algoritam za određivanje varijanti rezervnog napajanja. Algoritam restauracije napajanja sastoji se od sledećih globalnih koraka:

- određivanja djela mreže u kojem se manifestuju problemi,
- određivanja lokalne mreže,
- izbora varijante rezervnog napajanja.

3.2.1. Određivanje dijela mreže u kojoj se manifestuju problemi

Ovaj korak globalnog algoritma za restauraciju napajanja odnosi se na određivanje zone u kojoj se manifestuju problemi. Razmatraće se tipovi problema koji se odnose na kvarove ili remonte. Kada su u pitanju kvarovi ili remontu mogu se uočiti tri zone:

1. **zona kojoj se odmah može vratiti napajanje** (predstavlja dio izvoda od prekidača na početku izvoda do mjesta kvara),

2. **zona sa kvarom** (ova zona predstavlja dio izvoda koji se nalazi između prekidača koji izoluju mjesto kvara, njoj se ne može vratiti napajanje dok se element pogođen kvarom ne zamjeni),

3. **zona za restauraciju** (ova zona predstavlja dio distributivne mreže od mjesta kvara do kraja izvoda, koji nakon izolacije kvara ostaje bez napajanja).

3.2.2. Određivanje lokalne mreže

Lokalna mreža se sastoji od zone za restauraciju i određenog broja izvoda koji imaju mogućnost preuzimanja opterećenja zone za restauraciju.

U nekim situacijama efikasnije je realizovati varijantu sa manjim brojem manipulacija, uz određenu redukciju opterećenja u zoni za restauraciju. Na taj način veličina lokalne mreže predstavlja kompromis između dva protivrječna zahtjeva, a to su: zahtjev za minimizacijom snage nerestauriranog opterećenja i zahtjev za minimalnim troškovima manipulacija.

3.2.3. Određivanje varijante rezervnog napajanja

Prvo se pretražuje da li postoji potencijalna osnovna varijanta rezervnog napajanja i ona predstavlja pronalaženje nekog od susjednih izvoda koji je sa zonom za restauraciju povezan preko normalno otvorenog rasklopnog uređaja. Ovo pretraživanje se vrši kretanjem kroz mrežu u smjeru toka energije, od repozitiva zone za restauraciju (prvi element zone za restauraciju) prema krajevima izvoda, a kao kriterijum zaustavljanja koristi se pronalazak normalno otvorenog rasklopnog uređaja. Ukoliko je pronađena potencijalna osnovna varijanta, potrebno je zatvoriti prethodno pronađeni normalno otvoreni rasklopni uređaj i pokrenuti funkciju tokove snaga kako bi se provjerila naponska ograničenja u svim čvorovima, termička ograničenja elemenata i funkcionalnost relejne zaštite. Ukoliko nijedno od prethodnih ograničenja nije narušeno, uspješno je pronađena osnovna varijanta rezervnog napajanja. Pronalazak osnovne varijante, kao varijante za restauraciju, obično predstavlja najkvalitetnije rješenje kojim se restaurira kompletno opterećenje uz minimalne troškove manipulacija.

U slučaju da se ne pronađe nijedna osnovna varijanta, prelazi se na kompleksnija rješenja. Sada se vrši pretraživanje kroz mrežu u smjeru toka energije, od repozitiva zone za restauraciju prema krajevima izvoda, a kao kriterijum zaustavljanja koristi se pronalazak dva normalno otvorena rasklopna uređaja. Kada se pronađu dva normalno otvorena rasklopna uređaja, potrebno je voditi računa da se ne stvori petlja između susjednih izvoda, pa je iz tog razloga potrebno izvršiti diobu zone za restauraciju.

Dioba zone za restauraciju vrši se na osnovu otvaranja nekog od normalno zatvorenih rasklopnih uređaja. Zatim je potrebno da se provjeri radikalnost pogona, kao i naponska i termička ograničenja te funkcionalnost relejne zaštite.

U slučaju da je neko od prethodnih ograničenja narušeno, kompleksna varijanta nije pronađena. Ako nijedna kompleksna varijanta nije pronađena, prelazi se na pretraživanje varijante sa redukcijom opterećenja zone za restauraciju.

Ukoliko ni ova varijanta nije pronađena, prelazi se na pretraživanje varijante sa generatorom i varijante sa preopterećenjem.

Na kraju kada su određene varijante restauracije napajanja, potrebno je proračunati snagu nerestauriranog opterećenja

$$P_{nerestaurirano} = n \sum_{i \in \alpha_n} P_i + p \sum_{i \in \alpha_p} P_i \quad (3.2.3.1)$$

gdje su:

n, p – težinski faktori,

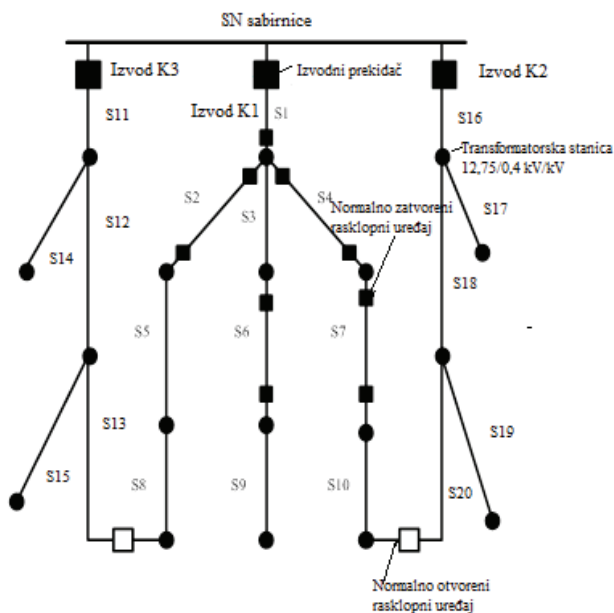
α_n – skup indeksa običnih potrošača kojima u pronađenoj varijanti nije restaurirano napajanje,

α_p – skup indeksa prioritetnih potrošača kojima pronađenom varijantom nije restaurirano napajanje,

P_i – snage prioritetnih potrošača kojima nije restaurirano napajanje.

4. PRIMJERI PRORAČUNA I REZULTATI

U ovom djelu će biti prikazan proračun analize sigurnosti za dio mreže sa jednim izvodom naponskog nivoa 12,75 kV, koji se sastoji od 10 sekcija i 30 potrošača.



Slika 4.1 - Test mreža

U mreži postoje dva normalno otvorena rasklopna uređaja pomoću kojih se može izvršiti restauracija napajanja. Proračun će se vršiti tako što će se simulirati ispad svake od sekcija izvoda. Zatim će se za svaku sekciju tražiti odgovarajuća varijanta restauracije na osnovu prethodno opisanog algoritma.

Tabela 4.1 – Rezultati dobijeni proračunom analize sigurnosti 12,75kV izvoda

Sekcija	Nerestaurirana snaga[kW]	Varijanta restauracije
S1	0	kompleksna
S2	0	osnovna
S3	90	ne postoji
S4	0	osnovna
S5	30	ne postoji
S6	20	ne postoji
S7	0	osnovna
S8	20	ne postoji
S9	10	ne postoji
S10	10	ne postoji

5. ZAKLJUČAK

Stopu sigurnosti distributivne mreže moguće je odrediti pomoću algoritma analize sigurnosti. Ovom funkcijom određuju se kritična mjesta u sistemu, koji predstavljaju polaznu tačku za buduće investicije (modernizaciju i automatizaciju mreže). Na osnovu iznosa nerestaurirane snage dobija se indikacija da li potrebno vršiti dodatna ulaganja u sistem i opremu. Planeri distributivne mreže na osnovu ovih rezultata mogu da odrede najbolje tehničko – ekonomsko rešenje kako bi se ovi problemi prevazišli u budućnosti i mreža imala visok stepen sigurnosti.

6. LITERATURA

- [1] IEEE Power Engineering Society, *IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices*, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, USA, 2004
- [2] Milan S. Čalović, Andrija T. Sarić, Predrag Č. Stefanov: *Eksploatacija elektroenergetskih sistema u uslovima deregulisanog tržišta*, Tehnički fakultet, 2005
- [3] Dragan Popović, Duško Bekut, Valentina Dabić: *Specijalizovani DMS algoritmi*, Stylos, Novi Sad, 2004

Kratka biografija:



Mitra Glogovac rođena je u Zagrebu 1989. godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu upisala je školske 2008/2009, smjer energetika, elektronika i telekomunikacije, a diplomirala na osnovnim studijama 2012.god., smjer elektroenergetski sistemi. Master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranila je 2014 god.

DINAMIČKA TERMIČKA ANALIZA KABLOVA, NADZEMNIH VODOVA I ULJNIH TRANSFORMATORA**DYNAMIC THERMAL ANALYSIS OF CABLES, OVERHEAD LINES AND OIL TRANSFORMERS**

Vukadin Glogovac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su obrađeni dinamičko-termički modeli za kablove, nadzemne vodove i uljne transformatore. Za razliku od statičkih, dinamički proračuni termičkog stanja nude način da se poveća korišćenje termičkog kapaciteta pri različitim vremenskim uslovima i opterećenjima. To istovremeno vodi ka smanjivanju rizika od ispada sistema, odnosno povećanja pouzdanosti pogona. Proračuni termičkog stanja uobičajeno se vrše u odnosu na dve najvažnije veličine, a to su dozvoljena temperatura koju diktira klasa izolacije kao i strujno opterećenje analiziranog elementa. Detaljnije se analiziraju modeli za sve prethodno navedenih elemenata, kao i rezultati dobijeni pomoću programskog koda u MATLAB-u. Definisane su jasne razlike u primeni dinamičkog modela u odnosu na statički model.

Abstract – this paper deals with dynamic thermal models for cables, overhead lines and oil transformers. Unlike of static, dynamic thermal models calculations offers possibility to increase usage of thermal capacity during various weather and loading conditions. It also means that risk of outage is smaller and increasing operation reliability. Thermal state calculation is commonly done using two crucial values - allowed temperature defined by thermal class of isolation as well as current load of analyzed element. Paper analyzed more detailed model of above listed elements as well as results produced by MATLAB program. Clear differences in application dynamic and static model are defined.

Ključne riječi: *Dinamičko-termički modeli, zagrevanje, kapacitet, efikasnost, pouzdanost*

1. UVOD

Sa sve većom potražnjom električne energije postoji potreba za boljim iskorišćenjem postojeće opreme, kako bi se odložile kapitalne investicije. Statički proračuni kojima se definiše maksimalni kapacitet elementa elektroenergetskog sistema (za vodove i kablove [A], za transformatore [kVA]) koriste najlošije vremenske uslove, koji utiču na porast temperature, koji se na određenom geografskom području javljaju jednom

u nekoliko godina. Pošto su takvi vremenski uslovi retko zastupljeni predloženi statički rejtinzi ne daju pravu ocenu kapaciteta elemenata. Iz pomenutog razloga postoji težnja da se statički proračuni zamene dinamičkim.

Osnovne prednosti dinamičkog pristupa su pre svega bolja iskorišćenost opreme, poboljšanje pouzdanosti elektroenergetskog sistema, mogućnost kratkoročnog ili dugoročnog preopterećenja u slučaju ispada određenog dela elektroenergetskog sistema, ili u slučaju neplaniranog rasta potrošnje.

Dinamički i termički modeli opisani su za tri glavna elementa u elektroenergetskom sistemu, a to su: kablovi (opisani u drugom delu rada), nadzemni vodovi (opisani u trećem delu rada) i transformatori (opisano u četvrtom delu data).

Ostala oprema se modeluje jednostavnim metodama za prilagođenje karakteristikama okoline. Termički modeli pružaju mogućnost proračuna kritične temperature u realnom vremenu (npr. temperaturu nadzemnog voda, tačku najvećeg zagrevanja transformatora, temperaturu ulja transformatora...) i višestruke dinamičke i termičke proračune opterećenja (npr. u kontinuitetu ili u intervalima od 15 minuta), na osnovu poznatih parametara u realnom vremenu, a oni su intenzitet struje odnosno relativno opterećenje u slučaju transformatora, vremenski uslovi i karakteristike opreme.

Predloženi modeli su iskorišćeni za izradu računarskih programa kojima se proračunava temperatura elemenata na osnovu konstrukcijskih parametara (primer je dat u petom delu rada), kao i na osnovu podataka o trenutnim vremenskim uslovima [1,2,3,4].

Programi za proračun temperatura mogu pomoći prilikom planiranja i dimenzionisanja elemenata. Na kraju rada je dat zaključak i pregled literature korišćene za pisanje ovog rada.

2. KABLOVI

Da bi se odredilo termičko opterećenje kabla moraju se izračunati toplota generisana unutar kabla i stopa rasipanja toplote za materijal od koga je kabel napravljen. Sposobnost okolnog medijuma da rasipa toplotu igra veoma važnu ulogu prilikom ovakvih proračuna, pa u velikoj meri varira zbog nekoliko faktora, kao što su sastav zemljišta, procenat vlage.

Toplota sa kabla se prenosi na njegovo okruženje na nekoliko načina: kondukcijom, konvekcijom i radijacijom.

U analizi prenosa toplote u kablovskom sistemu, zakon očuvanja energije igra važnu ulogu. U bilo kom trenutku, mora postojati balans između svih stopa energije,

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor dr Duško Bekut, red.prof.

izmerene u Džulima po sekundi (W). Zakon o očuvanju energije se može izraziti putem sledeće jednačine:

$$W_{ulaz} + W_{int} = W_{izlaz} + \Delta W_{akum} \quad (1)$$

W_{ulaz} - stopa kojom je predstavljena energija koja ulazi u kabl. Ta energija može biti generisana od strane drugih kablova koji se nalaze u blizini tog kabla ili putem solarnog zračenja.

W_{int} - je stopa kojom je predstavljena energija koja se generiše interno unutar kabla, toplota usled Džulovih ili dielektričnih gubitaka

ΔW_{akum} - je stopa promene energije koja je skladištena unutar kabla.

W_{izlaz} - odgovara stopi kojom se energija rasipa putem provođenja, konvekcije i zračenja.

Džulovi gubici su uzrokovani interakcijom između pokretnih čestica koje čine struju (obično, ali ne uvek, elektrona) i atomskih jona koji čine telo provodnika. Proporcionalni su kvadratu struje i naizmeničnoj otpornosti provodnika pri određenoj temperaturi.

Kada je papirna i čvrsta dielektrična izolacija podvrgnuta naizmeničnoj struji, ona se ponaša kao veliki kondenzator i struje punjenja teku u njoj. Rad potreban kako bi se uticalo na poravnanje elektrona svaki put kada se smer napona promeni (na primer, 50 ili 60 puta u sekundi) proizvodi toplotu što rezultuje gubitkom realne snage, što se naziva dielektrični gubitak.

Gubici na plaštu zavise od struje, i mogu se podeliti u dve kategorije u skladu sa tipom vezivanja. Gubici usled kružnih struja koje teku u plaštu jednožilnih kablova ako su plaštovi vezani zajedno u dve tačke i gubici usled vrtložnih struja. Gubici usled vrtložnih struja se javljaju u trožilnim i jednožilnim kablovima, bez obzira na metod vezivanja. Gubici vrtložnih struja u plaštovima jednožilnih kablova, koji su čvrsto vezani su značajno manji od gubitaka kružnih struja i zanemareni su osim za kablove sa velikim segmentnim provodnicima.

Analitička rešenja jednačina za prenos toplote su dostupna samo za jednostavne kablovske konstrukcije i jednostavne uslove polaganja kablova. Prilikom rešavanja problema rasipanja toplote kod kablova, inženjeri koriste osnovnu sličnost između toka toplote koji je posledica razlike u temperaturi između provodnika i njegovog okruženja, i toka električne energije prouzrokovane razlikom u potencijalu.

Metod počinje podelom fizičkog objekta na određen broj delova, od kojih svaki ima svoju termalnu otpornost i kapacitet. Termalna otpornost je definisana kao sposobnost materijala da se suprotstavi toku toplote. Slično tome, termalni kapacitet je definisan kao sposobnost materijala da skladišti toplotu.

Termalno kolo se potom modeluje putem analognog električnog kola u kom su naponi ekvivalentni temperaturama, a struje ekvivalentne tokovima toplote. U termalnom kolu, naelektrisanost odgovara toploti, tako da je Omov zakon analogan Fourier-ovom zakonu. Termalna analogija koristi istu formulaciju termalne otpornosti i kapacitivnosti kao u električnim mrežama za električni otpor i kapacitivnost.

Da bi se mogla rešiti jednačina očuvanja energije neophodno je poznavati termalnu otpornost izolacije, termalnu otpornost između plašta i armature, termalnu

otpornost spoljnog pokrivača kao i eksternu termalnu otpornost.

Imajući na umu analogiju između električnih i termalnih kola, možemo da napišemo sledeći izraz za $\Delta\theta$ tj. rast temperature provodnika iznad ambijentalne temperature [1]:

$$\Delta\theta = \left(W_p + \frac{1}{2}W_d\right)T_1 + [W_p(1 + \lambda_1) + W_d]nT_2 + [W_p(1 + \lambda_1 + \lambda_2) + W_d]n(T_3 + T_4) \quad (2)$$

gde su:

W_p – Džulovi gubici

W_d – dielektrični gubici

λ_1 – faktor gubitak u plaštu

λ_2 – faktor gubitaka u armaturi

T_1 – termalna otpornost izolacije

T_2 – termalna otpornost između plašta i armature

T_3 – termalna otpornost spoljnog pokrivača

T_4 – eksterna termalna otpornost

3. NADZEMNI VODOVI

Elektroprivredna preduzeća razmišljaju o nadogradnji njihovih sistema usled značajnih tehničkih i ekonomskih prednosti dinamičkih ocena nadzemnih vodova. Putem tih prednosti operateri elektroenergetskih sistema su svesni na kom rejtingu komponente mogu da funkcionišu bez prekoračenja njihovih termičkih ograničenja kako bi se u potpunosti iskoristili prenosni resursi.

Korišćenjem informacija iz realnog vremena možemo lako doći do zaključka o količini energije koju komponente mogu da isporuče. Dalekovodi mogu da prenose električnu energiju dok se ne prekorači njihova maksimalno dozvoljena temperatura. Za proračun dinamičkih ocena nadzemnih vodova moraju biti poznati sledeći parametri:

- Temperatura ambijenta
- Brzina vetra
- Pravac vetra u odnosu na pravac provodnika
- Solarna radijacija
- Maksimalna dozvoljena temperatura provodnika
- Opterećenje voda
- Karakteristike provodnika

Na osnovu različitih posmatranja, očigledno je da temperatura provodnika varira u odnosu na izvore toplote i odavanje toplote. Izvori toplote (toplota provodnika) posmatrani na nadzemnom provodniku su posledica omskih gubitaka i toplote dobijene od sunca (solarna radijacija ili solarni fluks).

Nakon zagrevanja, toplotna energija provodnika se odvodi putem dva faktora koji su poznati kao izvori odavanja toplote, tj. konvekcija i zračenje.

Sunčeva toplota koju apsorbira provodnik ima dva različita izvora.

To je toplota kojom sunce direktno deluje na provodnik i toplota koja se prvo reflektuje od okruženja, a zatim deluje na provodnik.

Solarno zagrevanje provodnika nadzemnog voda može da prouzrokuje porast temperature provodnika od 15°C iznad temperature vazduha u uslovima bez vetra.

Stopa odvođenja toplote putem konvekcije se dalje klasifikuje na dva tipa: prirodna konvekcija i prinudna konvekcija. Stopa odvođenja toplote prirodnom konvekcijom zavisi od razlike u temperaturi između ambijenta i samog provodnika, dok stopa odvođenja toplote prinudnom konvekcijom uglavnom zavisi od brzine vetra i njegovog pravca.

Nakon što se saznaju parametri zagrevanja i odvođenja toplote, dozvoljeno strujno opterećenje provodnika se može izračunati uz pomoć jednačine [2]:

$$I_i = \sqrt{\frac{(Q_{kon} + Q_{zra}) - Q_{sol}}{R_{TC}}} \quad (A) \quad (3)$$

Q_{konv} – stopa odvođenja toplote putem konvekcije

Q_{zra} – stopa odvođenja toplote zračenjem

Q_{sol} – stopa generisanja toplote usled solarne radijacije

R_{TC} – naizmenična otpornost

Na osnovu dozvoljenog strujnog opterećenja provodnika prikazanog u prethodnoj jednačini, očigledno je da stope odvođenja toplote putem konvekcije i zračenja povećavaju kapacitet provodnika tako što mu omogućuju (ili omogućavaju) da provodi maksimalnu količinu elektriciteta.

Vremenski parametri potrebni za proračun temperature provodnika mogu se dobiti iz službenih meteoroloških stanica. Međutim zbog mogućih lokalnih meteoroloških razlika bilo bi poželjno postaviti mini meteorološke stanice duž voda kako bi se povećala sigurnost proračuna.

4. TRANSFORMATORI

Preopterećenje transformatora se može dogoditi tokom nepredviđenih uslova koji su proizvod izolovanja jednog, dva ili više elemenata sistema. Preopterećenja se takođe dešavaju kada su transformatori već na 80%-90% njihovog propisanog opterećenja, a postoji potreba za dodatnim kapacitetom, posebno tokom toplih letnjih dana. U zavisnosti od kriterijuma elektroenergetskih sistema, transformatoru može biti omogućeno da se preopteret, a uz dalje održavanje integriteta transformatora, kako bi se održao kontinuitet opterećenja iz ekonomskih razloga i pouzdanosti. Kako bi se donele prave odluke, moramo da shvatimo toplotne efekte koje ulje i temperatura namotaja imaju na životni vek izolacije.

Čvrsta izolacija energetskih transformatora poseduje dve osnovne karakteristike: dielektričnu jačinu i mehaničku jačinu. Dielektrična jačina postoji dok se izolacija ne izloži određenom stepenu povećane temperature. Izolacija postaje krta i gubi svoju mehaničku jačinu. Ako je rast temperature velik, izolacija neće biti u stanju da zadrži svoje osobine, rezultujući kvarom i završetkom korisnog životnog veka transformatora.

Ako nam je poznata temperatura najtoplije tačke na namotaju kojoj je izolacija izložena, znamo koliko je životni vek skraćen, omogućavajući nam da ograničimo i preopterećenje. Temperatura najtoplije tačke na namotaju se izračunava putem sledeće formule [3]:

$$\theta_H = \theta_A + \Delta\theta_{TO} + \Delta\theta_{OH} \quad (4)$$

θ_A – temperatura ambijenta

$\Delta\theta_{TO}$ – razlika između temperature ulja na vrhu i temperature ambijenta izražena u °C

$\Delta\theta_{OH}$ – razlika između temperature najtoplije tačke namotaja i temperature ulja na vrhu

Najsigurniji način za određivanje temperature najtoplije tačke jeste merenje uz pomoć tehnologije optičkih vlakana. Jedina mana ovog pristupa je što tehnologija može biti primenjena u toku same izgradnje transformatora.

Proračun ekonomskih pogodnosti koje bi nastale korišćenjem dodatne sposobnosti za opterećenjem kako bi se iskoristila prednost prilika na tržištu prikazana je na sledećem numeričkom primeru [4]. Pretpostavimo da transformator od 100 MVA mora da trpi preopterećenje od 10%, tokom 5% vremena, kada su uslovi na tržištu takvi. Pod pretpostavkom temperature ambijenta od 30°C, kalkulacije pogodnosti, uključujući alokaciju skraćenja životnog veka, se odvijaju na sledeći način:

1.Nominalna snaga transformatora (MVA)	100
2.Margina preopterećenja dostupna putem nadgledanja (%)	10
3.Verovatnoća da će se dogoditi preopterećenje(h/godina)	450
4.Finansijska pogodnost od prenešene energije (\$/MWh)	80
5.Cena zamene transformatora (\$)	2,000,000
6.Normalni životni vek transformatora na 110 °C (h)	150,000
7.Pretpostavljena temperatura ambijenta (°C)	30
8.Procenjena temperatura najtoplije tačke na namotaju (°C)	127
9.Faktor ubrzanja starenja tokom preopterećenja	5,5
Godišnja pogodnost od dodatnog opterećenja (1x2x3x4)	\$360,000
Godišnji trošak dodatnog skraćenja životnog veka (5x1/6x3x9)	<u>\$33,000</u>
Neto godišnja pogodnost od preopterećenja sa onlajn nadgledanjem	\$327,000

5. REZULTATI PRORAČUNA

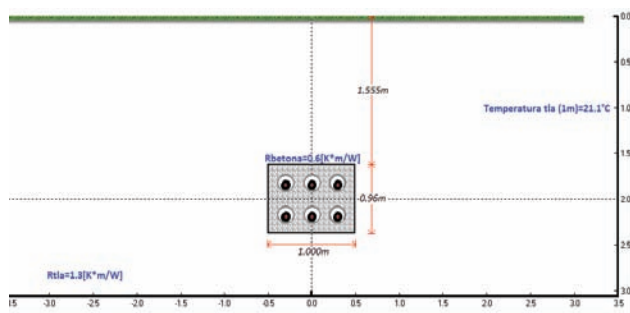
Vremenski parametri za proračun temperatura elemenata preuzeti su od Republičkog Hidrometeorološkog Zavoda Srbije (podaci se ažuriraju svakih 10 minuta).

Potrebni vremenski parametar za proračun temperature kablova je temperatura zemljišta na dubini polaganja kablova, dok je za proračun temperature provodnika nadzemnih vodova neophodno poznavati temperaturu ambijenta, brzinu i smer vetra kao i nivo solarne radijacije. Za proračun najtoplije tačke transformatora dovoljno je poznavati temperaturu ambijenta. Podaci o opterećenju ažuriraju se na svaka 2 minuta. Proračun je vršen u intervalu od 24h.

Primer dinamičkog-termičkog modela za proračun kablova dat je za jednako opterećenu grupu kablova koji su smešteni u betonski blok koji se nalazi pod zemljom - slika 1.

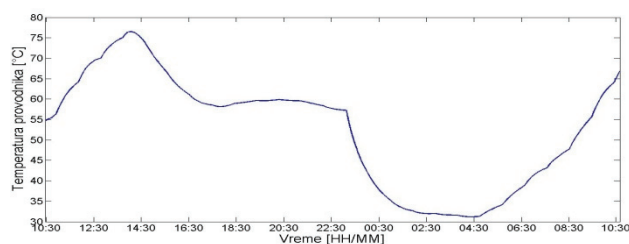
Ovaj oblik polaganja kablova je najrasprostranjeniji u distributivnim mrežama. Ovakav način polaganja omogućuje zamenu, nadogradnju ili popravku postojeće podzemne instalacije bez kopanja iste celom dužinom linije.

Na konačnu temperaturu provodnika u kابلu uticaće i toplota koju generišu ostali kablovi.

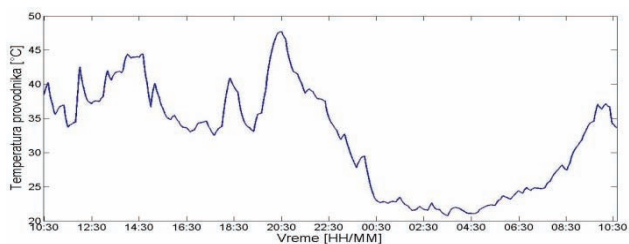


Slika 1 – Kablovi položeni u cevi betonskog bloka

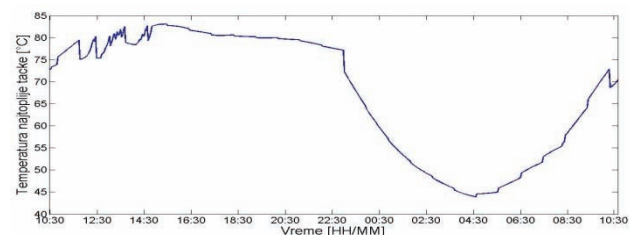
Na sledećim slikama prikazani su rezultati proračuna temperature provodnika kabla koji se nalazi u betonskom bloku (Slika 2), zatim je prikazana temperatura nadzemnog voda sa uvažavanjem stvarnog pravca vetra (Slika 3) i na kraju je prikazana temperatura najtoplije tačke transformatora (Slika 4).



Slika 2 – Temperatura provodnika u kablu



Slika 3 – Temperatura provodnika sa uvažanim pravcem vetra



Slika 4 – Temperatura najtoplije tačke transformatora

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu obrađeni su dinamički-termički modeli za tri tipa elemenata elektroenergetskog sistema. Navedene su prednosti dinamičkog u odnosu na konzervativni statički pristup koji koristi statistički najnepovoljnije vremenske uslove koji ograničavaju porast temperature.

Osnovne prednosti dinamičkog pristupa su prije svega bolje iskorišćenje opreme, poboljšanje pouzdanosti elektroenergetskog sistema, mogućnost kratkoročnog ili dugoročnog preopterećenja u slučaju ispada određenog dela elektroenergetskog sistema ili u slučaju neplaniranog rasta potrošnje.

Temperatura podzemnih energetskih kablova u velikoj meri zavisi od termičke otpornosti medijuma u koji je kabl položen kao i od gubitaka koji se javljaju u armaturi i plaštu u zavisnosti od materijala od koga su napravljeni i načina povezivanja. Na kapacitet odnosno temperaturu nadzemnih vodova utiče više vremenskih parametara, od kojih su uticaj brzine i smera vetra najdominantniji. Temperatura uljnih transformatora je ograničena klasom izolacije. Transformatori značajno mogu da povećaju svoj kapacitet primenom različitih tipova hlađenja.

Predloženi modeli su iskorišćeni za izradu računarskih programa koji proračunavaju temperaturu elemenata na osnovu konstrukcijskih parametara, kao i na osnovu podataka o trenutnim vremenskim uslovima. Programi za proračun temperatura mogu pomoći i prilikom planiranja i dimenzionisanja elemenata, a takođe mogu ukazati i kritična mesta, na koja bi trebalo instalirati odgovarajuću mernu opremu.

7. LITERATURA

- [1] Neher, J.H., and McGrath, M.H. (1957), "Calculation of the Temperature Rise and Load Capability of Cable Systems," AIEE Trans., Vol. 76, Part 3, pp. 755–772.
- [2] IEEE Standard 738–2006 (Revision of IEEE Std 738–1993) Standard for Calculating the Current–Temperature of Bare Overhead Conductors, New York, January 2007
- [3] Institute of Electrical and Electronic Engineers. 1995. IEEE Guide for Loading Mineral–Oil Immersed Power Transformers. IEEE Standard C57.91., New York, USA.
- [4] J. N. Bérubé, B. L. Broweleit and J. Aubin. "Optimum Transformer Cooling Control with Fiber Optic Temperature Sensors", Neoptix, Inc. (white paper) October 2009

Kratka biografija:



Vukadin Glogovac je rođen u Zagrebu 1989. godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu upisao je školske 2008/2009, smer energetika, elektronika i telekomunikacije, diplomirao na osnovnim studijama 2012 god. smer elektroenergetski sistemi. Diplomski – master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva je odbranio 2014. godine.

PERZISTENCIJA REAL-TIME PODATAKA U NADZORNO-UPRAVLJAČKIM SISTEMIMA**REAL-TIME DATA PERSISTENCE IN SCADA SYSTEMS**

Marijana Špurić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Rad se bavi kompleksnim nadzorno – upravljačkim sistemima, gde je neophodna manipulacija velikom količinom podataka, tj. čitanje podataka iz memorijske baze kao i zapisivanje novoizmerenih vrednosti u bazu podataka. Posmatrana su tri različita pristupa za perzistenciju podataka i oni se oslanjaju na: 1) arhitekturu zasnovanu na Microsoft SQL Server bazi podataka, 2) rešenje gde se koristi baza podataka u SQL Microsoft Compact Edition – u, i 3) rešenje gde je baza podataka realizovana kao binarna datoteka. Sva tri pristupa su implementirana i merena su vremena pri upisu podataka, iščitavanju vrednosti iz baze podataka, kao i vreme koje je potrebno za izmenu podataka u bazi.

Abstract – This paper considers complex SCADA systems, where is necessary to manipulate with large amount of data, i.e. reading data from an in-memory database and recording new item values into the database. The study is focused on three different approaches for data persistence: 1) architecture based on the Microsoft SQL Server database, 2) solution which uses Microsoft SQL Compact Edition database, and 3) solution where the database is implemented as a binary file. All three approaches are implemented and their performances are measured: the time needed for data entry, reading of values from the database, as well as the time required for updating the data in the database.

Ključne reči: Memorijske baze podataka, SCADA sistemi, perzistencija podataka.

1. UVOD

Memorijske baze podataka iz godine u godinu postaju sve važnije u različitim vrstama aplikacija, a pogotovo u kritičnim servisima distribuiranih sistema, kao što su odbrambeni sistemi, sistemi u robotici, vazduhoplovstvu, u upravljanju infrastrukturnim sistemima itd.

U memorijskim bazama podataka (*In-Memory-Database* - IMDB) podaci se čuvaju u fizičkoj memoriji, dok se na disku nalaze kopije podataka iz memorije kako bi nakon ponovnog pokretanja baze podaci bili ponovo dostupni. Mnoge računarske aplikacije rade sa velikom količinom podataka tako da je neophodno da perzistencija podataka bude efikasna.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Erdeljan, vanr. prof.

Baza podataka je u suštini jezgro računarskih nauka. Ona predstavlja kolekciju podataka koji su tako organizovani da se omogući brzo pretraživanje i pristup. Korišćenjem ključnih reči, korisnici mogu brzo da pronađu, preurede, odaberu i grupišu oblast u mnogim zapisima koje treba vratiti ili pomoću kojih treba sastaviti izveštaje o izabranoj grupi podataka u skladu sa pravilima sistema vođenja baze podataka.

Postoje različiti tipovi baza podataka, zavisno od toga na koji način su podaci organizovani.

Sistem za upravljanje bazom podataka (SUBP, engl. *Database Managment System*) je softverski sistem koji obezbeđuje osnovne funkcije obrade velike količine podataka: jednostavno pretraživanje, pamćenje i ažuriranje podataka, višestruko paralelno (konkurentno) korišćenje istog skupa podataka, pouzdanost i sigurnost. Među najvažnijim osobinama se nalaze i: upravljanje sekundarnim skladištenjem, kontrola uporednog pristupa, reukupacija, bezbednost.

Osnovna razlika između klasičnih baza podataka i memorijskih jeste u tome što se kod memorijskih baza podataka eliminiše pristup disku tako što se manipulacija i smeštanje podataka odvija u glavnoj memoriji. Zbog ovakvog pristupa podacima, memorijske baze podataka imaju bolje performanse i zato se koriste u aplikacijama za rad u realnom vremenu. Pristup disku se odvija samo kada se želi sačuvati kopija podataka iz memorije, kako bi podaci bili dostupni i nakon ponovnog startovanja baze.

2. MEMORIJSKE BAZE PODATAKA U SCADA SISTEMIMA

Memorijska baza podataka obično ima memorijski zasnovanu arhitekturu i direktan pristup podacima. Ove baze podataka su poznate i kao baze podataka u glavnoj memoriji (eng. *Main Memory Database* - MMDB) i baze podataka u realnom vremenu (*Real-Time Database* - RTDB). Zbog brzog odziva često se upotrebljavaju u SCADA sistemima. Memorijska baza podataka je sistem baze podataka koji pruža sve funkcije kao na tradicionalnom sistemu baze podataka, kao što je nezavisnost podataka i konkurentnost pristupa, dok u isto vreme sprovodi ograničenja realnog vremena koja aplikacije mogu imati [2]. Kod memorijskih baza funkcije za smeštanje podataka omogućuje efikasno pronalaženje, skladištenje kao i manipulaciju podataka. Kao deo sistema u realnom vremenu, zadaci sistema imaju vremenska ograničenja, i onda memorijska baza ima obavezu da ispoštuje vremenske zahteve koje sistem realnog vremena zahteva [1]. To se odnosi i na transakcije tako da i one imaju neke rokove ili vremenska ograničenja [4].

One se najčešće koriste kod računarskih aplikacija u realnom vremenu koje zahtevaju blagovremeni pristup podacima. Ova definicija blagovremenog pristupa nije ista za sve aplikacije, jer se za neke aplikacije kritične aktivnosti sprovode u milisekundama, dok je za neke druge minut kratak period [3].

Kod memorijskih baza podaci se smeštaju i koriste baš onakvi kakvi jesu, bez ikakvih konverzija. Takođe kod ovih baza postoji rizik od gubitka podataka usled kvara na serveru. Da bi se sprečio gubitak podataka s vremena na vreme (periodično) se vrši zapis podataka na disk da ne bi došlo do trajnog gubitka podataka.

3. PERZISTENCIJA PODATAKA

U nadzorno-upravljačkim sistemima (eng. SCADA) postoji potreba zapisivanja podataka na disk. Tokom normalnog rada svaki servis održava svoje stanje (menja vrednosti određenih promenljivih) i novo nastalo stanje je potrebno zapisati na disk, kako bi se kod ponovnog pokretanja servisa on inicijalizovao sa poslednje zapisanim vrednostima. Ovo je posebno izraženo kod real-time baza podataka, gde su podaci smešteni u memoriju, ali je te vrednosti potrebno snimiti u datoteku (perzistirati). Snimanje vrednosti se može sprovoditi naposredno nakon njihove promene, ali se tada očekuju loše performance jer je pristup diskovima mnogostruko sporiji od pristupa RAM-u. Memorisanjem (baferovanjem) promena se može odložiti zapisivanje na disk, i sprovoditi periodično zapisivanje kako bi se takvi baferi ispraznili. U ekstremnom slučaju, pogotovo kod aplikacije gde je potrebno zabeležiti samo krajnje stanje, baferovanje se može izbeći i u procesu gašenja aplikacije se vrednosti promenljivih mogu snimiti na disk. Međutim, takvo rešenje ima problem kod nasilnog prestanka rada aplikacije jer procesi ne uspevaju da snime tekuće stanje promenljivih i kod ponovnog pokretanja aplikacije neće imati korektne vrednosti promenljivih.

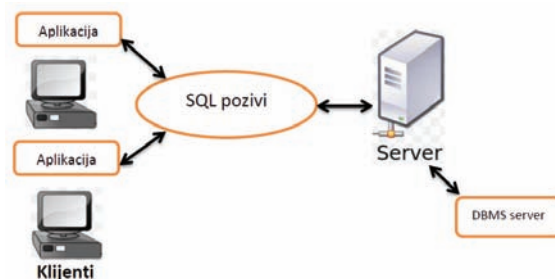
Svaki SCADA sistem ima nekoliko bitnih servisa (delova) koji snimaju podatke na disk. Servis real-time (RT) baze podataka treba da održava tekuće vrednosti veličina i perzistira ih. Za svaku veličinu imamo jedan zapis i on u sebi sadrži identifikaciju veličine, vrednost, vreme nastanka vrednosti i nekako označen (kodovan) kvalitet vrednosti. Zapisi se mogu organizovati u datoteci ili se može upotrebiti neko "gotovih rešenja" poput relacije baze podataka.

Servis istorijskih vrednosti treba da zabeleži svaku promenu vrednosti kako bi se naknadno mogle vršiti analize istorijskih promena. Ako se razmatra sistem koji prati 10^6 veličina i neka 1000 promena vrednosti nastane svake sekunde, tada se posle samo jednog dana rada sistema nakupi 66.400.000 zapisa. Da bi naknadno očitavanja dela tih zapisa bilo brzo potrebno je zapise snimati na organizovan način. Pri tome se javljaju oprečni zahtevi: 1) očitavanje vrednosti svih veličina za dati trenutak u prošlosti, ili 2) očitavanje istorijata (trenda) promene vrednosti jedne veličine za zadat interval posmatranja. Kvalitetno rešenje zahteva indeksiranje vrednosti i njihovo particionisanje.

Jedno od čestih primena memorijske baze podataka jeste klijent – server arhitektura. Ova arhitektura podseća na

centralizovane računarske sisteme sa skupovima terminala. Pod klijent – server arhitekturom se podrazumeva arhitektura računarskog sistema u kojoj su (u posebne aplikativne programe) razdvojene funkcije pristupa podacima i funkcije korisničkog interfejsa. U opštem slučaju, klijent – server arhitektura je ona, u kojoj neki softverski modul, odnosno aplikacija (klijent) zahteva (i dobija) unapred dogovorene usluge (i podatke) od drugog softverskog modula, odnosno aplikacije (servera). Kod ovih sistema, tj. klijent – server sistema ispunjen je prvi uslov distribuiranih sistema, u ovom slučaju autonomija klijenata. Oni vrše samostalno sve operacije upotrebe podataka, dok se sa serverom komunicira samo zbog potrebe za ažuriranjem ili pretraživanjem podataka.

Osnovna prednost troslojne klijent- server arhitekture je ta što bazu podataka čine nezavisnom od aplikacija, jer integritet baze podataka osigurava njenu nezavisnost od aplikacija koje nad njim rade. Jedini mehanizam potreban za komunikaciju aplikacije sa bazom podataka je SQL upit, koji se prosleđuje direktno ili kroz neku računarsku mrežu. Server omogućuje kako lokalnim klijentima tako i udaljenim klijentima i aplikacijama da ažuriraju, kreiraju, upravljaju podacima i kontrolišu rad relacije baze podataka. Server je bilo koji proces koji pruža servise klijentima (slika 1), i tipično je pasivan jer uvek čeka na zahtev klijenta. Gledano sa strane usluga koje pružaju klijentima postoji nekoliko tipova servisa.



Slika 1. DB server

U slučaju kada klijent šalje SQL zahtev serveru, server prima zahtev, potvrđuje ga, izvršava i šalje rezultat klijentu. Podaci i softver za upravljanje podacima se nalaze na serveru baze podataka. Od klijenta se zahteva samo da ima aplikaciju za pristup serveru baze podataka. Još jedan tip usluga servera čine transakcioni servisi koji se sastoje od baze podataka, sistema za upravljanje bazom podataka (DBMS - Database Management System) i procesa za manipulaciju podacima.

4. REALIZACIJA PREDLOŽENOG REŠENJA

U radu su realizovana tri različita pristupa za perzistenciju podataka. Svaki od njih je imao tri scenarija gde je snimanje podataka vršeno u tabelu koja ima četiri kolone: identifikator veličine ID, trenutnu vrednost VALUE, trenutak kada je vrednost izmerena DATA_TIME i kvalitet vrednosti QUALITY.

Implementacija ovih pristupa je imala za cilj da se izmere performanse, tj. vremena čitanja, upisa i izmena podataka u svakoj od baza podataka i da se ustanovi najbolje rešenje.

Prvi scenario merjenja performansi pretpostavlja da SCADA sistem ima N veličina (sa poznatim ID-jevima), da se generišu nove vrednosti za M veličina ($M < N$) i meri se vreme potrebno da se te vrednosti snime u komercijalnu bazu podataka ili datoteku. Tokom rada SCADA sistema, vrednosti se neprestano prikupljaju i snimaju tako da se snimanje M vrednosti ponavljalo više puta da bi merenje bilo verodostojnije i pri tome su zabeležena trajanja poslednjih deset ciklusa snimanja.

Drugi scenario realizovan je tako da se izmenjene vrednosti (kao u nekom realnom slučaju) neprekidno prikupljaju, i potrebno je da znamo (procenimo) koliko se takvih promena može prihvatiti u jednoj sekundi. Dodatni parametri koji se prate čine prosečno opterećenje računara (koje je iskazano preko opterećenja procesora) tokom trajanja testa, i broj IO operacija.

Poslednji, treći scenario, pretpostavlja da promene vrednosti veličina nastaju ustaljenim ritmom tako da se sistem može dovesti u ustaljeno stanje. Zatim se prekomerno poveća broj promena tako da dođe do njihovog nagomilavanja. Ono što se želelo da se postigne ovim scenarijom jeste da se proveri koliko dugo sistem može da trpi takvo nagomilavanje, a da se ne „raspadne“. Kao i u drugom scenariju i ovde su praćeni opterećenje računara (takođe izraženo preko opterećenja procesora), prosek slobodne memorije računara tokom testa i prosečan broj operacija čitanja i upisa tokom testiranja.

5. REZULTATI TESTIRANJA

Implementacija rešenja je izvršena u programskom jeziku C# u *Microsoft Visual Studio 2010* okruženju uz *Microsoft .NET 3.5* podršku.

Testiranje implementirane memorijske baze podataka je izvršeno na računaru sa 4GB radne memorije i procesorom *Intel i3 2.2 GHz*.

Praćenje opterećenje procesora i zauzetosti raspoložive memorije tokom testiranja realizovano je uz pomoć *Windows performance counter*–a. *Perfmon (Performance Monitor)* alat je upotrebljen za snimanje tih brojača: *Memory\Available Mbytes*, koji označava količinu fizičke memorije u Mbytes raspoložive za prosee koji su pokrenuti; *Processor\% Processor Time* meri procenat proteklog vremena koji je procesor proveo izvršavajući zauzetu nit (ovaj procenat ne sme biti veći od 85%).

Tokom implementacije rešenja napravljena je jedna tabela sa četiri polja, ID (*bigint*), VALUE (*float*), DATE_TIME (*data_time*) i QUALITY (*int*). Za potrebe testiranja sva tri pristupa implementirane su tri aplikacije. Svaka aplikacija vrši upis, čitanje i izmenu podataka koji se nalaze u bazi podataka (prve dve aplikacije) ili datoteci (treća aplikacija). Tokom inicijalizacije aplikacije pomenuta tabela se popunjava vrednostima za sve veličine (dodaje se ukupno N slogova) i meri se vreme potrebno da se dati broj slogova upiše u bazu podataka. Testiranje je izvršeno sa 50.000 i 100.000 veličina, a rezultati testiranja su dati u Tabeli 1.

Iz dobijenih rezultata se može videti da je u oba slučaja testiranja baze podataka, kod upisa 50.000 i 100.000 podataka u bazu, najsporija baza podatka koja je kreirana u *SQL Server Express*-u, a najbolje rezultati su dobijeni

kod upisa podataka u *Binary File*. Nakon upisa podataka u bazu izvršena su tri testa nad svakom bazom. Prvi test je generisao nove vrednosti M veličina i zapisao ih u bazu podataka. Tokom testa korisnik unosi: broj veličina za koje je potrebno generisati vrednosti (prilikom testiranja je bilo 1000), i redni broj veličine od koje je potrebno početi generisanje vrednosti (200). Takođe, u prvom testu je bilo potrebno da se izmeri koliko vremena je potrebno da se te izmene izvrše. Pri tome se nastojalo da test odgovara realnim zbivanjima tako da su se te izmene stalno dešavale, tj. vrednosti se neprestano prikupljale i snimale u bazu, a broj ciklusa ponavljanja tokom testiranja je bio 10. Zbog toga, snimanje M vrednosti je ponovljeno nekoliko puta, da bi merenje bilo što verodostojnije, i pri tome je zabeležen prosek trajanja poslednjih deset ciklusa snimanja.

Tabela 1. Vreme upisa podataka u bazu

N	50.000	100.000
<i>SQL Server Express [s]</i>	481	881
<i>SQL Compact Edition [s]</i>	19	44
<i>Binary File [s]</i>	0,89	1,73

Tabela 2. Ažuriranje vrednosti veličina u manjoj bazi podataka

Rezultat testiranja nad 50.000 veličina	Prosečan broj operacija čitanja(/s)	Prosečan broj operacija upisa(/s)
<i>SQL Server Express</i>	234	247
<i>SQL Compact Edition</i>	338	351
<i>Binary File</i>	NaN	NaN

Tabela 3. Ažuriranje vrednosti veličina u većoj bazi podataka

Rezultat testiranja nad 100.000 veličina	Prosečan broj operacija čitanja(/s)	Prosečan broj operacija upisa(/s)
<i>SQL Server Express</i>	922	956
<i>SQL Compact Edition</i>	812	856
<i>Binary File</i>	17324	17389

Tabela 4. Prosečan broj izmena veličina

Rezultat testiranja nad 50.000 veličina	Prosek izmena veličina (veličina/sek)	Prosečan broj operacija čitanja(/s)	Prosečan broj operacija upisa(/s)
<i>SQL Server Express</i>	11	429	441
<i>SQL Compact Edition</i>	12	4625	207
<i>Binary File</i>	667	1789	175

U tabeli 2 su prikazani rezultati ažuriranja vrednosti nad 50.000 veličina, gde je najbolji rezultat dobijen testiranjem u *Binary File* bazi. Tačnije, dobijena vrednost je prikazana kao NaN (*Not a Number*), jer je vreme koje

je potrebno da se izmene i snime podaci bilo 0,045 sekundi. To je jako kratko vreme za aplikaciju da očitava vrednosti *performance counter*-a, jer je timer za *performance counter*-e namešten da se okida svake sekunde. Kao u testu nad 50.000 podataka i u testu nad 100.000 podataka najbolji rezultati su dobijeni kod testiranja Binary File-a, što se može zaključiti na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 3.

U tabeli 4 su prikazani rezultati prosečnog broja izmena nad bazama podataka. Kao u prvom testu i u drugom testu se podrazumeva da u bazi postoji određeni broj veličina. Jedini parametar koji je bio potreban za drugi test je vreme trajanja testa izraženo u sekundama, što je u konkretnom testu bilo 10 sekundi. Implementacija drugog scenarija je složenija od prvog tako da je zahtevala pokretanje dve niti, gde se u jednoj generišu nove vrednosti veličina i smeštaju u deljeni red *RecordQueue*, dok se u drugoj niti vrednosti preuzimaju iz reda i smeštaju u bazu podataka. Naravno, implementiran je isključivi pristup redu iz ove dve niti i za to je upotrebljen *locking* mehanizam. Na kraju testa (koji je vremenski ograničen) uništava se *update* nit, čisti red, zatvara se konekcija ka bazi i ispisuje rezultat.

Na samom početku aplikacije inicijalizovani su *performance counter*-i kao i tajmeri koji se okidaju nakon svake sekunde i pozivaju metodu *UpdatePerformanceCounters()* za očitavanje *counter*-a.

Tabela 5. Rezultati pre Stress Testa

PRE "STRESS TESTA"			
Rezultat testiranja nad 50.000 veličina	Prosek izmena veličina (veličina/sek)	Prosečan broj operacija čitanja(/s)	Prosečan broj operacija upisa(/s)
SQL Server Express	11	10	20
SQL Compact Edition	12	137	14
Binary File	667	5853	87

Tabela 6. Rezultati tokom Stress Testa

TOKOM "STRESS TESTA"			
Rezultat testiranja nad 50.000 veličina	Prosek izmena veličina (veličina/sek)	Prosečan broj operacija čitanja(/s)	Prosečan broj operacija upisa(/s)
SQL Server Express	11	42	58
SQL Compact Edition	12	5908	133
Binary File	667	7179	70

Treći scenario podrazumeva da se kao i u drugom testu pokrene ažuriranje *record*-a, sa tom izmenom da se u određenom trenutku pokrene takozvani *Stress Test* koji će dodatno opteretiti sistem. Ovaj test koristi rezultate iz drugog testa gde je određeno „ustaljeno stanje sistema“. Parametri koji utiču na test su: ukupno vreme trajanja testa (u našem testu 60 sekundi), vreme kada će se pokrenuti *Stress Test* (što je kod nas 30 sekundi) i vreme trajanja *Stres Testa* (20 sekundi). Sve ove vrednosti unosi klijent, i nakon unetih parametara pokreće se test i izvršava se sledeća logika testa: dovodi se sistem u

ustaljeno stanje tako što se vrši ažuriranje onoliko veličina koliko smo prethodnim testom izmerili da je normalno za sistem. To je postignuto tako što je deljeni bafer za prikupljanje *record*-a spremnih za izmenu (*RecordQueue*) ograničen da stalno sadrži željni broj elemenata. *Stress Test* predstavlja preopterećenje sistema i on ukida ograničenje broja elemenata *queue*-a. Na taj način je opterećen sistem i tokom svake sekunde se u deljenom baferu nagomilavalo desetak puta više veličina nego što on može da procesira (upíše), što se odrazilo padom performansi.

6. ZAKLJUČAK

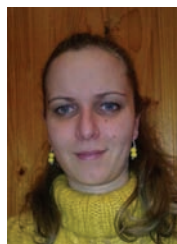
U ovom radu je osmišljena i implementirana jednostavna memorijska baza podataka za Windows okruženje. Testiranjem i merenjem vremena pristupa bazi podataka kroz tri različita scenarija, došlo se do zaključka da se najbolji rezultati u sva tri scenatija dobijaju prilikom čitanja, upisa i menjanja podataka u Binary File-u. U radu su predstavljeni rezultati merenja nad bazama podataka gde su skladištene 50.000 i 100.000 SCADA veličina. U oba slučaja najlošiji rezultati su dobijeni testiranjem nad *SQL Server Express*-om, malo bolji rezultati nad bazom kreiranom *SQL Compact Edition*-om i najbolje rezultati, kao što je bilo očekivano, su dobijeni upotrebom binarnih datoteka. U ovom radu nije posmatrano, ali je od značaja posmatrati ponašanje sistema kada se server baze podataka nalazi na posebnom računaru.

Implementirano rešenje memorijske baze podataka može da prestavlja sasvim lepu osnovu za dalji razvoj memorijskih baza, kao i dalje proširenje funkcionalnosti nje same.

4. LITERATURA

- [1] Kao and H. Garcia-Molina. An overview of real-time database systems. In S. H. Son, editor, *Advances in Real-Time Systems*, 1993.
- [2] Buchmann. *Real Time Database Systems*. Idea Group, 2002.
- [3] J. A. Stankovic, S. H. Son, and J. Hansson. Misconceptions about real-time database. *IEEE Computer*, 32(6):29–36, June 1999.
- [4] K. Ramamritham. *Real – Time databases. Distributed and Parallel Databases*, 1993.
- [5] George Reese, *Database Programming with JDBC and Java*, Second Edition, Chapter 7: Distributed Application Architecture, November 2000.

Kratka biografija:



Marijana Špuric je rođena 07.05. 1986. u Novom Sadu. Završila je srednju elektrotehničku školu TŠ „Mihajlo Pupin“ u Indiji 2005. godine i iste godine upisala Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek Elektrotehnika i računarstvo, smer Računarstvo i automatika, usmerenje Automatika i upravljanje sistemima.

A Java API interface for the search of the EPG data in Android OS based devices

Ilija Djukic, Nemanja Lukic, Radomir Dzakula, and Drca Srdjan

Abstract — The purpose of this paper is to present how EPG events coming from a DTV transport stream can be searched by system wide search application on a embedded DTV device that is running Android OS. Our proposal for this integration relies on a Quick Search Box as main search GUI application on Android OS. This implementation will be based on extension of DTV Java API for getting and searching of the EPG information.

Keywords — Android OS, digital television, EPG, Java API, text search.

I. INTRODUCTION

AS consumer electronic market is continuing to evolve, today's embedded CE devices have more processor power and are capable of executing more complex applications written in high level programming languages, such as Java. Most of modern DTV devices (both TV and set top boxes) also follow this trend and, besides just displaying DTV content, these applications enables more advanced usages, like watching VOD services, browsing internet content or social networking. As number of applications on a single device increases, amount of data available to the end user grows and browsing through this data is becoming time consuming. In this environment a global search feature, with unified searching results from all available applications' data, will greatly improve user experience.

In today's DTV devices, EPG information is presented to the user, usually in graphical form such as table of events. Only interactivity that these events provides to the user is to schedule a recording event or make an event reminder, but there is no a feature for searching of these events, even though this is a textual data. Applications that will be able to search this kind of data will greatly improve user experience.

The latest trend in development of DTV devices is to integrate Android OS [1][2], as opposed to traditional integration on Embedded Linux. As Android OS market grows, there are a lot of Java based applications which are seamlessly ported to many devices. Android OS provides a system wide search application called Quick Search Box (QSB). Any application installed in Android OS can provide searchable data to QSB by implementing predefined API for QSB search operations. Application

that implements QSB API is registered by Android OS as Search Provider (SP) application. This allows user to quickly search all available content on a device in a single application and get a unified combination of all results.

This paper presents an extension of previously defined DTV Java API [3] with search functionality for EPG content coming from transport stream. This extension will be called EGP Search Java API. We also present an implementation of SP application on top of defined EPG Search Java API which will provide searchable EPG data to QSB.

II. EPG DATA STRUCTURE DEFINITION

There are three important elements in each DTV device implementation:

- A video playback subsystem.
- A data structure handler (DSH).
- A DTV applications

In this paper we will focus on searching of the EPG data that is coming from DSH module. DSH is also responsible for processing other data structures coming from a transport stream, like PES (Packetized Elementary Stream), PSI (Program Specific Information), subtitles, teletext, etc. DSH will forward these data structures to DTV middleware, which will parse and store this data as needed.

EPG (Electronic Program Guide) is a textual data, coming from transport stream, which carries detailed information about current and upcoming events for presented services (television, radio or other multimedia). EPG is part of DVB standard [4] and this data is carried by EIT (Event Information Table) in transport stream. There are two groups of tables present:

- Present/following, information about currently on-air event (present) and next schedule event (following). This table is updated every 2 seconds.
- Schedule, information about all events from this moment to 64 days in future. This table is updated every 30 seconds.

In DTV Java API [3], every EPG event is presented by following fields:

- Event name
- Start time
- End time
- Genre
- Parental rating
- Short description, 255 characters long
- Long description, 3984 characters long

We choose a combined short and long description to be our searchable content for every EPG event.

Ilija Djukic, Radomir Dzakula, and Drca Srdjan are with the RT-RK Computer Based Systems LLC, Novi Sad, Serbia (e-mail: ilija.djukic@rt-rk.com, radomir.dzakula@rt-rk.com, srdjan.drca@rt-rk.com).

Nemanja Lukic is with the Computer Engineering and Computer Communications Department, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Serbia (e-mail: nemanja.lukic@rt-rk.com).

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Ilije Đukića. Mentor je bio prof. dr Nikola Teslić.
- b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2013.

III. EPG SEARCH INTEGRATION OUTLINE

The top most application in EPG search software stack is QSB. QSB provides GUI for entering search queries and presenting search results to the end user. QSB can also present search results other than DTV based data, combine them together and form appropriate graphical presentation.

QSB is relying on SPs to get searchable data and present it to the end user. SPs are software components, registered by QSB, that receive search queries and returns resulting data to the QSB which will present results to the user. In order to achieve this, SP must implement appropriate QSB API. QSB can decide which SPs will be queried for results, depending on different factors (user settings, data availability, number of found results, etc).

In respect to this, we propose EPG SP, which will provide EPG searchable content to QSB. EPG SP must access DTV Middleware through DTV Java API to collect EPG data and pass it to QSB. DTV Java API is extended with EPG Search Java API to provide EPG search functionality.

Fig. 1 shows relationship between QSB and different search providers. Here we can see that EPG SP and two more example providers are equal in providing search results to QSB.

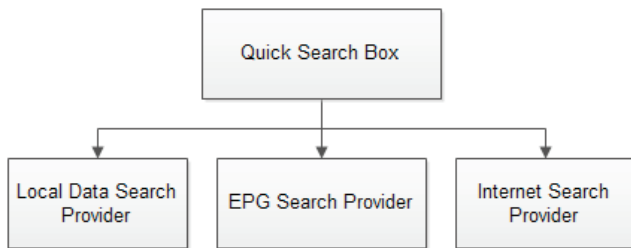


Fig 1. Relationship between QSB and search providers

As EPG Search Java API is extension of DTV Java API it relies on same software layers. Searchable EPG data from DTV stream is collected and stored by DTV Middleware software and EPG Search Java API makes it easily accessible in application layer.

Fig. 2 shows in more details how EPG SP access DTV Middleware functionality through EPG Search Java API. Following layers are presented:

- The DTV application, which is a Java application, and which is capable of performing video playback of the transport stream, as well as to display DTV-related data like EPG, teletext, etc.
- The EPG search provider, which is Java application registered to QSB (previously described).
- The DTV Java API layer which encapsulates the DTV service into Java classes, interfaces and enumerations.
- The JNI layer which connects the DTV Java API and the DTV middleware.
- The DTV middleware API, which connects the JNI layer to the DTV middleware.
- The DTV middleware, which is a native service and performs the DTV processing, and which is vendor-specific.

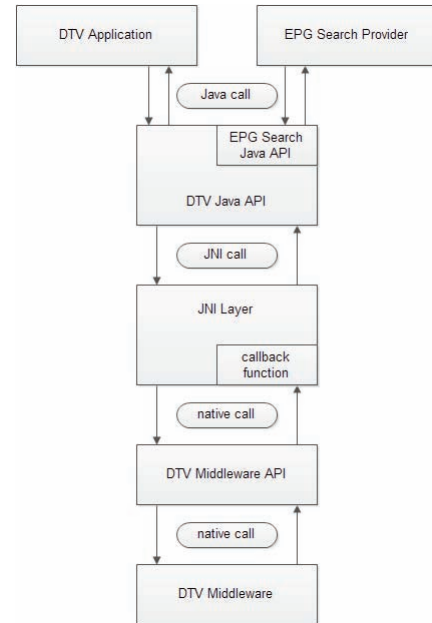


Fig. 2. Proposed software architecture

It is also necessary that EPG SP provide an action that will be executed by QSB when user selects EGP result from a list. If present event is selected (the event that is currently on-air), device should play video stream of appropriate service. If some future event is selected, the dialog should appear which will allow a user to choose to schedule this event for recording or make a reminder on this event.

QSB should send EGP search results actions to DTV Application [1] when a result is selected by user. In order to achieve this, every search result formed by EPG SP has a generated URI field. When EPG search result is selected from QSB, binding URI field will be sent to DTV Application. By parsing URI parameters, DTV Application will decide which actions to perform (play video, present some GUI dialog, etc.). URI field is not visible to the end user, as it is only used in internal application communication.

Fig. 3 shows QSB and DTV Application one way communication.

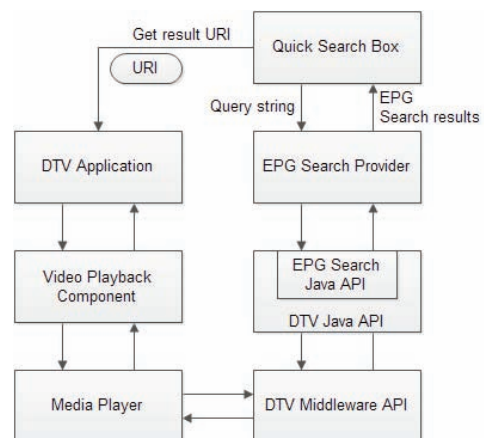


Fig 3. Software layers needed for interaction between QSB and DTV Application

Fig. 4 shows UML diagram of EPG Search Java API extended and newly included components to DTV Java API.

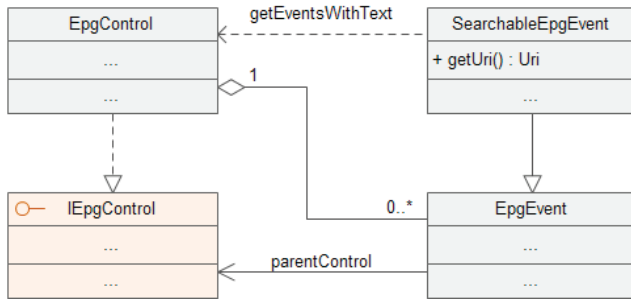


Fig 4. Extensions of EPG objects needed for search functionality

EPG control interface is used to access EPG list of events. This interface is extended with search operations over EPG table of events.

```
IEpgControl epgCtl =
    dtvManager.getEpgControl();
```

EPG control interface is used in EPG SP to fill it with EPG search results. Every result will contain URI field with following parameters:

- Service identifier
- Event starting time
- Event ending time
- Query string

```
SearchableEpgEvent events[] =
    epgCtl.getEventsWithText(query);
for (SearchableEpgEvent event : events) {
    fillEpgSearchResult(event);
}
```

When EPG search result is selected and URI is sent to DTV Application, it will first check if selected event is in present or future, and then take appropriate actions:

- For a present event, DTV application should start and tune to that channel, based on service identifier parameter, will be played.
- For a future event, DTV application should offer to the user to schedule this event for recording or reminder.

```
Date eventDate = getUri().
    getStartDateParam().toDate();
if (eventDate <= nowDate) {
    Service service = dtvManager.
        getServiceListControl().getService(
            getUri().getServiceParam());
    videoPlayback.setVideoUri(
        service.toUri());
} else {
    showScheduleDialog(
        getUri().getServiceParam(),
        getUri().getStartDateParam(),
        getUri().getEndDateParam());
}
```

IV. IMPLEMENTATION

We have assembled a test system which consists of an embedded board with Android OS installed, an USB DTV tuner, and a display monitor connected to the HDMI

output (Fig. 5). Alongside with Android OS, our full software stack (illustrated in Fig. 2) is ported on this system.

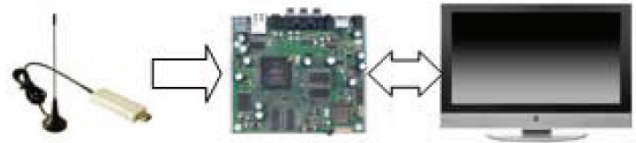


Fig 5. A DTV board connected (middle) to a USB tuner (left) and a display monitor (right)

When search criterion is entered by user in QSB, among other SPs, our EGP SP will receive search criterion and perform searching operation by calling functions from the EPG Search Java API described in section 3. Searching results will be returned to QSB and list of hits will be presented to the user by QSB. One example of searching action is presented in Fig. 6.



Fig 6. QSB with results coming from EPG Search Provider

This solution is not bounded to any specific DTV devices, but it can also be applied to any device featuring Android OS and some kind of DTV tuner.

V. LIMITATIONS

Since we are using Android Binder for inter-process communication between EPG SP and Java service that implements DTV Middleware API, we are limited to 1 MB amount of data transfer. Amount of data per one EPG event is approximately 5 KB. In our testing environment, with few available channels, this limitation is not a problem. However, taking into account that for standard DTV device we can have over 100 channels available (for satellite event 1000), and for every channel one week of available EPG events, this can also easily overshoot 1 MB Binder restriction.

Our solution for this problem would be to make process of acquisition of the EPG results iterative. This solution allows all search results to be provided to DTV SP application, without limitation, but it requires that DTV search API functions are extended in a way that they become iterative. Solution for this is to add another function call that will only retrieve total number of search results. This number will be in turn used in functions for retrieving results, since they will have to pass range of desired results as additional parameter.

VI. CONCLUSION

QSB application is included in every Android OS release, and is part of everyday Android OS user experience. With this in mind, it is natural that DTV devices based on Android OS can have some DTV content searchable. This paper presents how QSB application can be upgraded to provide useful searching results from EPG table of events in Android OS based DTV devices.

In future, this solution can be extended to obtain other textual data from DTV transport stream, like Teletext, MHEG or HbbTV.

ACKNOWLEDGMENT

This work was partially supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the

Republic of Serbia under Grant III-44009.

REFERENCES

- [1] M. Vidakovic, N. Teslic, T. Maruna, and V. Mihic, "Android4TV: a proposition for integration of DTV in Android devices", submitted for publication in Proceedings of the 30th IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), January 2012.
- [2] N. Kuzmanovic, T. Maruna, M. Savic, G. Miljkovic, and D. Isailovic, "Google's Android as an application environment for DTV decoder system", 14th IEEE International Symposium on Consumer Electronics (ISCE), June 2010, pp. 1-5.
- [3] M. Vidakovic, T. Maruna, N. Teslic, V. Mihic, "A java API interface for the integration of DTV services in embedded multimedia devices," IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 58, no. 3, pp.1063-1069, August 2012.
- [4] ETSI EN 300 468: Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems, V1.11.1

**DETEKCIJA ZAMIŠLJENIH POKRETA GORNJIH I DONJIH EKSTREMITETA
PRIMENOM VREMENSKO-FREKVENCIJSKE ANALIZE NAD EEG SIGNALIMA**
**TIME-FREQUENCY ANALYSIS OF EEG SIGNALS IN DETECTION OF IMAGINED
MOVEMENTS OF THE UPPER AND LOWER EXTREMITIES**

Danilo Ristovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada je da razmotri mogućnost da se na osnovu elektroencefalograma (EEG) sazna koji pokret ispitanik zamišlja tokom snimanja signala (stiskanje pesnice desne ruke ili leve ruke, dorzifleksija oba stopala). Radom je predloženo da se detekcija zamišljanja pokreta ostvari analizom spektrograma izdvojenih α -ritmova EEG signala. Spektrogram se dobija primenom kratkotrajne Furijeove transformacije (STFT) i na osnovu njega se računa kriva trenutne ukupne snage ovih ritmova. Krivom se prati dinamika snage α -ritmova kako bi se uočila pojava desinhronizacije zasnovane na događaju i sinhronizacije zasnovane na događaju (ERD i ERS). Ova dva fenomena treba da ukažu na trenutak u kom ispitanik sprovodi pomenute mentalne aktivnosti – zamišljanje pokreta.

Abstract – The purpose of this thesis is to consider the possibility to discover by means of the electroencephalogram (EEG) which movement the subject imagines during the signal recording (closing the fist of the right or the left hand, dorsiflexing both feet). The thesis proposes that the detection of the movement imagining should be performed by analysing the spectrogram of the selected α -rhythms of the EEG signal. The spectrogram is created by using the short-term Fourier transform (STFT) and based on the results, the curve of the instantaneous total power of these rhythms is calculated. This curve is then used to track the power dynamics of the α -rhythms in order to detect event-related desynchronisation and synchronisation (ERD and ERS). These two phenomena should point to the moment in which the subject performs the mentioned mental activities - the imagining of the movement.

Ključne reči: Zamišljanje pokreta, EEG signali, kratkotrajna Furijeova transformacija (STFT), kriva sume snaga α -ritmova, detekcija ERD/ERS, BCI sistemi

1. UVOD

Neprestani napredak u razvoju biomedicine i oblasti koje ona kao multidisciplinarna nauka obuhvata, poput elektronike, automatike, mehanike, matematike i medicine, predstavlja plodan teren za pronalaženje novih metoda i uređaja za dijagnostiku, određivanje terapija, kao i pomoć hendikepiranim ljudima u obavljanju svakodnevnih aktivnosti.

Problematika kojom se bavi ovaj rad je usko povezana sa

pronalaženjem načina da se kroz adekvatna softverska rešenja, uz pomoć odgovarajućih hardverskih komponenti, pomogne ljudima koji pate od potpunog ili delimičnog oštećenja neuromotornog sistema. Upravo zbog toga je osmišljen koncept interfejsa čovek-računar, u literaturi poznatiji kao BCI (engl. *Brain-Computer Interface*) sistem.

2. BCI SISTEMI

BCI sistem je višeslojni sistem koji obuhvata: (1) snimanje moždanih aktivnosti (engl. *signal acquisition*); (2) pretprocesiranje (engl. *preprocessing*) u okviru kog se vrši filtriranje kvalitetno pojačanog analognog EEG signala kako bi se izdvojio njegov koristan deo i maksimalno umanjio uticaj mrežnih smetnji i artefakata proisteklih od mišićnih aktivnosti. Nakon toga sledi za računar neophodna digitalizacija signala primenom analogno-digitalnog pretvarača (ADC); (3) izvlačenje određenih obeležja skrivenih unutar EEG signala (engl. *feature extraction*) koja predstavljaju jednoznačnu odliku signala u vremenskom i/ili frekvencijskom domenu, na osnovu koje se nedvosmisleno može utvrditi priroda konkretne osobine EEG signala ili senzornomotornih procesa koji se tim signalom beleže; (4) klasifikacija definisanih obeležja (engl. *classification*) prema prethodno određenim kriterijumima ili aktivnostima primenom nekog metoda veštačke inteligencije (najčešće, veštačka neuronska mreža, VNM). Obeležja mogu jedinstveno da ukazuju na npr. zamišljanje pokreta palca leve ruke ili na zamišljanje pokreta jezika. Produkt klasifikacije jeste prepoznata misaona komanda čoveka, skrivena unutar EEG signala; (5) ova komanda se kao izlaz računara transformiše u upravljački signal za izlazne uređaje (engl. *application interface*); (6) uređajima i sredstvima (engl. *application*), koje zdravi ljudi svakodnevno koriste, hendikepirane osobe mogu ovim dodatnim kanalom da upravljaju samo pomoću svojih misli. Primeri ovih aplikacija su: invalidska kolica, neuralna proteza, kursor miša koji se kreće po ekranu na osnovu čovekovih mentalnih komandi itd. Snimanjem signala mogu se beležiti električni potencijali sa skalpa čoveka (elektroencefalogram, EEG) ili sa same moždane kore (elektrokortikogram, EcoG). Iako je EcoG signal daleko pouzdaniji, kvalitetniji i daje relevantnije podatke o moždanim aktivnostima, u najvećem broju praktičnih primena BCI sistem se oslanja na neinvazivno beleženje moždanih aktivnosti (EEG). Iz signala zabeleženih na skalpu čoveka, neophodno je ukloniti neizostavne smetnje i artefakte koji se mešaju sa korisnim, odnosno izvornim signalom poteklim isključivo od moždane aktivnosti.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Dubravka Bojanić, docent.

Prisustvo elektromagnetnih smetnji se otklanja kvalitetnom mernom opremom, dok se uticaj artefakata koji potiču od aktivnosti mišića lobanje (npr. mišići čela, jezika, očiju itd) smanjuje pogodnom matematičkom analizom signala pokreta očiju (*EOG*) i/ili signala sa mišića (*EMG*) snimljenih istovremeno kad i *EEG*.

3. ERD/ERS

U stanju psihofizičkog mirovanja čoveka snaga α -ritmova (8-12 Hz) *EEG* signala dominira njegovim spektrom u najvećem broju kortikalnih regiona. Ovakvo isticanje α -talasa se javlja u moždanim oblastima koje nisu angažovane pri obradi informacija koje su posledica kognitivnih, emotivnih, senzornih (perceptivnih) ili motornih procesa [1]. Postojanje dominantnih α -talasa jeste posledica sinhronizovanog rada neuronskih struktura ovih regiona mozga. Prekid stanja mirovanja se recimo dešava kada načini pokret ili se putem receptora smeštan u oku detektuje svetlosni signal. Tada se regionu mozga koji su zaduženi za obradu ovakvih informacija (motorni region, odnosno okcipitalni region, respektivno) aktiviraju. Ovim procesom obuhvaćene neuronske strukture gube međusobnu sinhronizovanost okidanja akcionih potencijala. Kao posledica sledi pad amplitude α -ritmova. Ovaj fenomen je u literaturi poznat pod nazivom desinhronizacija zasnovana na događaju (engl. *event-related desynchronization, ERD*) i javlja se usled nekog spoljašnjeg ili unutrašnjeg događaja koji je okinuo kortikalne procese. Suprotno tome, događaji mogu u istim ili nekim drugim frekvencijskim opsezima, ipsilateralno ili kontralateralno, da dovedu do povećanja snage ovih ritmova, čime se javlja fenomen sinhronizacije vezane za događaj (engl. *event-related synchronisation, ERS*). Ovi događaji mogu biti, između ostalih: vizuelni stimulus, planiranje pokreta, ali i proces zamišljanja pokreta (engl. *movement imagery*) [2].

4. ISPITANICI I EKSPERIMENT

U eksperimentu, koji sadrži dva protokola (*P1* i *P2*), učestvovalo je osam fizički zdravih ispitanika muškog pola, između 22 i 33 godine starosti. Za potrebe izvođenja eksperimenta autori su realizovali video snimak ukupnog trajanja 520 s, koji je korišćen kao vizuelni stimulus. Veći broj snimaka nije trajao svih 520 s. Na crnoj pozadini u centru ekrana je stajao fiksacioni krst bele boje preko kog se u unapred definisanom, za ispitanike nepredvidivim, trenucima iscrtavala zelena strelica orijentisana u jednom od 3 smeru: levo, desno i dole. Smer koji će zauzeti strelica je takođe nepoznat ispitanicima. Svaki smer je jednoznačno predstavljao odgovarajući zadatak, odnosno pokret koji je ispitanik trebalo da fizički realizuje (*P1*) ili da zamišlja (*P2*). Reč je o pokretima stiskanja pesnice desne (smer strelice: desno) ili leve ruke (levo) i dorzifleksiji oba stopala (dole). Svake strelica je prikazivana tačno 4 s, dok je pauza između dve uzastopne pojave iznosila minimum 8 s. Ispitanici nisu upoznati sa podatkom koliko koja pauza traje, radi izbegavanja habituacije. Pojava strelice predstavlja komandu da ispitanici sprovedu odgovarajući zadatak. U video snimku se strelica pojavljuje u svakom smeru po 10 puta, tako da je jednim zabeleženim *EEG* snimkom (jednom sesijom) obuhvaćeno maksimalno po 10 ponavljanja svakog zadatka (pokreta). U okviru *P1* u zavisnosti od ispitanika

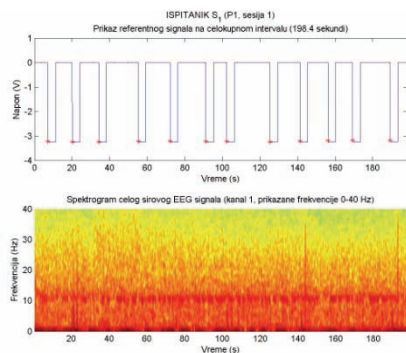
izvršeno je 1-2 sesije, dok je broj sesija kod *P2* iznosio 1-4. To znači da je tokom *P1* izvršeno maksimalno 20 ponavljanja svakog zadatka, dok je taj broj za *P2* duplo veći. Paralelno sa *EEG* signalom beležen je i signal sa svetlosnog senzora koji je beležio prisustvo belog kvadrata na ekranu koji se pojavljivao kad god se pojavila strelica na njemu. Ovaj signal je poslužio kao referentni signal u odnosu na koji je vršeno izdvajanje zasebnih epoha *EEG* signala.

5. OPREMA I SOFTVER

Šest mernih elektroda (*C3, C3b, Cz, Czb, C4, C4b*) postavljenih iznad motornog regiona bilo je povezano sa *PsychLab EEG8* pojačavačem. Ove elektrode su prema standardu 10-20 formirale 3 *EEG* kanala (redom 1-3: leva hemisfera: *C3-C3b*, centralni (temeni) deo: *Cz-Czb*, desna hemisfera: *C4-C4b*). Pojačani signal je zatim vođen na analogno-digitalni pretvarač, *National Instruments A/D* kartica *NI USB 6216*, nakon čega je *USB* vezom prosleđivan laptop računaru. *EEG* signal je filtriran hardverskim filterom propusnikom opsega graničnih učestanosti 0.1 Hz i 40 Hz. Frekvencija odabiranja signala je bila 500 Hz. Snimljeni podaci (*EEG* signali) su pohranjivani u tekstualne datoteke (.txt), odnosno u *MATLAB* datoteke (.mat).

6. ANALIZA MERENIH PODATAKA

Matematičke metode potrebne za obradu i analizu *EEG* signala u ovom radu implementirane su u okviru odgovarajućih algoritama realizovanih u programskom okruženju *MATLAB R2013b (8.2.0.701)*. Na osnovu rezultata dobijenih u ovom radu zaključeno je da, kad je u pitanju uspešnost detekcije zamišljenih pokreta na osnovu snimljenih *EEG* signala, nema značajne razlike u dobijenim rezultatima između subjekata (ispitanici *S1-S8*). Stoga će ovde biti prikazani rezultati za samo jednog ispitanika (*S1*), jer bi mogli da se posmatraju kao najrepresntativniji. Kod većine ispitanika je vizuelnom analizom dobijenih spektrograma nefiltriranog signala na celoj njihovoj dužini ustanovljena pojačana aktivnost na frekvencijama izvan opsega α -ritmova (ispod 8 Hz, preko 12 Hz). Ove aktivnosti se ne mogu dovesti u jasnu vezu sa kortikalnim procesima uključenim u ostvarivanje zadataka. One su povremeno praćene naglim porastima snaga na gotovo svim frekvencijama *EEG* spektra i dešavaju se na oko 1 s posle strelice i 1 s pre njenog nestanka sa ekrana (Slika 1). Ovi naleti povećanja snage gotovo svih spektralnih komponenti *EEG* signala se dominantno javljaju kod dorzifleksije oba stopala tokom *P1*, dok se tokom *P2* ne uočava njihovo prisustvo. Takođe, primećeno je veoma izraženo prisustvo vrlo niskih učestanosti (≤ 1 Hz) za koje takođe nije utvrđena povezanost sa događajima, odnosno izvršenjima zadataka. Algoritmom je u svrhu detekcije *ERD/ERS* α -ritmova implementiran Batervortov filter propusnik opsega 10. reda, čije su granične učestanosti 8 Hz i 12 Hz. U prilog zaključcima autora brojnih naučnih radova iz ove oblasti, ide činjenica da se iz spektrograma nefiltriranog *EEG* signala (Slika 1) jasno vidi da ovaj opseg najviše doprinosi ukupnoj snazi signala i pokazuje najveću dinamiku. Iz filtriranih signala se sa sva 3 kanala izdvajaju epohe (engl. *trial*) koje obuhvataju po 5 sekundi, pre i nakon trenutka pojave strelice (u daljem tekstu: trenutak okidanja).



Slika 1 - Referentni signal, trenuci okidanja (gore); spektrogram nefiltriranog EEG signala (dole) (ispitanik S1, protokol P1, sesija 1)

Algoritmom je realizovana automatska detekcija trenutka okidanja pomoću referentnog signala sa senzora osvetljaja, što se manifestuje kao pad amplitude sa 0 V na oko -3.5 V (crvene zvezdice na Slika 1). Epohe se potom grupišu prema zadacima koji su tom prilikom predviđeni strelicom. Time se sve izdvojene epohe razvrstavaju u 3 grupe (prema zadacima). Sledi vremensko-frekvencijska analiza, tj. primena kratkotrajne Furijeove transformacije (STFT) nad grupisanim epohama filtriranog EEG signala. U okviru MATLAB paketa STFT je implementirana kao gotova funkcija *spectrogram*. Spektrogram signala osim računanja STFT koeficijentata omogućava vizuelizaciju promene snage frekvencijskih komponenti analiziranog signala.

Ulazne promenljive ove MATLAB funkcije su: signal (epohe) čiji se spektrogram računa, širina prozora kojim se segmentira signal, broj obiraka preklapanja dva susedna prozora, željena frekvencijska rezolucija i frekvencija kojom je signal odbirkovan. Na osnovu spektrograma epoha se potom izračunava promena vrednosti ukupne snage α -ritmova u vremenu – kriva sume snage α -ritmova u svakom trenutku (k) epohe. MATLAB-ova funkcija će nam proslediti kroz dve izlazne promenljive veličine potrebne za računanje pomenutih kriva (SP): spektralna raspodela snage (PSD) STFT-om dobijenih diskrentnih segmenata signala ($P_{i,k}$) i diskretni vremenski trenutke u kojima su pozicionirani ovi segmenti (k).

$$SP[k] = \sum_{i=0}^n P_{i,k} \quad (1)$$

Ova kriva bi trebalo da ukaže na fizičku realizaciju ili zamišljanje pokreta padom amplitude (odgovara opadanju snage α -ritmova). To bi trebalo da indicira pojavu ERD α -ritmova u trenutku okidanja ili malo oko tog trenutka. Najviše par sekundi po trenutku okidanja trebalo bi da usledi ponovni rast ukupne snage α -ritmova, odnosno da dođe do njihove (re)sinhronizacije, što bi trebalo da ukaže na ponovno delimično ili potpuno mirovanje moždanih aktivnosti, do pojave naredne strelice. Kod obrade signala iz P1, pored analize i prikaza kriva zasebnih epoha svih pokreta, vršeno je i usrednjavanje njihovih kriva prema odgovarajućim zadacima kroz sve sesije ovog protokola. Ovime se dobija informacija kako u proseku izgleda dinamika promene snage α -ritmova tokom fizičke realizacije odgovarajućeg pokreta. Ova informacija može poslužiti za: razmatranje uspešnosti različitih metoda obrade epoha (neuspeh isključuje mogućnost primene nad signalima P2); radi potencijalne obuke VNM u prvom

krugu i "obučavanja" ispitanika od strane obučene mreže u drugom krugu; u cilju proučavanja kvaliteta snimljenih EEG signala; radi eliminisanja mogućnosti da se dovede u pitanje kvalitet snimanih signala ukoliko oni zabeleženi tokom fizičke realizacije zadataka (P1) pokažu pozitivne rezultate itd.

7. REZULTATI

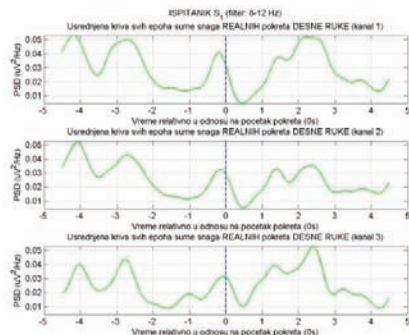
Prikažaćemo karakteristične rezultate dobijene za ispitanika S1 analizom signala dobijenih kroz oba protokola i različite sesije sprovedene u okviru njih. Ispitanik je izvršio 2 sesije P1 i 3 sesije P2 (Tabela 1).

Tabela 1 - Podaci o snimljenim signalima i zadacima za ispitanika S1

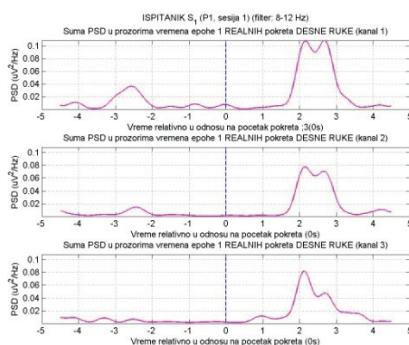
		Redni broj sesije	Trajanje signala	Ukupan broj pokreta	Broj pokreta po zadatku *
S1	P1	1	198.4 s	12	(4, 4, 4)
		2	198.9 s	12	(4, 4, 4)
	P2	1	517.7 s	27	(9, 9, 9)
		2	519.6 s	27	(9, 9, 9)
		3	518.6 s	27	(9, 9, 9)

Iako se očekuje da se prilikom fizičke realizacije stiskanja pesnice leve/desne ruke (P1) ERD javi pre svega na kontralateralnoj strani malo pre, tokom i malo posle trenutka pojave strelice, dobijeni rezultati uglavnom ne idu u prilog ovom očekivanju. Na osnovu svih rezultata zaključeno je da se pojave ERD ili ERS ne mogu jasno i nedvosmisleno povezati sa događajima koje prati signal (zamišljanje/realizacija pokreta), jer je dinamika kojom se menja ukupna snaga α -ritmova u toku epoha snimljenih signala u oba protokola veoma raznolika i ne uočava se jasan šablon ponašanja. Može se govoriti samo o stepenu sigurnosti (verovatnoći) kojom je moguće detektovati pojavu desinhronizacije koja bi pouzdano mogla da ukaže na nastupanje realizacije/zamišljanja pokreta. Stoga, usled nepostojanja uočljive i suštinske razlike između rezultata dobijenih za epohe snimane tokom P1 i P2, biće prikazani karakteristični rezultati iz epoha oba protokola za ispitanika S1. Pojava porasta ukupne snage koja nastupa nekoliko sekundi nakon trenutka okidanja (uglavno oko 2s posle događaja) je ono što se vrlo često javlja kod dobijenih kriva i ova činjenica ide u izvesnoj meri u prilog očekivanjima (Slika 2 - Slika 5). Van očekivanja je i podatak da se veoma slična moždana aktivnost beleži na sva 3 kanala gotovo svih snimljenih signala, a što se jasno može videti na usrednjenim krivama tih kanala (Slika 2). Na ovoj slici se pak može uočiti kako u proseku izgleda ERD/ERS dinamika u jednoj epohi – ERD u trenutku pojave strelice (0 s) i kasnija ERS (maksimum na oko 2 s). Neretko se dešava da veoma niska vrednost ukupne snage, koja bi trebalo da ukaže na pojavu ERD (zamišljanje/realizacija pokreta), započinje čak 4 s pre pojave strelice na ekranu i kao takva traje do otprilike 1-2 s nakon njene pojave, iza čega najčešće nastupa skok snage, koji bi trebalo da ukaže na povratak moždanih aktivnosti u stanje mirovanja (ERS) (Slika 3). Pored ovih, rezultati ukazuju na postojanje mnogih drugih manifestacija dinamike α -ritmova koje u mnogo čemu odstupaju od one koju smo pretpostavili, a koja je brojnim radovima ustanovljena [1][2][3]. Očekivanu ERD/ERS dinamiku, koja se najčešće sreće u literaturi, najpribližnije oslikava usrednjena kriva na (Slika 2). Primer prilično uočljivog pada ukupne snage signala (ERD) u trenutku

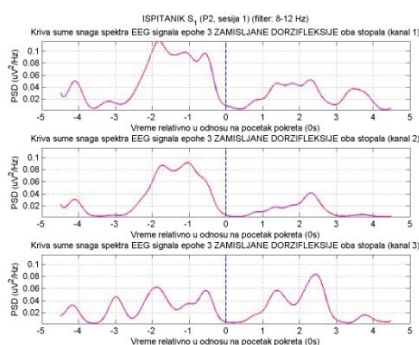
pojave strelice i kasnijeg njenog porasta (*ERS*) se može uočiti i kod epoha *P2*, poput one za zadatak dorzifleksije oba stopala prikazane na **Slika 4**. Analizom dobijenih rezultata, zaključeno je da u najvećem broju slučajeva najveću promenu pri prelasku između *ERD* i *ERS* u jednoj epohi zadatka dorzifleksije beležimo na kanalu 2 (sredina centralne brazde, elektroda *Cz*) (**Slika 5**).



Slika 2 - Usrednjene krive ukupne snage α-ritmova na svim kanalima za fizički realizovane pokrete desne ruke (ispitanik *S1*, protokol *P1*)



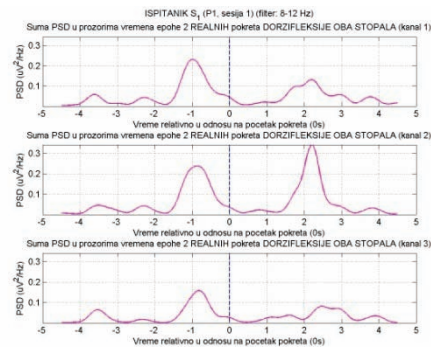
Slika 3 - Krive ukupne snage α-ritmova na sva tri kanala kod realnih pokreta desne ruke (ispitanik *S1*, protokol *P1*, sesija 1, epoha 1)



Slika 4 - Krive ukupne snage α-ritmova na sva tri kanala kod zamišljanja dorzifleksije oba stopala (ispitanik *S1*, protokol *P2*, sesija 1, epoha 3)

8. ZAKLJUČAK

Priroda elektrofizioloških signala, ali i samih metoda kojima se vrši njihovo snimanje, predstavljaju pogodnu priliku da se u zabeleženim signalima i pored filtriranja pronađu smetnje i artefakti mnogo većih amplituda od korisnog dela *EEG* signala. Kompleksne moždane aktivnosti koje su neprestano prisutne širom moždane kore, a čije poreklo nije ni danas do kraja razjašnjeno, usled provodnosti korteksa sumiraju se sa onim aktivnostima koje su nama od interesa interesuju.



Slika 5 - Krive ukupne snage α-ritmova na sva tri kanala kod realizacije dorzifleksije oba stopala (ispitanik *S1*, protokol *P1*, sesija 1, epoha 2)

Postoji nekoliko načina na koji bi se mogao povećati učinak odstranjivanja nepoželjnih električnih aktivnosti, poput: korišćenja kvalitetnije i robusnije merne opreme; primene prostornog filtriranja signala; pružanja adekvatnih uslova ispitanicima koji uključuju smeštanje ispitanika u udobne stolice sa naslonom, njihova fizička izolacija od spoljašnjeg sveta (najpre, zvučna i svetlosna izolacija); zamračivanje prostorije u kojoj se eksperiment sprovodi radi pružanja maskimalnih uslova za fokusiranost ispitanika; prisustvo operatora koji bi ispitaniku u trenucima manjka koncentracije ukazao na potrebu da se fokusira na eksperiment; snimanje *EOG* i/ili *EMG* signala radi eliminacije artefakata mišićnih aktivnosti itd. Uz dopunu ili izmenu radom primenjene obrade *EEG* signala, kvalitetnije i pouzdanije rezultate bismo mogli da očekujemo i ako se sprovedu sledeće mere: povećanje broja ispitanika, broja sesija po protokolima i dužine jedne sesije; sprovođenje eksperimenta u kom bi ispitanici učestvovali u različitim protokolima uz potencijalno menjanje dinamike vizuelnog stimulusa itd. Pouzdano merenje i adekvatna analiza izmerenih *EEG* signala je od presudnog značaja za potencijalnu implementaciju realizovanih metoda obrade i analize tih signala u okviru *BCI* sistema. Sve pomenuto predstavlja ogroman izazov prilikom razvoja ovakvih sistema, gde donošenje pogrešnih odluka može biti fatalno po čoveka.

9. LITERATURA

- [1] Pfurtscheller, G. (2001). *Functional brain imaging based on ERD/ERS*, Vision Research, Volume 41, Issues 10–11. Elsevier, 1257–1260
- [2] Pfurtscheller, G. (1998). 162 *EEG-reactivity (ERD, ERS) during real and imagined movement*, International Journal of Psychophysiology, Volume 30, Issues 1–2. Elsevier, 64–65
- [3] Pfurtscheller, G., Neuper, Ch., Flotzinger, D., Pregenzer, M. (1997). *EEG-based discrimination between imagination of right and left hand movement*, Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, Volume 103, Issue 6. Elsevier, 642–651

Kratka biografija:



Danilo Ristovski rođen je u Valjevu 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Automatika i upravljanje sistemima odbranio je 2014.god.

PODSISTEM ZA SPECIFIKACIJU KORISNIČKIH PRAVA U OKVIRU KROKI ALATA SUBSYSTEM FOR SPECIFICATING USER ROLES WITHIN KROKI TOOL

Sebastijan Kaplar, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je predstavljena implementacija podsistema za administraciju. Podsistem za administraciju je zasnovan na RBAC standardu. Rešenje je implementirano u okviru Kroki alata. Kroki je participativni alat namenjen za razvoj poslovnih aplikacija zasnovan na mokapima. Dodatni zadatak ovog rada predstavlja kreiranje korisnički personalizovanog menija.

Abstract – This paper presents implementation of administration subsystem. Administration subsystem is based on RBAC standard. The result is integrated within Kroki, a tool for interactive development of business applications based on mockups.

Ključne reči: RBAC, generisanje koda, Mockup, JPA

1. UVOD

Poslovne aplikacije u realnim sistemima imaju veliki broj korisnika sa različitim ulogama. Korisnici, iako pripadaju jednom sistemu, imaju različite nadležnosti i funkcije. Na primer, radnik zaposlen u magacinu može da pristupi informacijama samo o tom magacinu, njegov nadređeni može da pristupi informacijama o svim magacinima u sklopu aplikacije, dok finansijski direktor ima pravo da pristupi svim raspoloživim podsistemima (magacinsko poslovanje, finansijsko knjigovodstvo, itd). Za administraciju prava korisnika i krojenje njihovih radnih okruženja obično se kao podloga koristi RBAC (Role Based Access Control), kao jedan od najzastupljenijih modela kontrole pristupa. Dodatni zadatak ovog rada predstavlja razvijanje alata za kreiranje menija. Alat treba da omogućuje kreiranje sopstvenog menija za svaku grupu korisnika. U ovom radu predstavljena je implementacija podsistema za administraciju zasnovan na RBAC standardu. Potrebno je da obezbedi registrovanje korisnika i njihovih prava za potrebe poslovne aplikacije kreirane Kroki alatom. Kroki (fr. croquis – skica) je participativni alat namenjen za razvoj poslovnih aplikacija zasnovanim na mokapima (mockup).

2. OKRUŽENJE ZA IMPLEMENTACIJU PODSISTEMA ZA ADMINISTRACIJU

Podsistem za administraciju je integrisan u sklopu Kroki alata. Kroki je alat namenjen za razvoj poslovnih aplikacija zasnovanih na mokapima.

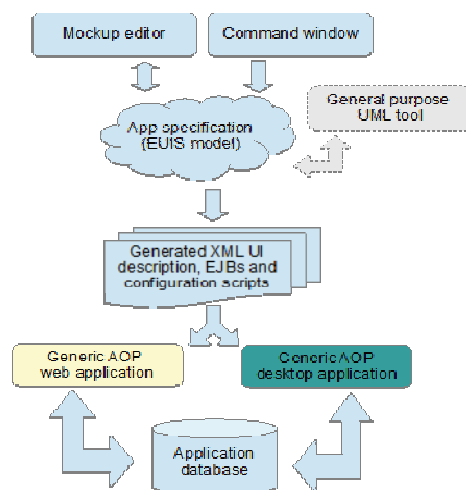
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Gordana Milosavljević.

Mokap predstavlja skicu korisničkog interfejsa aplikacije, koja pomaže da se na širem planu slože svi aspekti korisničkog interfejsa. Skica se koristi u toku celog procesa razvoja softverskog proizvoda, kao podloga za automatsko izvršavanje ili generisanje koda poslovnih aplikacija. Prednost mokap alata predstavlja njihova jednostavnost za korišćenje, što omogućava krajnjim korisnicima da koristeći jednostavnu i intuitivnu anotaciju, aktivno učestvuju u procesu specifikacije softverskih proizvoda.

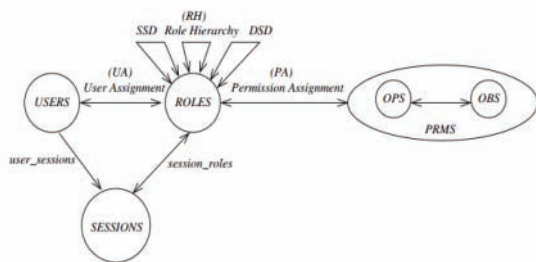
To je postignuto uz oslonac na DSL (Domain Specific Language) na visokom nivou apstrakcije za specifikaciju korisničkog interfejsa poslovnih aplikacija pod nazivom EUIS (Enterprise User Interface Solution). Kroki zapravo implementira konkretnu sintaksu datog DSL-a, koja je projektovana tako da se omogućuje modelovanje korisničkog interfejsa na „prirodan“ način.

Pokretanje skica obezbeđuju dva aspekt-orientisana (AOP) generička engine-a web odnosno desktop aplikacije prikazano na slici 2.1 kreirane na bazi EUIS DSL-a [1]. Pored toga na slici je prikazana i struktura Kroki alata.



Slika 2.1. Struktura Kroki alata

RBAC je jedan od najzastupljenijih modela kontrole pristupa. Najviše dolazi do izražaja u poslovnim sistemima sa velikim brojem korisnika. Razlog velike zastupljenosti ovog modela je uvođenje korisničkih uloga. Korisnička uloga predstavlja dodatni sloj indirekcije između korisnika i dozvola što omogućuje grupisanje korisnika i privilegija u logičke celine na većem nivou apstrakcije. Na taj način je pojednostavljeno definisanje prava pristupa. Model RBAC-a [3] prikazan je na slici 2.2.



Slika 2.2. RBAC model

3. IMPLEMENTACIJA PODSISTEMA ZA ADMINISTRACIJU

U poslovnim sistemu, posao koji obavlja korisnik i njegova zaduženja su predstavljeni ulogama. Dozvola da se izvrši određena operacija je definisana putem uloge. Pridruživanjem dozvola ulogama pojednostavljuje se njihovo upravljanje, dok su uloge u bliskoj relaciji sa korisničkim grupama u kontroli pristupa. Korisnici ne poseduju dodeljene direktne dozvole, nego ih dobijaju kroz uloge.

3.1. Kreiranje aplikacije

Podsystem za administraciju je troslojna desktop aplikacija. Prezantacioni deo je implementiran putem Java SWING grafičkog korisničkog interfejsa koji koristi generičku standardnu formu za unos podataka. Srednji sloj odgovoran za biznis logiku koristi Hibernate kao sredstvo za perzistenciju. Hibernate pruža radni okvir (*framework*) za mapiranje objektno-orientisanog modela na relacionu bazu podataka. *Java Persistence API (JPA)* je specifikacija programabilnog interfejsa u Javi koji omogućuje upravljanje relacionim podacima u aplikacijama koje koriste Java Platformu. JPA framework je namenjen za objektno-relaciono mapiranje. Objektno-relaciono mapiranje (ORM) omogućuje mapiranje tabela iz relacione baze podataka na Java klase kao i mapiranje Java klasa na tabele relacione baze podataka.

Upiti nad relacionom bazom vrše se pomoću JPQL (*Java Persistence Query Language*) objektno orijentisanog upitnog jezika. JPQL ne zavisi od platforme i definisan je kao deo JPA specifikacije. Entitet u JPA je predstavljen anotiranim Java klasom koja se mapira na tabelu u relacionoj bazi podataka. Anotacije predstavljaju oblik metapodataka i pružaju podatke o programu koji nije deo samog programa.

Na listingu 3.1 prikazana je Java klasa koja predstavlja JPA entitet, na primeru operacije u sklopu podsistema za administraciju.

```
@Entity
@Table(name = "Operation")
public class Operation extends AbstractEntity implements Serializable {

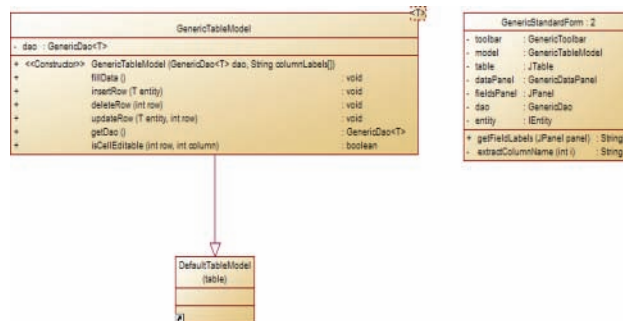
    @Id
    @GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY)
    @Column(name = "id", unique = true, nullable = false)
    private Integer id;

    @Column(name = "name", unique = false, nullable = false)
    private String name;

    @OneToMany(cascade = CascadeType.ALL,
        fetch = FetchType.LAZY, mappedBy = "operation")
    private Set<Permission> userGroup = new HashSet<Permission>();
}
```

Listing 3.1. JPA Entitet Operation

Generičnost je postignuta putem radnog okvira (*framework*) koji je razvijen u sklopu ove aplikacije. Radni okvir omogućava brže i lakše razvijanje aplikacija. U ovoj aplikaciji radni okvir je automatizovao proces prikaza, prikupljanja i perzistiranja podataka. Na slici 3.3 je prikazan isečak dijagrama klasa radnog okvira.



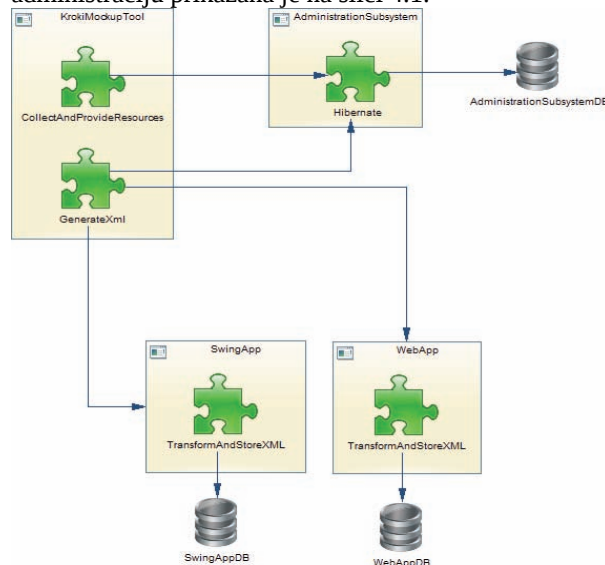
Slika 3.1 Isečak dijagrama klasa radnog okvira

4. INTEGRACIJA SA KROKI ALATOM

Kroki alat se sastoji iz više aplikacija. Centralno mesto u alatu zauzima grafički editor za vizuelno kreiranje mokapa, desktop i web aplikacije koje izvršavaju kreirane mokape, *lightweight* aplikaciju za kreiranje *UML Class* dijagrama i podsistem za administraciju.

Kroki alat omogućava skiciranje poslovne aplikacije grafičkim editorom koji poseduje. Nakon dovođenja aplikacije u željeni oblik, prosleđuju se podaci neophodni za konfigurisanje dva *engina* (desktop i web) koji skicu prevode u izvršivo programsko rešenje. Podsistem za administraciju predstavlja integrisanu aplikaciju čije se izvršavanje pokreće putem Kroki alata.

Prilikom pokretanja, podsistem za administraciju dobija podatke neophodne za kreiranje administrativnih prava, odnosno Kroki ima „svest“ o postojanju aplikacije podsistema za administraciju, dok obrnuto ne važi. Prosleđeni podaci predstavljaju informacije o formama, koje su u podsistemu za administraciju predstavljeni kao resursi u sklopu RBAC-a, na osnovu kojih se kreira i administrira poslovna aplikacija. Uproštena arhitektura Kroki aplikacije u integraciji sa podsistemom za administraciju prikazana je na slici 4.1.



Slika 4.1. Uproštena arhitektura Kroki alata u integraciji sa podsistemom za administraciju

Centralno mesto u arhitekturi prikazanoj na slici 4.1 zauzima KrokiMockupTool koji poseduje grafički editor za skiciranje formi. AdministrationSubsystem, SwingApp, WebApp predstavljaju aplikacije u sklopu Kroki alata. AdministrationSubsystemDB, SwingAppDB i WebAppDB predstavljaju njihove baze podataka. Usmerene strelice na slici 4.1 od KrokiMockupTool ka AdministrationSubsystem, SwingApp, WebApp predstavljaju reference, odnosno veze ka pomenutim aplikacijama. Usmereni kraj veze označava da je moguće pristupiti toj aplikaciji i da aplikacija koja se nalazi na drugom kraju veze ima „svest“ o postojanju aplikacije kojoj se pristupa, dok obrnuto ne važi. Ovim je omogućena veća fleksibilnost i nezavisnost aplikacija kojima se pristupa jer na taj način brinu samo o svojoj unutrašnjoj organizaciji.

4.1. Kreiranje konfiguracionog fajla

Prava kreirana putem podsistema za administraciju čuvaju se u njenoj relacionoj bazi podataka (AdministrationSubsystemDB na slici 4.1). Pravila definisana u toj aplikaciji potrebno je dostaviti web i desktop aplikacijama kako bi se pravilno konfigurisale. Već je pomenuto da KrokiMockupTool kao centralni deo Kroki alata ima reference na podsistem za administraciju kao i web i desktop aplikacije. Pošto podsistem za administraciju nije svestan ostalih aplikacija, njega nije moguće iskoristiti za formiranje konfiguracionog fajla neophodnog za funkcionisanje desktop i web aplikacija.

KrokiMockupTool ima pristup podsistemu za administraciju i koristi usluge njegove baza podataka pri kreiranju konfiguracionog fajla. Konfiguracioni fajl koji se kreira predstavlja xml datoteku u kojoj su definisane vrednosti iz baze podataka neophodne za funkcionisanje desktop i web aplikacija. Pored toga što definiše konfiguracioni fajl, KrokiMockupTool ga i dostavlja pomenutim aplikacijama prilikom pokretanja. Kreiranje xml fajla u sklopu KrokiMockupTool-a vrši generator koji ima pristup relacionoj bazi podataka podsistema za administraciju.

Primer generisanja operacija iz podsistema za administraciju u xml fajlu dat je na listingu 4.1.

```
private void generateOperations(Element resourcesRoot, Document doc) {
    //users_operations> tag
    Element userOperationsTag = doc.createElement("users_operations");
    resourcesRoot.appendChild(userOperationsTag);

    dao.administration.OperationHibernateDao uoDao =
        new dao.administration.OperationHibernateDao();
    List<ejb.administration.Operation> userOperations = uoDao.findAll();

    for (ejb.administration.Operation uo : userOperations) {
        Element userOperationTag = doc.createElement("user_operation");
        userOperationsTag.appendChild(userOperationTag);

        Element idTag = doc.createElement("id");
        idTag.setTextContent(uo.getId().toString());
        userOperationTag.appendChild(idTag);

        Element nameTag = doc.createElement("operation_name");
        nameTag.setTextContent(uo.getName());
        userOperationTag.appendChild(nameTag);

        Element viewTag = doc.createElement("name");
        viewTag.setTextContent(uo.getName());
        userOperationTag.appendChild(viewTag);
    }
}
```

Listing 4.1. Generisanje operacije

Potrebno je napomenuti da nakon dostavljanja xml konfiguracionog fajla, web i desktop aplikacija učitavaju upisane vrednosti i na osnovu njih popunjavaju interno svoje baze podataka predstavljene na slici 4.1 (SwingAppDB i WebAppDB). Nakon toga konfiguracioni fajl nije više potreban, osim u slučaju rekonfiguracije. Nakon generisanja dobija se xml koji predstavlja podsistem za administraciju.

5. KREIRANJE MENIJA

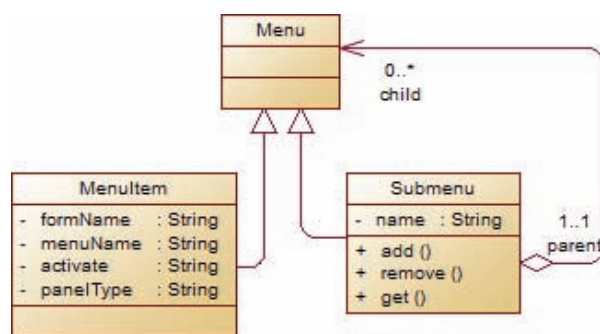
Podsistem za administraciju omogućava kreiranje proizvoljnog broja menija za jedan poslovni sistem. Potrebe za kreiranje više menija su različite.

Najčešći slučaj je veliki broj korisnika sa različitim ulogama u jednom poslovnom sistemu koji su zaduženi za obavljanje određenih zadataka. Razlog može biti da su dve različite grupe korisnika navikle na različitu organizaciju menija. Alat za kreiranje menija nalazi se u sklopu podsistema za administraciju.

Meni u podsistemu za administraciju zasnovan je na Composite softverskom obrascu (dizajn šablonu). Dizajn šablona predstavlja ponovno iskoristivo rešenje u problemima koji se često ponavljaju. Iako su šabloni ponovo iskoristivi, problemi variraju u zavisnosti od konteksta. Zato su šabloni dati u vidu smernica i generalnog rešenja problema, jer bi u suprotnom u većini slučajeva bili neiskoristivi.

Composite pripada grupi strukturalnih softverskih obrazaca, omogućava kompoziciju objekata u strukture oblika stabla i uniformno tretiranje prostih i složenih objekata.

Composite softverski obrazac se koristi kada želimo da kreiramo hierarhiju objekata celina-deo i da klijent može da ignoriše razlike između kompozitnih i prostih objekata i tretira ih na uniforman način[4]. Composite softverski obrazac primenjen na meniju u okviru podsistema za administraciju prikazan je na slici 5.1.



Slika 5.1. Model menija u okviru podsistema za administraciju

Konfiguracioni fajl koji sadrži podatke o kreiranom meniju dat je u xml obliku. Generator očekuje listu čiji su elementi instance klase Submenu, koja predstavlja korenski element menija.

6. PRIMENA NA ADAPTIVNU WEB APLIKACIJU

Generisani konfiguracioni fajlovi podsistema za administraciju i menija su dostavljeni u repozitorijum koji koristi adaptivna Web aplikacija. Konfiguracioni fajl

podсистema za administraciju opisan u poglavlju 4 kao i konfiguracioni fajl menija opisan u poglavlju 5 su učitani prilikom pokretanja web aplikacije.

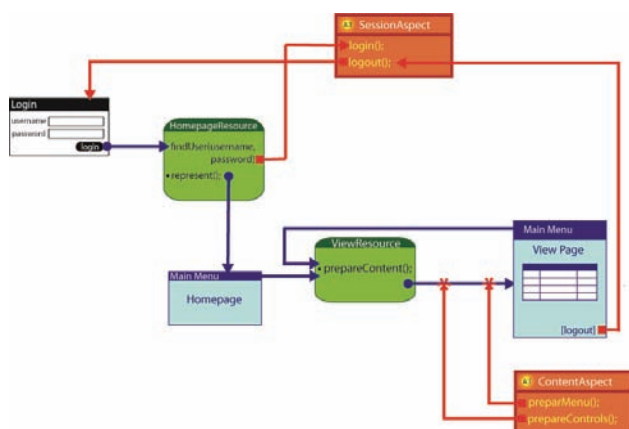
Web aplikacija poseduje relaciju bazu podataka u kojoj je pored poslovnog podсистema i podсистem za administraciju.

Prilikom inicijalnog pokretanja web aplikacije, ona očekuje prethodno definisan podсистem za administraciju predstavljen putem konfiguracionog xml fajla. Pomenuti fajl se učitava i relaciona baza podataka se popunjava podacima pročitanim u xml fajlu.

Prava skladištena u bazu podataka se učitavaju i koriste tokom rada aplikacije.

Za dinamički pristup pravima definisanim podсистemom za administraciju i aktiviranjem u odgovarajućim trenucima u toku rada aplikacije koriste se aspekti.

Upotreba aspekata omogućava razvijanje nezavisnih programskih modula zaduženih za obavljanje jedne funkcije, a uz to ne zahtevaju posedovanje izvornog koda. Pored toga, omogućuju razdvajanje nadležnosti. Uprošteni dijagram rada web aplikacije [5] prikazan je na slici 6.1.



Slika 6.1. Uprošteni dijagram rada web aplikacije

Prilikom pokretanja aplikacije, prethodno generisani konfiguracioni fajl koji opisuje kreirane menije se učitava u memoriju.

Meni je učitao u dinamičkoj strukturi koja je na raspolaganju tokom rada aplikacije. Pristup strukturi koja sadrži meni se vrši prilikom logovanja korisnika na sistem.

Prikupljaju se podaci o tome kojoj ulozi logovani korisnik pripada i traži se poklapanje sa menijem za tu ulogu. Postupak se obavlja iz aspekta koji se aktivira nakon logovanja korisnika a pre kreiranja menija u aplikaciji.

4. ZAKLJUČAK

U okviru ovog rada je prikazana implementacija podсистema za administraciju bazirana na RBAC

standardu.

Cilj je bio integrisati podсистem za administraciju u Kroki alat i na taj način dodati novi kvalitet web i desktop aplikacijama koje se njime kreiraju.

Pomoću konfiguracionih fajlova i aspekata koji su prikazani u ovom radu omogućena je "bezbolna" integracija podсистema za administraciju u okviru postojećeg alata bez potrebe za njegovim izmenama. Aspekti razvijeni u sklopu alata su omogućili jasno raspoređene nadležnosti i uvid u pregledan kod koji je lako proširiv.

Dodatni zadatak u ovom radu je kreiranje menija i njegovo povezivanje sa formama kreiranim u Kroki alatu kao i izvršavanje u sklopu web i desktop aplikacija. Kreiranje menija prilagođenog korisniku omogućilo je povećanje korisničkog zadovoljstva pri radu sa aplikacijama.

5. LITERATURA

- [1] G. Milosavljević, M. Filipović, V. Marsenić, I. Dejanović. *Kroki: Interactive Development Of Business Application Based on Mockups*, Software Methodologies, Tools and Techniques 2013, Budapest, Hungary, pp. 235-242
- [2] G. Milosavljević, *Prilog metodama brzog razvoja adaptivnih poslovnih informacionih sistema*, doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, 2012
- [3] D. Kim, I. Ray, R. France, N. Li. *Modeling Role-Based Access Control Using Parameterized UML Model*, FASE 2004. LNCS, vol. 2984, pp. 180-193
- [4] Dejanović, *Slajdovi sa predavanja softverski obrasci i komponente*
- [5] M. Filipović, *Adaptivna arhitektura web aplikacije bazirana na aspektima*, master rad, Univerzitet u Novom Sadu, 2011

Kratka biografija

Sebastijan Kaplar rođen je u Bijeljini, Republika Srpska, 1990. god. Fakultet tehničkih nauka upisao je 2009. godine., odsek Računarstvo i Automatika. Osnovne akademske studije završio je 2013.

CENTRALIZOVANA REGULACIJA NAPONA DISTRIBUTIVNIH MREŽA SA DISTRIBUTIVNIM GENERATORIMA

CENTRALIZED VOLTAGE CONTROL IN DISTRIBUTION NETWORKS WITH DISTRIBUTED GENERATORS PRESENCE

Sonja Kandić-Nazzal, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu izložena je metoda za regulaciju napona radijalnih, distributivnih mreža, zasnovana na teoriji osetljivosti. Metoda obezbeđuje kontrolu vrednosti napona čvorova regulišući razmenu reaktivne snage između mreže i distributivnih generatora.

Abstract – In this paper method for voltage regulation of radial unbalanced distribution networks, based on sensitivity theory is shown. This method allows the control of node voltages by regulating the reactive power exchanged between the network and the generators.

Ključne reči: Distributivni generatori, regulacija napona distributivnih mreža

1. UVOD

Široka rasprostranjenost distributivnih generatora instaliranih u srednjenaponsku distributivnu mrežu (SNDM) utiče na budući razvoj modernih elektroenergetskih sistema. Masivna instalacija distributivnih generatora (DG), tipično bazirana na obnovljivoj energiji, potpuno menja tokove snaga i samim tim napon mreže i energetske gubitke [1].

Osnovna metoda za regulaciju napona jeste automatska regulacija napona (ARN) zasnovana na promeni položaja regulacione sklopke transformatora postavljenih u visokonaponskim transformatorskim stanicama (TS). Rezultat te metode je održavanje napona u svim tačkama SNDM unutar tehničkih granica. Međutim, u SNDM u kojima je prisutan veliki broj DG ova metoda ne garantuje precizne vrednosti napona, s obzirom na nepredvidljive promene injektiranja aktivne snage DG.

U cilju prevazilaženja navedenog problema koristi se lokalna regulacija napona [2] bazirana na činjenici da napon mreže opada ukoliko se iz nje apsorbira reaktivna snaga.

Ukoliko nakon delovanja automatske i lokalne regulacije vrednosti napona čvorova i dalje nisu u željenim granicama, počinje delovanje centralizovane regulacije napona baziranoj na teoriji osetljivosti [3].

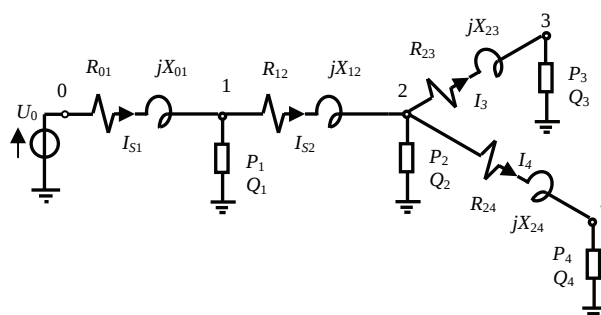
Nakon uvodnog dela, u drugoj glavi je dat opis teorije osetljivosti, a u trećoj glavi je objašnjen postupak za određivanje najboljeg generatora. U četvrtoj glavi je dat primer proračuna odrađen na jednostavnoj test mreži, dok se u glavama pet i šest nalaze zaključak i literatura, respektivno.

NAPOMENA:

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

2. PRIMENJENA TEORIJA OSETLJIVOSTI

Razmatra se srednjenaponska distributivna test mreža sa četiri čvora u kojoj reaktivna snaga može biti regulisana samo u generatorskim čvorovima.



2.1 – Ekvivalentna šema

Potrošnja je predstavljena korišćenjem konstantnih PQ modela. Pozitivno P (ili Q) odgovara apsorbovanoj snazi od strane opterećenja. Negativno P (ili Q) odgovara injektiranju snage u mrežu (opterećenje je zapravo generator). Deonice su modelovane RL ekvivalentnim kolom sa zanemarenim admitansama. Čvor 0 predstavlja SN sabirnicu, na kojoj se održava konstantan napon vrednosti V_0 uz pomoć ARN-a.

S obzirom da se na SN sabirnici održava napon vrednosti V_0 , čvor i se može opisati korišćenjem razlike napona – V_{0i} (razlika modula napona sabirnice i čvora i):

$$V_{0i} = V_0 - V_i \quad (2.1)$$

U radijalnim mrežama, (2.1) može da se računa kao suma naponskih razlika između susednih čvorova od i -tog čvora do SN sabirnice. Na primer, ako je $i = 3$ (slika 2.1), (2.1) postaje:

$$V_{03} = V_0 - V_3 = V_{01} + V_{12} + V_{23} \quad (2.2)$$

Ako se uzmu u obzir parametri mreže i tokovi snaga, napon V_{23} se može računati na sledeći način:

$$V_{23} = V_2 - V_3 = R_{23}I_3 \cos \varphi_3 + X_{23}I_3 \sin \varphi_3 \quad (2.3)$$

$$= \frac{R_{23}P_3 + X_{23}Q_3}{V_3}$$

gde je:

- $\cos \varphi_3$ – factor snage opterećenja Ld_3 ,
- P_3 – aktivna snaga opterećenja Ld_3 ,
- Q_3 – reaktivna snaga opterećenja Ld_3 ,

- I_3 – jačina struje koja protiče deonicom L_3 ,
 R_{23} – otpornost deonice L_3 ,
 X_{23} – reaktansa deonice L_3 .

Uobičajeno, naponi čvorova su približno jednaki nominalnom naponu V_n . Primenjujući ovu pretpostavku na relaciju (2.3) sledi:

$$V_{23} \cong \frac{R_{23}P_3 + X_{23}Q_3}{V_n} \quad (2.4)$$

Analogno za čvorove 1 i 2:

$$V_{12} \cong \frac{R_{12}P_{S2} + X_{12}Q_{S2}}{V_n} \quad (2.5)$$

odnosno za čvorove 0 i 1:

$$V_{01} \cong \frac{R_{01}P_{S1} + X_{01}Q_{S1}}{V_n} \quad (2.6)$$

gde su:

P_{S1}, Q_{S1} – aktivna, reaktivna snaga koja protiče kroz sekciju između čvorova 0 i 1,

P_{S2}, Q_{S2} – aktivna, reaktivna snaga koja protiče kroz sekciju između čvorova 1 i 2.

Na osnovu (2.2), (2.4), (2.5) i (2.6.) sledi da je V_{03} funkcija svih opterećenja i aktivnih i reaktivnih snaga, $P_1 \dots P_4$ i $Q_1 \dots Q_4$. Isto zapažanje se može primeniti na V_3 :

$$V_3 = V_0 - V_{03} = V_0 - (V_{01} + V_{12} + V_{23}) \quad (2.7)$$

jer je V_0 konstantno. Drugim rečima, može se napisati:

$$V_3 = f(P_1, \dots, P_4, Q_1, \dots, Q_4). \quad (2.8)$$

Na osnovu relacije (2.8) se vidi da promena aktivne/reaktivne snage (uopšteno čvora j) definisana izrazima:

$$\Delta P_j = P_j^f - P_j^0 \quad (2.9)$$

$$\Delta Q_j = Q_j^f - Q_j^0 \quad (2.10)$$

gde su:

P_j^f – krajnja vrednost aktivne snage,

Q_j^f – krajnja vrednost reaktivne snage,

P_j^0 – inicijalna vrednost aktivne snage,

Q_j^0 – inicijalna vrednost reaktivne snage,

prouzrokuje promenu napona u čvoru 3 koja je definisana izrazom:

$$\Delta V_3 = V_3^f - V_3^0 \quad (2.11)$$

gde je:

V_3^0 – početna vrednost napona u čvoru 3,

V_3^f – krajnja vrednost napona u čvoru 3.

U ovoj obradi, uzeta je u obzir samo promena reaktivne snage ($\Delta P_j = 0$) jer se pretpostavlja da samo reaktivna snaga može biti korišćena za regulaciju napona čvora.

Promena napona ΔV_3 može da se izračuna linearizacijom (2.8) i uzimajući u obzir samo promenu reaktivne snage. Konkretno, može se napisati:

$$\Delta V_3 = \frac{\partial V_3}{\partial Q_1} \Delta Q_1 + \frac{\partial V_3}{\partial Q_2} \Delta Q_2 + \frac{\partial V_3}{\partial Q_3} \Delta Q_3 + \frac{\partial V_3}{\partial Q_4} \Delta Q_4 \quad (2.12)$$

Izraz $\frac{\partial V_i}{\partial Q_i}$ u (2.12) predstavlja “dobit” od promene napona ΔV_i u čvoru i , usled promene reaktivne snage ΔQ_j u čvoru j . Drugim rečima to su uslovi osetljivosti.

S obzirom na (2.7), dobijaju se sledeće relacije:

$$\frac{\partial V_3}{\partial Q_1} = -\frac{X_{01}}{V_n} \quad (2.13)$$

$$\frac{\partial V_3}{\partial Q_2} = -\frac{X_{01} + X_{12}}{V_n} \quad (2.14)$$

$$\frac{\partial V_3}{\partial Q_3} = -\frac{X_{01} + X_{12} + X_{13}}{V_n} \quad (2.15)$$

$$\frac{\partial V_3}{\partial Q_4} = -\frac{X_{01} + X_{12}}{V_n} \quad (2.16)$$

Zamena jednačina (2.13), (2.14), (2.15) i (2.16) u (2.12) donosi značajne implikacije.

Ako postoji injektiranje reaktivne snage u bilo koji čvor, tj. $\Delta Q_j < 0$ (u ovom slučaju $j = 1, \dots, 4$), onda je $\Delta V_3 > 0$ u čvoru 3 (tj. napon raste). U tom slučaju, ako je potrebno smanjiti napon u bilo kom čvoru, neophodno je absorbovati reaktivnu snagu iz mreže (tj. ΔQ_j mora biti pozitivno) koristeći, na primer, distributivne generatore. Ako se gore opisana analiza problema, koja je fokusirana na čvor 3, proširi na sve čvorove mreže, (2.12) može da se predstavi u matricnoj formi [3]:

$$\begin{bmatrix} \Delta V_1 \\ \Delta V_2 \\ \Delta V_3 \\ \Delta V_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial V_1}{\partial Q_1} & \frac{\partial V_1 \partial V_1}{\partial Q_2 \partial Q_3} & \frac{\partial V_1}{\partial Q_4} \\ \frac{\partial V_2}{\partial Q_1} & \frac{\partial V_2 \partial V_2}{\partial Q_2 \partial Q_3} & \frac{\partial V_2}{\partial Q_4} \\ \frac{\partial V_3}{\partial Q_1} & \frac{\partial V_3 \partial V_3}{\partial Q_2 \partial Q_3} & \frac{\partial V_3}{\partial Q_4} \\ \frac{\partial V_4}{\partial Q_1} & \frac{\partial V_4 \partial V_4}{\partial Q_2 \partial Q_3} & \frac{\partial V_4}{\partial Q_4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta Q_1 \\ \Delta Q_2 \\ \Delta Q_3 \\ \Delta Q_4 \end{bmatrix} \quad (2.17)$$

ili u kompaktnom obliku:

$$[\Delta V] = [S_Q][\Delta Q] \quad (2.18)$$

gde je:

$[S_Q]$ – reaktivna matrica osetljivosti,

$[\Delta Q]$ – vektor promene reaktivne snage,

$[\Delta V]$ – vektor napona čvorova.

Važno je napomenuti, da ukoliko se uzme u obzir i efekat promene aktivne snage, jednačina (2.18) dobija sledeći oblik:

$$[\Delta V] = [S_Q][\Delta Q] + [S_P][\Delta P] \quad (2.19)$$

gde je:

$$[\Delta P] = [\Delta P_1 \quad \Delta P_2 \quad \Delta P_3 \quad \Delta P_4]^T \quad (2.20)$$

vektor promena aktivne snage, a $[S_P]$ matrica osetljivosti aktivne snage. Pravilo za formiranje matrice je identično, uzimajući u obzir da se reaktanse zamenjuju otpornostima. Jednačina (2.19) omogućava proračun promene faznog napona u funkciji promene aktivne i reaktivne snage. Množenjem leve i desne strane jednačine (2.19) sa $\sqrt{3}$ i množenjem i deljenjem desne strane sa 3, (2.19) može biti predstavljena u funkciji trofaznih veličina na sledeći način [3]:

$$[\Delta V] = [S_{Q,t}][\Delta Q_t] + [S_{P,t}][\Delta P_t] \quad (2.21)$$

gde je:

$[\Delta V]$ – vektor promena linijskih napona

$[\Delta Q_t]$ – vektor promena trofaznih reaktivnih snaga

$[\Delta P_t]$ – vektor promena trofaznih aktivnih snaga.

3. ODABIR NAJBOLJEG GENERATORA

Najbolji generator (NG) je generator koji ima najveći uticaj na i -ti čvor, tj. čvor u kojem je napon prekoračio svoje ograničenje.

Stoga, nakon analize (2.17), može se reći da je NG onaj koji maksimizuje sledeći proizvod, (proizvod osetljivosti):

$$\frac{\partial V_i}{\partial Q_j} \Delta Q_j \quad (3.1)$$

Na primer, ako je čvor koji je prekoračio svoju gornju granicu V_{max} čvor $i = 2$, a NG se nalazi u čvoru $j = 4$, proizvod osetljivosti $(\frac{\partial V_2}{\partial Q_4}) \Delta Q_4$ ima najveću vrednost u poređenju sa ostalim proizvodima sadržanih u drugoj vrsti matrice osetljivosti. Dodatno, da bi NG bio određen, neophodno je proceniti svaki proizvod osetljivosti u (3.1) vrste koja se odnosi na čvor i . Stoga, vrednost ΔQ_j je neophodna kako bi se odredio NG. Druga opcija je, da je svaki generator u mogućnosti da mreži dostavi „zagarantovanu“ reaktivnu snagu Q_g^* , za svaku generisanu aktivnu snagu. U tom slučaju je:

$$\Delta Q_j = Q_g^* \quad (3.2)$$

Konkretno, može se reći da je generator u mogućnosti da garantuje minimalni (induktivni ili kapacitivni) faktor snage $\cos \varphi_g^* = 0.9$ za svaku generisanu aktivnu snagu. U tom slučaju, ako je S_n trofazna nominalna prividna snaga, zagarantovana trofazna reaktivna snaga je:

$$Q_g^* = S_n \sin \varphi_g^* \quad (3.3)$$

koja može biti induktivna ili kapacitivna u zavisnosti od tipa faktora snage (induktivan ili kapacitivan). Kad sistem za regulaciju napona odabere NG, šalje mu „set-point“ reaktivne snage Q_g^* , koji može biti induktivan u slučaju visokog napona ili kapacitivan u slučaju niskog napona. Gore navedena procedura opisuje predloženi način za određivanje matrice osetljivosti reaktivne snage $[T_{SQ}]$ koja sadrži proizvode osetljivosti i koja je neophodna za odabir NG.

Za SNDM predstavljenu na slici 2.1, $[T_{SQ}]$ ima sledeći oblik [3]:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial V_1}{\partial Q_1} \Delta Q_1 & \frac{\partial V_1}{\partial Q_2} \Delta Q_2 & \frac{\partial V_1}{\partial Q_3} \Delta Q_3 & \frac{\partial V_1}{\partial Q_4} \Delta Q_4 \\ \frac{\partial V_2}{\partial Q_1} \Delta Q_1 & \frac{\partial V_2}{\partial Q_2} \Delta Q_2 & \frac{\partial V_2}{\partial Q_3} \Delta Q_3 & \frac{\partial V_2}{\partial Q_4} \Delta Q_4 \\ \frac{\partial V_3}{\partial Q_1} \Delta Q_1 & \frac{\partial V_3}{\partial Q_2} \Delta Q_2 & \frac{\partial V_3}{\partial Q_3} \Delta Q_3 & \frac{\partial V_3}{\partial Q_4} \Delta Q_4 \\ \frac{\partial V_4}{\partial Q_1} \Delta Q_1 & \frac{\partial V_4}{\partial Q_2} \Delta Q_2 & \frac{\partial V_4}{\partial Q_3} \Delta Q_3 & \frac{\partial V_4}{\partial Q_4} \Delta Q_4 \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

Vrsta i predstavlja čvor u kom se reguliše napon, a kolona j predstavlja čvorove u kojima može da se kontroliše reaktivna snaga. NG predstavlja generator u čvoru j , koji ima maksimalnu apsolutnu vrednost proizvoda osetljivosti na poziciji i,j . Pronalaženjem maksimalne apsolutne vrednosti proizvoda osetljivosti u vrsti i , automatski se bira NG jer lokacija odgovara maksimumu proizvoda osetljivosti kolone j . Ukoliko nije moguće regulisati reaktivnu snagu (npr. ako u tom čvoru postoji opterećenje ili generator kojem se ne može regulisati snaga) u čvoru j , onda je $\Delta Q_j = 0$ i samim tim, proizvod osetljivosti na poziciji i, j u matrici osetljivosti, iznosi 0.

Algoritam za odabir najboljeg generatora se zasniva na matrici osetljivosti reaktivne snage i mogućnostima kontrolnih čvorova. Cilj proračuna je da se izračuna „set-point“ reaktivne snage električno najbližeg čvora tj. NG-a koji nakon primene u realnom vremenu, vraća sistem u stabilno stanje (stanje pre pojave prekoračenja naponskih granica). Pod pretpostavkom da u čvoru i postoji prekoračenje gornje granice napona, i -ti čvor šalje signal „Voltaje de la Frecuencia Lateral Superior“ (VFLS) vrednosti jedan sistemu za regulaciju napona. Centralizovana regulacija napona mora biti aktivirana. Kao što je ranije rečeno, pronalaženjem proizvoda osetljivosti maksimalne apsolutne vrednosti u i -toj vrsti matrice osetljivosti reaktivne snage, automatski je izabran NG (j -ti čvor). Kad je NG pronađen, sistem za regulaciju napona obavlja sledeće:

- šalje NG-u „set-point“ reaktivne snage (3.3);
- „zaključava“ NG, jer ni jedan drugi zahtev ne sme da mu se šalje;
- ponavlja proceduru ukoliko je VFLS još uvek prisutan, sa ciljem da pronađe naredni NG.

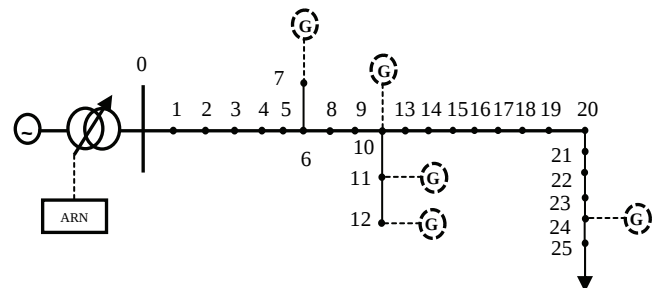
Kad VFLS signal postane 0, centralizovana regulacija napona se mora deaktivirati. Gore opisana procedura se izokreće. Sistem za regulaciju napona:

- deaktivira „set-point“ reaktivne snage poslat NG-u;
- „otključava“ NG;
- ponavlja procedure.

Procedura otpuštanja NG-a se obavlja u suprotnom smeru od procedure aktiviranja NG-a, tj. prvo se otpušta generator koji je poslednji poslat kao ispomoć.

4. PRIMER PRORAČUNA

Razmatra se izvod sa 25 čvorova (slika 4.1). U čvorovima 7,10,11,12 i 24 se nalaze generatori. Vrednosti reaktansi sekcija koje pripadaju izvod date su u tabeli 5.1. Nominalni napon prve sekcije iznosi 20kV.



4.1 – Jednostavna test mreža

Tabela 4.1 – Vrednosti reaktansi sekcija

Sekcija	X sekcije [Ω]	Sekcija	X sekcije [Ω]
1	0.075	13	0.009
2	0.001	14	0.037
3	0.001	15	0.033
4	0.105	16	0.003
5	0.070	17	0.017
6	0.028	18	0.003
7	0.002	19	0.009
8	0.029	20	0.040
9	0.017	21	0.040
10	0.013	22	0.029
11	0.011	23	0.020
12	0.010	24	0.002

Tabela 4.2 – Podaci o generatorima na izvodu

	$Q_{\max, \text{ind}}$ [kVar]	$Q_{\max, \text{cap}}$ [kVar]	$\cos\varphi_{\text{ind}}$	$\cos\varphi_{\text{ind}}$	$S_{n, \max}$ [kVA]
Gen1	294	213	0.8	0.9	491
Gen2	397	288	0.8	0.9	662
Gen3	291	208	0.8	0.9	485
Gen4	432	313	0.8	0.9	720
Gen5	234	170	0.8	0.9	390

Matrica osetljivosti za test mrežu za slučaj prekoračenja gornje granice napona iznosi:

4.145	5.558	4.074	6.048	3.276
4.116	6.729	4.932	7.322	3.966
4.116	6.729	5.092	7.560	3.966
4.116	6.729	5.092	7.776	3.966
4.116	6.729	4.932	7.322	6.798

Matrica osetljivosti za test mrežu za slučaj prekoračenja donje granice napona iznosi:

3.003	4.032	2.912	4.382	2.38
2.982	4.882	3.526	5.305	2.881
2.982	4.882	3.640	5.478	2.881
2.982	4.882	3.640	5.634	2.881
2.982	4.882	3.526	5.305	4.938

SetPoint vrednosti za reaktivne snage, koje se šalju za slučaj prekoračenja gornje i donje granice napona u čvoru u kojem se nalazi Gen1 prikazani su u tabelama 4.3 i 4.4 respektivno.

Tabela 4.3 – Prekoračenje gornje granice napona

Ime generatora	SetPoint reaktivne snage
Gen4	60.000
Gen2	59.970
Gen1	59.878
Gen3	60.000
Gen5	60.000

Tabela 4.4 – Prekoračenje donje granice napona

Ime generatora	SetPoint reaktivne snage
Gen4	-43.472
Gen2	-43.505
Gen1	-43.381
Gen3	-42.887
Gen5	-43.590

5. ZAKLJUČAK

Predložena metoda se zasniva na jednostavnom konceptu da ukoliko se reaktivna snaga apsorbira iz mreže napon opada. Za regulaciju napona se koristi NG koji se pronalazi proračunom matrice osetljivosti. Važno je napomenuti da predložena metoda zavisi samo od topologije mreže, a ne od režima što omogućava jednostavnu softversku implementaciju algoritma.

6. LITERATURA

- [1] Vladimir Strezoski, Duško Bekut, Dragan Popović, Goran Švenda, *DMS – Basis for Increasing of Green Distributed Generation Penetration in Distribution Networks*, THERMAL SCIENCE 2012.
- [2] Gianpatrizio Bianco, Giorgio di Lembo, Gianluca Sapienza, *Interface for Energy regulation: an application for distributed generation control*, CIRED Lisbon, 2012.
- [3] Gianluca Sapienza, *Voltage Control in MV networks with high DG presence using a real-time digital simulator*, Politecnico di Milano, Milano, 2012.

Kratka biografija:



Sonja Kandić-Nazzal rođena je u Vukovaru 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranila je 2014. god.

PRORAČUN KRATKIH SPOJEVA U ELEKTROENERGETSKIM SISTEMIMA PRIMENOM IEC I ANSI/IEEE STANDARDA

SHORT CIRCUIT CALCULATION IN ELECTRIC SYSTEMS BASED ON IEC AND ANSI/IEEE STANDARDS

Boris Adamov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su prikazana i međusobno upoređena dva međunarodna standarda za proračun struja kratkog spoja: IEC-60909 i ANSI/IEEE-C37.010 standardi. Na osnovu ovih standarda urađeni su proračuni struja kratkog spoja u jednostavnoj test mreži.

Abstract – These papers describes and compare results of two international standards for calculation of short circuit fault currents: IEC-60909 and ANSI/IEEE-C37.010. Short circuit calculations on simple test network are done in accordance with the above mentioned standards.

Ključne reči: Kratak spoj, IEC-60909, ANSI/IEEE-C37.010.

1. UVOD

Glavna svrha elektroenergetskih sistema je sigurno i pouzdano snabdevanje potrošača električnom energijom određenog kvaliteta. Jedna od ključnih stavki da bi se ovo postiglo je adekvatna kontrola kratkih spojeva. Nekontrolisani kratki spojevi uzrokuju ispade koji su praćeni obustavom isporuke energije potrošačima. Iako se elektroenergetski sistemi projektuju tako da je verovatnoća nastanka kratkog spoja mala, oni svakako ne mogu u potpunosti da se izbegnu i sastavni su deo svakodnevnog eksploatacije elektroenergetskih sistema.

U radu su obrađena i upoređena dva standarda za proračun struja kratkog spoja (IEC i ANSI/IEEE). Treba naglasiti da IEEE (ANSI) standard [1] nije direktno namenjen proračunu struje kvara već pre svega za dimenzionisanje prekidača. Ipak u okviru tog postupka dati su i nacrti za proračun struja kratkog spoja. Za razliku od IEEE standarda, IEC standard [2] direktno obuhvata proračun struja kratkog spoja, dok je dimenzionisanje prekidača izdvojeno u odvojenom standardu.

U drugoj glavi ukratko je opisana teorija kratkih spojeva kao i metode za njihov proračun. U trećoj glavi predstavljen je IEC 60909 standard za proračun struja kratkog spoja u elektroenergetskim sistemima. Opisano je u kojim slučajevima je standard primenljiv i koje su njegove specifičnosti. Analogno trećoj glavi, četvrta glava obrađuje IEEE (ANSI) standard za dimenzionisanje visokonaponskih prekidača. Verifikacija proračuna struja kratkog spoja za oba standarda, za više primera, na istoj test mreži, predstavljeni su u petoj glavi.

NAPOMENA:

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

2. OSNOVE KRATKIH SPOJEVA

Jednačina kratkog spoja sinhrona mašine 2.1 dobijena je modelovanjem dinamičkih procesa mašine uz određeni broj pretpostavki koje uprošćavaju model sa minimalnim uticajem na tačnost proračuna [3]:

$$i_r(t) \approx \underbrace{\left[\frac{1}{X_d} + \left(\frac{1}{X'_d} - \frac{1}{X_d} \right) e^{\frac{-t}{T'_d}} + \left(\frac{1}{X''_d} - \frac{1}{X'_d} \right) e^{\frac{-t}{T''_d}} \right] \sqrt{2} E_o \cos \left(\omega_s t + \theta_o - \frac{\pi}{2} \right)}_{\text{komponenta sa sistemskom frekvencijom}} - \underbrace{\frac{1}{2} \left(\frac{1}{X''_d} + \frac{1}{X''_q} \right) e^{\frac{-t}{T''_a}} \sqrt{2} E_o \cos \left(\theta_o - \frac{\pi}{2} \right)}_{\text{jednosmerna komponenta}} - \underbrace{\frac{1}{2} \left(\frac{1}{X''_d} - \frac{1}{X''_q} \right) e^{\frac{-t}{T''_a}} \sqrt{2} E_o \cos \left(2\omega_s t + \theta_o - \frac{\pi}{2} \right)}_{\text{komponenta sa dvostrukom sistemskom frekvencijom}} \quad 2.1$$

gde je:

X_d – ustaljena impedansa,

X'_d – tranzijentna impedansa,

X''_d – subtranzijentna impedansa,

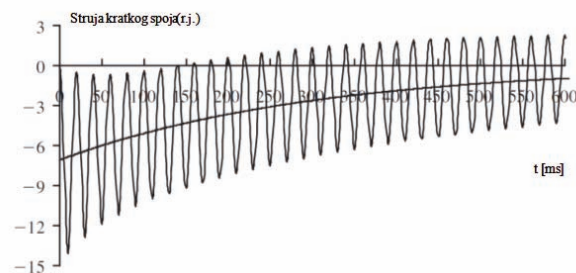
X''_q – subtranzijentna impedansa q namotaja,

T'_d – tranzijentna vremenska konstanta,

T''_d – subtranzijentna vremenska konstanta,

T_a – vremenska konstanta jednosmerne komponente.

Na slici 2.1, za trolni kratak spoj sinhrona mašine, prema jednačini 2.1, prikazane su dve komponente struje kvara (jednosmerna i naizmjenična). Komponenta sa dvostrukom frekvencijom je zanemarena zbog veoma malog uticaja na ukupnu struju kvara.

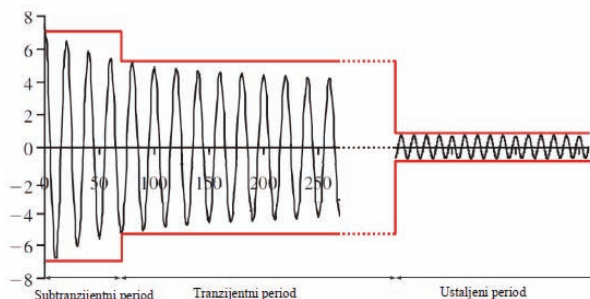


Slika 2.1 – Struje kratkog spoja sinhrona mašine [1]

Razlaganjem glavne periodične komponente struje kvara dobijaju se subtranzijentna, tranzijentna i ustaljena podkomponenta.

Ideja za primenu kvazi-stacionarnih metoda za proračun struje kvara bazirana je na tome da se u karakterističnom vremenskom periodu podkomponente naizmjenične komponente struje kvara tretiraju kao da imaju konstantnu amplitudu, slika 2.2. Ovim postupkom omogućeno je vremensko raspoređivanje struje kvara na tri perioda: subtranzijentni, tranzijentni i ustaljeni. Svaki od perioda

predstavlja jednu mrežu sa svojim impedansama, koja je nezavisna od ostalih mreža.



Slika 2.2 – Tri karakteristična vremenska perioda periodične struje kratkog spoja sinhronne mašine

3. IEC - 60909 STANDARD

Internacionalna elektrotehnička komisija (*International Electrotechnical Commission – IEC*) jeste međunarodna organizacija koja priprema i objavljuje standarde iz elektrike, elektronike i sličnih oblasti. Jedan od standarda koji se obrađuje u ovom radu je IEC – 60909 [2].

Pomenuti standard pokriva temu proračuna struja kratkog spoja naizmjeničnih sistema u visokonaponskim i niskonaponskim mrežama. Sistemi sa naponima većim od 550 kV kao i sa dugačkim prenosnim vodovima moraju da se obrađuju kao specijalni slučaj. Standard je primenljiv na sisteme sa frekvencijama od 50 i 60 Hz [2].

Metoda proračuna bazirana je na uvođenju ekvivalentnog izvora napajanja na mestu kratkog spoja. Ekvivalentni izvor napajanja je jedini aktivni izvor u sistemu. Napon sa kojim se računa vrednost struja kratkog spoja dobija se kao $cU_n/\sqrt{3}$, gde je U_n nominalni linijski napon na mestu kvara. Faktor napona c koristi se da bi se uvažio najnepovoljniji slučaj kvara, varijacije u tokovima snaga pre nastanka kvara kao i nenominalne prenosne odnose regulacionih transformatora. U tabeli 1 data su vrednosti faktora napona u zavisnosti od tipa računa i naponskog nivoa.

Tabela 1: Faktor napona c

Nominalni linijski napon	Maksimalna struja kvara	Minimalna struja kvara
Nizak napon (100 V do 1000 V)		
Gornja tolerancija 6%	1.05	0.95
Gornja tolerancija 10%	1.10	0.95
Srednji napon (1 kV do 35 kV)	1.10	1.00
Visok napon (veći od 35 kV)	1.10	1.00

3.1. Impedanse sistema i korekcionni faktori

Prilikom formiranja modela potrebno je korigovati sve impedanse transformatora i generatora. Razlika se pravi pri tretiranju blok generatora (korekcionni faktori K_{so} – bez regulacione sklopke i K_s – sa regulacionom sklopkom), pojedinačnih transformatora (K_t) i generatora (K_g). Korekcionni faktori računaju se jednačinama 3.1-3.4 [2].

$$K_T = 0.95 \frac{c_{max}}{1 + 0.6x_T} \quad 3.1$$

$$K_G = \frac{U_n}{U_{rG}} \left(\frac{c_{max}}{1 + x_d'' \sin \phi_{rG}} \right) \quad 3.2$$

$$K_S = \frac{U_{nQ}^2}{U_{rG}^2} n^2 \frac{c_{max}}{1 + |x_d'' - x_T| \sin \phi_{rG}} \quad 3.3$$

$$K_{SO} = \frac{U_{nQ}}{U_{rG}(1 + p_G)} n(1 \pm p_T) \frac{c_{max}}{1 + x_d'' \sin \phi_{rG}} \quad 3.4$$

gde je:

x_T – nominalna reaktansa direktnog redosleda, u [r.u];

U_{rG} – nominalni linijski napon generatora;

ϕ_{rG} – nominalni fazni ugao;

x_d'' – subtranzijentna reaktansa generatora, u [r.u];

p_g – odstupanje od nominalnog napona generatora, u [r.u];

n – prenosni odnos transformatora.

3.2. Struje kvara

Inicijalna struja kratkog spoja – vrednost naizmjenične komponente struje kvara u trenutku nastanka kvara. Za trolpolni kratak spoj njena vrednost je:

$$I_{k3}'' = \frac{cU_n}{\sqrt{3}Z_k} \quad 3.5$$

gde je sa Z_k naznačena ekvivalentna impedansa na mestu kvara.

Udarne struja kratkog spoja – maksimalna moguća vrednost struje kratkog spoja. Ona je određena na osnovu prethodno izračunate inicijalne struje kvara kao i faktora κ , po jednačini 3.6:

$$I_p = \kappa \sqrt{2} I_k'' \quad 3.6$$

Faktor κ zavisi od odnosa X/R ekvivalentan impedanse na mestu kvara čime je obuhvaćen uticaj opadanja aperiodične komponente struje kvara, kao i naglo opadanje naizmjenične komponente u subtranzijentnom periodu:

$$\kappa = 1.02 + 0.98e^{-3R/X} \quad 3.7$$

Simetrična rasklopna struja kratkog spoja – naizmjenična komponenta struje kvara koja postoji u prekidaču u trenutku prvog rastavljanja kontakata:

$$I_b = I_k'' - \sum_i \frac{\Delta U_{Gi}}{c U_n / \sqrt{3}} (1 - \mu_i) I_{kGi} + \sum_j \frac{\Delta U_{Mj}}{c U_n / \sqrt{3}} (1 - q_j \mu_j) I_{kMj} \quad 3.8$$

Gde su pad napona na generatorima i asinhronim motorima:

$$\Delta U_{Gi} = jX_{diK} I_{kGi} \quad 3.9$$

$$\Delta U_{Mj} = jX_{Mj} I_{kMj} \quad 3.10$$

I_{kGi} je doprinos generatora struji kratkog spoja. Analogno ovome I_{kMj} je doprinos asinhronog motora j.

Korekcionni faktor μ računa se na osnovu izraza:

$$\mu = 0.84 + 0.26e^{-0.26I_{kG}''/I_{rG}}, t_{min} = 0.02s \quad 3.11$$

$$\mu = 0.71 + 0.51e^{-0.30I''_{KG}/I_{rG}}, t_{min} = 0.05s \quad 3.12$$

$$\mu = 0.62 + 0.72e^{-0.32I''_{KG}/I_{rG}}, t_{min} = 0.10s \quad 3.13$$

$$\mu = 0.56 + 0.94e^{-0.32I''_{KG}/I_{rG}}, t_{min} = 0.25s \quad 3.14$$

Ukoliko je vreme isključenja različito od datih vrednosti, faktor μ se računa linearnom interpolacijom najbližih vrednosti.

Pored faktora μ , za asinhronne motore uvodi se i faktor q :

$$q = 1.03 + 0.12\ln(P_{rM}/p), t_{min} = 0.02s \quad 3.15$$

$$q = 0.79 + 0.12\ln(P_{rM}/p), t_{min} = 0.05s \quad 3.16$$

$$q = 0.57 + 0.12\ln(P_{rM}/p), t_{min} = 0.10s \quad 3.17$$

$$q = 0.26 + 0.10\ln(P_{rM}/p), t_{min} = 0.25s \quad 3.18$$

4. ANSI/IEEE-C37.010 STANDARD

U Sjedinjenim Američkim Državama standard za proračun struja kratkog spoja i dimenzionisanje prekidača u visokonaponskim mrežama je IEEE Std C37.010 [1].

Metoda proračuna bazirana je na uvođenju ekvivalentnog izvora napajanja na mestu kratkog spoja na isti način kao i u slučaju IEC standarda. Osnovna razlika u odnosu na IEC standard je u tome što kod IEEE standarda nema korekcije napona. Ova činjenica prouzrokuje da se primenom IEC standarda dobijaju veće vrednosti.

4.1. Impedanse sistema i korekcionni faktori

ANSI/IEEE standard definiše tri odvojena vremenska perioda za svaki od kojih se formira posebna mreža u kojoj figurišu odgovarajući parametri [3]:

Mreža prvog ciklusa: Modeluje procese koji se dešavaju od samog trenutka nastanka kvara pa do završetka jedne periode struje kvara. U ovom periodu nema opadanja naizmenične komponente struje kvara.

Mreža rasklopnog ciklusa: Modeluje opadanje jednosmerne i naizmenične komponente struje kvara u vremenskom periodu od prvog do četvrtog ciklusa. Struja koja se računa služi za dimenzionisanje prekidača koji isključuju kvar u ovom periodu posle nastanka kvara.

Mreža ustaljenog stanja: Modeluje stanje u sistemu posle svih prolaznih procesa koji se javljaju pri nastanku kvara i obično predstavlja stanje posle 30 ciklusa. Koristi se za proračun ustaljene struje kvara.

Svi sinhroni generatori modeluju se subtranzijentnom impedansom u mreži prvog kao i u mreži rasklopnog ciklusa. Jedina modifikacija uvodi se za hidrogeneratore bez prigušnih namotaja – njihova impedansa se umanjuje za 25% (korekcionni faktor je 0.75). Ostale impedanse koje se koriste u tim mrežama koriguju se prema tabeli 2.

Tabela 2: Korekcionni faktori impedansi

	Prvi ciklus	Rasklopni ciklus	Ustaljeno stanje
Sinhroni motori	1	1.5	1.5
Asinhroni motori			
$P_m > 185 \text{ kW}$	1	1.5	/
$37\text{kW} \leq P_m \leq 185\text{kW}$	1.2	3	/
$P_m < 37\text{kW}$	/	/	/

4.2. Struja kvara

Inicijalna simetrična struja kvara: Prilikom formiranja mreže prvog ciklusa koriste se impedanse korigovane za korekcionni faktor dat u tabeli 2. Redukcijom tako dobijene mreže dobija se ekvivalentna reaktansa (impedansa) mreže na mestu kvara. Pored ovoga potrebno je formirati i mrežu samo sa otpornostima i izračunati ekvivalentnu otpornost na mestu kvara. Tada se kompleksna impedansa kvara dobija kao kombinacija otpornosti i impedanse na mestu kvara. Umesto impedanse dozvoljeno je koristiti samo reaktansu ali tada mora da se vodi računa o tome da se i pri proračunu ostalih vrednosti konsistentno primenjuje reaktansa umesto impedanse. Simetrična struja kvara računa se po formuli:

$$I_{sym} = \frac{U_n}{Z_k} \quad 4.1$$

Za nesimetrične kvarove potrebno je formirati dodatne mreže koje sadrže simetrične komponente potrebne za proračun struja.

Inicijalna asimetrična struja kvara: Inicijalna simetrična struja kvara je osnova od koje se izvode asimetrična struja kvara kao i udarna struja kvara. Asimetrična struja kvara predstavlja struju koja obuhvata uticaje jednosmerne i naizmenične komponente struje kvara:

$$I_{asym} = |I_{sym}| \sqrt{1 + 2e^{-2\pi/(X/R)}} \quad 4.2$$

X i R dobijeni su ranije spomenutim postupkom razdvajanja u dve mreže. U slučaju da je aproksimacija dovoljna, ANSI standard preporučuje primenu $X/R = 25$ što uzrokuje asimetričnu struju kvara koja je 1.6 puta veća od simetrične.

Udarna struja kvara: Udarna struja kratkog spoja je maksimalno moguća vrednost očekivane struje kratkog spoja i računa se po sledećem izrazu:

$$I_{peak} = \sqrt{2}|I_{sym}|(1 + e^{-2\pi T/(X/R)}) \quad 4.3$$

gde je vrednost veličine T :

$$T = 0.49 - 0.1e^{-(X/R)/3} \quad 4.4$$

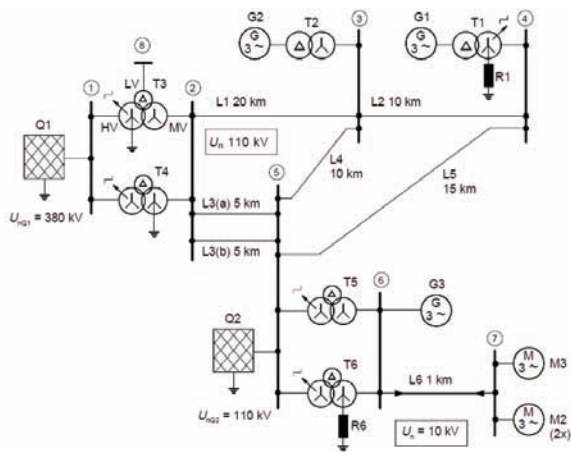
slučaju da je aproksimacija dovoljna, standard preporučuje primenu $X/R = 25$ što uzrokuje $T = 0.5$ pa samim tim i udarnu struju koja je 2.6 puta veća od simetrične.

Simetrična rasklopna struja kvara: Analogno sa proračunom inicijalne simetrične struje kvara, iz tabele 2 se uzimaju modifikovane impedanse za generatore i motore i formira se mreža od koje se redukcijom dobija impedansa na mestu kvara.

5. VERIFIKACIJA IEC I ANSI STANDARDA

Verifikacija standarda izvršena je na jednostavnoj test mreži koja je prikazana na slici 5.1. Na sabirnicama koje su numerisane od 1 do 8 simulirani su trofazni kratak spojevi a na sabirnicama koje su numerisane od 1 do 5 simulirani su jednopolni zemljospojevi.

Kao primer, rezultati dobijeni za čvor br. 3 prikazani su u tabeli 3.



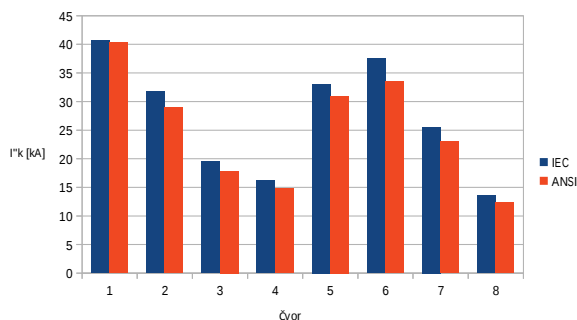
Slika 5.1. – Konfiguracija i elementi test mreže [3]

Tabela 3: Rezultati proračuna za čvor br. 3

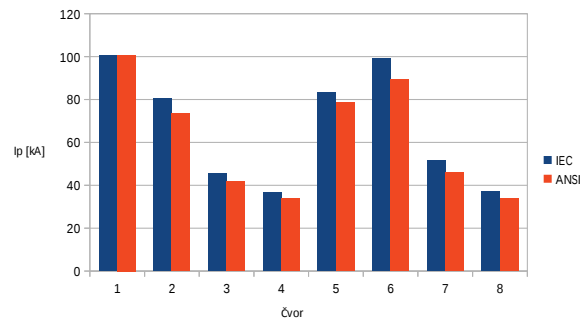
Tropolni kratak spoj	I''_k	I_p	I_b
IEC	19.524 kA	45.452 kA	19.266 kA
ANSI/IEEE	17.864 kA	41.685 kA	17.854 kA
Razlika	-8.504 %	-8.288 %	-7.263 %
Jednopolni kratak spoj	I''_k	I_p	I_b
IEC	10.395 kA	24.056 kA	10.395 kA
ANSI/IEEE	9.628 kA	22.465 kA	9.627 kA
Razlika	-7.379 %	-6.617 %	-7.389 %

Rezultati za ostale čvorove prikazani su grafički, slike 5.2, 5.3 i 5.4. Prikazani rezultati proračuna za IEC standard upoređeni su sa vrednostima datim u literaturi [4]. Postignuta je preciznost proračuna za I''_k sa maksimalnom apsolutnom greškom manjom od 0.76% (prosečno 0.27%).

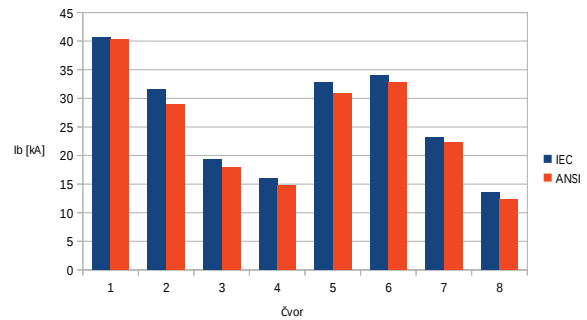
Razlike su pre svega posledica korišćenja faktora napona c u proračunima koji ne postoji u ANSI/IEEE standardu.. Za potpuno tačne zaključke o o razlikama vrednosti struja kratkih spojeva bilo bi neophodno stavljati i tipčne parametre elemenata što bi rezultovalo u dosta manjim razlikama ali što izlazi iz okvira ovog rada.



Slika 5.2. – Poređenje rezultata za I''_k



Slika 5.3 – Poređenje rezultata za I_p



Slika 5.4 – Poređenje rezultata za I_b

6. ZAKLJUČAK

Iako se nadležne organizacije trude da postignu harmonizaciju između IEC i ANSI standarda, razlike i dalje postoje. Njihovom primenom za proračun kratkih spojeva u jednostavnoj test mreži uočene su razlike u vrednostima izračunatim veličinama. U većini primera rezultati dobijeni primenom IEC standarda su veći od vrednosti koje su dobijene primenom ANSI standarda. U skladu sa tim, prilikom izbora opreme potrebno je voditi računa na osnovu kojeg standarda je njena proizvođačka specifikacija data. (Izračunate struje kratkog spoja jednog standarda nisu direktno primenljive na opremu izrađenu po drugom.)

LITERATURA

- [1] Nasser D. Tleis, Power Systems Modelling and Fault Analysis - Theory and Practice, 2008.
- [2] IEC 60909-0 Short-circuit currents in three-phase a.c. systems Part 0.
- [3] IEEE Std C37.010, IEEE Application Guide for AC High-Voltage Circuit Breakers Rated on a Symmetrical Current Basis, 2005
- [4] IEC 60909-4 Short-circuit currents in three-phase a.c. systems Part 4.

Kratka biografija:



Boris Adamov rođen je u Kikindi 1987. godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu upisao je školske 2006/2007, smer energetika, elektronika i telekomunikacije. Diplomirao je na osnovnim studijama 2011. godine, smer elektroenergetski sistemi. Diplomski – master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva je odbranio 2014.

**PRIMENA INFRASTRUKTURE JAVNIH KLJUČEVA U JAVA BAZIRANIM
DISTRIBUIRANIM SISTEMIMA****USE OF PUBLIC KEY INFRASTRUCTURE IN JAVA BASED DISTRIBUTED SYSTEMS**

Miloš Mostarski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisani su osnovni principi i mehanizmi koji se koriste u infrastrukturi javnog ključa. Dati su i obrazloženi osnovni pojmovi i termini vezani za navedenu oblast. Sa posebnom pažnjom obrađeni su digitalni sertifikati kao i SSL/TLS protokol. Praktični deo sastoji se od upotrebe već implementiranog CA, koji je zadužen za generisanje digitalnih sertifikata. Implementiran je i Java distribuirani sistem koji se sastoji od dva klijentska i jednog serverskog entiteta, koji komuniciraju preko sigurnog kanala. Svaki entitet sadrži sertifikat i sa drugim entitetima autentifikuje se obostrano.

Abstract – In this paper, the basic principles and mechanisms of public key infrastructure are described. Basic terms of which is composed public key infrastructure are given and explained. With special attention digital certificates and SLL/TLS protocol are also described. Practical part consist of use existing CA which is used to generate digital certificates. Two clients and one server entity are implemented in Java programming language. Every entity has own digital certificate and communicates with other entites via secured channel using two-way (mutual) authentication.

Ključne reči: Javni i privatni ključ, digitalni sertifikat, SSL/TLS protokol, distribuirani softverski sistem.

1. UVOD

Razvojem telekomunikacija, računarstva i internet tehnologija ljudi su bitne informacije počeli da prenose na velike udaljenosti u elektronskom obliku. Kako bi se održala tajnovitost i sprečila zloupotreba prenesenih informacija, razvijeni su algoritmi koji rešavaju nastale probleme.

Asimetrična kriptografija kao najvažnija oblast kriptografije i kriptozastite informacija, našla je svoju primenu u svakodnevnom životu. Ovim putem prevaziđen je problem razmene ključa (tajne) za šifrovanje, odnosno dešifrovanje informacija koje se prenose između dva entiteta komunikacije, a koji mogu da se nalaze na velikim udaljenostima. Takođe, ovi algoritmi su rešili i problem međusobnog prepoznavanja (autentifikacije) entiteta koji komuniciraju.

Upotrebljeni matematički algoritmi su veoma zahtevni u pogledu broja izvedenih računskih operacija, te iz toga sledi činjenica da sve operacije izvršavaju isključivo mašine a ne ljudi.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vojin Šenk, red. prof.

**2. POJMOVI SVOJSTVENI INFRASTRUKTURI
JAVNIH KLJUČEVA**

Kriptografija javnog ključa (asimetrična kriptografija) jeste set kriptografskih algoritama koji zahtevaju par kriptografskih ključeva [3]. Svaki entitet generiše par ključeva: privatni (tajni) i javni. Privatni ostaje kod entiteta koji predstavlja njegovog vlasnika i jednoznačno autentifikuje taj entitet dok javni, kako mu i samo ime govori, slobodan je na uvid svim drugim entitetima [2].

Bitna osobina para ključeva jeste da su oni jedinstven par, matematički povezan. Pomoću javnog ključa ne može se odrediti privatni (ne može u razumnom vremenskom roku i/ili je ta operacija preskupa u smislu broja izvedenih računskih operacija). Algoritmi kriptografije javnih ključeva leže na problemima kao što su faktORIZACIJA velikih celih brojeva i rešavanje diskretnog logaritma. Da bi algoritmi bili još teži za inverziju dodatno se koriste i algebarske strukture eliptičkih krivih [1].

Asimetrična kriptografija nosi baš taj naziv jer se za operacije šifrovanja i dešifrovanja podataka odnosno potpisivanja i verifikacije potpisa ne koristi isti ključ što je slučaj kod simetrične kriptografije.

Par ključeva omogućava jednom entitetu da ostvari tajnovitost, neporecivost i integritet poruka kao i autentičnost pošiljaoca.

Tajnovitost se ostvaruje na taj način što svako može da šifrue poruku a samo vlasnik privatnog ključa može da je dešifrue i pročita. Isto tako samo vlasnik privatnog ključa može da na jedinstven način potpiše poruku a bilo koji drugi entitet može da verifikuje potpis uz pomoć javnog ključa. Na ovaj način se ostvaruju preostala tri kriptografska principa [2].

Digitalni sertifikat jeste digitalni dokumenat koji služi da poveže informacije vlasnika javnog ključa sa javnim ključem. Koristi se za dokazivanje posedovanja javnog ključa. Zapravo ovaj dokumenat u elektronskim komunikacijama predstavlja ličnu kartu entiteta komunikacije.

Svaki sertifikat mora da sadrži javni ključ, informacije o istom kao i informacije o vlasniku kome je ključ izdat. Takođe on mora da bude potpisan sa privatnim ključem entiteta koji ga je izdao i odobrio za upotrebu.

Sertifikate je poput svakog drugog digitalnog dokumenta potrebno skladištiti u trajnoj memoriji računara, ali je potrebno obezbediti njihovo slanje preko Interneta.

Kodovanja koja se najčešće koriste za zapis X.509 sertifikata su PEM i DER.

PEM kodovana datoteka je zapravo Base64 kodovana binarna DER datoteka i ima svoju ASCII reprezentaciju koja ima specifično zaglavlje i podnožje.

Ako je u pitanju slanje sertifikata putem Interneta najčešće se koriste PEM datoteke sa ekstenzijom *pem* dok za potrebe skladištenja se češće koriste DER datoteke sa ekstenzijama *cer* ili *der* [1].

Proces digitalnog potpisivanja je matematički proces dokazivanja autentičnosti entiteta komunikacije. Validan digitalni potpis garantuje entitetu koji primi poruku da je poruka poslata od entiteta koji tvrdi da je poslao istu. Takođe digitalni potpis garantuje da poruka nije u toku prenosa izmenjena (integritet) i entitet koji je poslao poruku ne može da porekne da je baš on poslao istu (neporecivost). Digitalni potpis se koristi u svim transakcijama gde je potrebno sprečiti neovlašćeni pristup ili falsifikovanje podataka.

Bitna činjenica potpisivanja je to što se za njegovu realizaciju koristi privatni ključ, te stoga sledi da je samo vlasnik privatnog ključa u mogućnosti da potpiše poruku dok bilo koji drugi entitet može da proveri validnost potpisa uz pomoć javnog ključa, koji je u paru sa privatnim, a dostupan je svima. Najčešći algoritam koji se koristi za potpisivanja je RSA [4][2].

Generalno gledano, loša osobina potpisivanja sa asimetričnim ključem je to što je veoma spora operacija, te se najčešće pribegava potpisivanju skraćenog oblika poruke (kriptografska *hash* vrednost).

Infrastruktura sa javnim ključevima se sastoji od sledećih entiteta:

- *End Entity*: U ovu grupu spadaju svi entiteti koji se ne bave administracijom. Oni predstavljaju listove infrastrukture. Ovi entiteti nemaju mogućnost da izdaju sertifikate i na taj način šire lanac poverenja. Ovde zapravo spadaju svi aplikativni serveri i klijenti,
- *Certificate Authority* (CA),
- *Registration Authority* (RA) i
- *Validation Authority* (VA).

Osnovna funkcija CA je izdavanje digitalnih sertifikata. Ovde se pod terminom izdavanja smatra proces digitalnog potpisivanja tajnim ključem. Svaki CA mora biti povezan najmanje sa jednim RA, ali može i da sarađuje sa više njih istovremeno. Prilikom konkretne implementacije sistema RA može da bude u sklopu CA, a može i da se posmatra kao zasebni izvor informacija koji koristi CA.

U sistemu uvek mora postojati vrhovni, koreni CA (*RootCA*) koji ima samopotpisan digitalni sertifikat. On se koristi za kreiranje i ovlašćivanje ostalih CA. Svaki drugi CA koji nije *RootCA* naziva se *SubCA*.

Osnovna funkcija RA je da prikupi sve podatke entiteta koji želi da dobije sertifikat. Uz te podatke RA dobija i javni ključ entiteta koji podnosi zahtev.

Ukoliko su svi priloženi podaci ispravni RA ih povezuje sa javnim ključem (pravi se i lokalna kopija podataka). U ovom procesu dobija se nepotpisan digitalni sertifikat te se on kao takav prosleđuje CA, koji vrši digitalno potpisivanje.

VA služi za verifikaciju validnosti sertifikata. Ovaj entitet se ređe implementira u sklopu CA.

I u ovom slučaju svaki CA može da sarađuje sa jednim ili više VA.

VA je dužan da u svakom momentu poseduje podatke o validnosti svih digitalnih sertifikata od entiteta CA, koji sa njime sarađuje.

U procesu izdavanja digitalnih sertifikata najčešće se koristi SCEP protokol, a standardizovani zahtev u kome krajnji entiteti šalju svoje podatke i javni ključ je CSR.

Pored ovih osnovnih mehanizama koji se bave samim izdavanjem sertifikata koriste se i standardizovani mehanizmi za dinamičku validaciju sertifikata. Dva najčeća mehanizma su CRL liste za opoziv sertifikata kao i OCSP protokol za kontrolu sertifikata.

3. UPOTREBA I ADMINISTRACIJA JAVA CA SOFTVERA

Za praktično ispitivanje implementiranih kriptografskih mehanizama upotrebljen je programski paket EJBCA, koji predstavlja implementaciju PKI po X.509 standardu. Takođe, pomoću ovog programa generisani su svi digitalni sertifikati koji se koriste u implementiranom sistemu. Kako je EJBCA veliko softversko rešenje sa velikim brojem odlika ovde će biti navedene samo neke a koje su za ovo istraživanje od veće važnosti.

Važnije PKI systemske odlike:

- *Kreiranje jednog ili više CA na različitim nivoima (RootCA, SubCA1, ..., SubCAn) u okviru jedne EJBCA instance,*
- *praćen je X.509 standard (gde god je to moguće),*
- *sistem koristi X.509 sertifikate,*
- *podržan RSA algoritam sa ključevima do 8192 bita,*
- *podržan DSA algoritam sa ključevima do 1024 bita,*
- *podržani su algoritmi koji koriste eliptičke krive (npr. ECDSA, ECDH),*
- *podržano je više kriptografskih hash algoritama SHA-1 ... SHA-512,*
- *moguće je kreirati zahtev za sertifikat direktno iz internet pregledača (Firefox, Internet Explorer itd...),*
- *izdati sertifikati su kompatibilni za sve poznatije aplikativne servere,*
- *podržani su zahtevi za izdavanje sertifikata sa mobilnih uređaja (SCEP),*
- *opozivi i upravljanja listama za opoziv sertifikata (CRL),*
- *podržan je CMP protokol [5]...*

Ovaj softver kao što je prethodno rečeno može da radi samostalno a može lako da se integriše i sa nekim drugim softverom. Podržava WS interfejs za udaljenu administraciju (JAX-WS). VA može biti integrisan sa CA ali može da bude izveden kao odvojen, samostalan OCSP responder. Takođe podržan je i API za eksternalni RA.

Administracija čitavog sistema se može vršiti iz veoma prilagodljivog i relativno jednostavnog grafičkog administratorskog panela, lokalno ili udaljeno koristeći sistem jake autentifikacije (obostrani SSL/TLS i logovanje sa lozinkom).

Kako je EJBCA softver izgrađen uz pomoć *JavaEE* tehnologije, on se izvršava na nekom od *Java* baziranih aplikativnih servera (*GlassFish*, *Jboss*, *TomEE*, *WebLogic*, *WebSphere* itd...). Potrebno je obezbediti aktivnu konekciju ka relacijonoj bazi podataka (*Oracle*, *MySQL*, *MariaDB*, *Derby* itd.) [5].

Ovde sistem smešta sve potrebne podatke i fajlove koje koristi. Aplikativni server i baza podataka mogu i ne moraju da postoje na istoj fizičkoj mašini. Bitan detalj jeste da na serverskom portu na kome se očekuju zahtevi mora biti omogućena obostrana SSL/TLS autentifikacija. Administracija se isključivo vrši na ovaj način.

4. SSL/TLS

SSL i njegov naslednik TLS su protokoli koji su dizajnirani da obezbede sigurnu komunikaciju preko Interneta. Gledano sa stanovišta arhitekture sistema ovaj protokol je hibridni, odnosno izveden je kombinacijom simetričnih i asimetričnih algoritama.

Asimetrični algoritmi se koriste za autentifikaciju odnosno za razmenu zajedničke tajne (ključa) koja se koristi u komunikaciji između dva entiteta. Ovakav pristup i arhitektura se koriste iz razloga jer su, kao što je ranije rečeno, asimetrični algoritmi zahtevni sa stanovišta broja izvedenih računskih operacija, što znači da bi se komunikacija odvijala vrlo sporo.

Ova familija protokola koristi X.509 digitalne sertifikate za autentifikaciju entiteta komunikacije. Autentifikacija može biti jednostrana, slučaj kada se predstavlja samo jedan entitet komunikacije (u klijent server arhitekturi najčešće je to server) ili obostrana kada se oba entiteta predstavljaju jedan drugom.

Posledica izbora X.509 sertifikata je to da sistem mora da sadrži RA kao i CA koji će potpisati sertifikate i garantovati za oba entiteta (nije obavezno da u sistemu postoji VA).

SSL/TLS kao protokol kako u OSI tako i u IPS modelu zauzima mesto iznad transportnog TCP sloja. U OSI modelu on se uspostavlja na sloju sesije a radi na sloju prezentacije. U IPS modelu se i uspostavlja i radi na aplikacionom sloju [2].

U zavisnosti od verzije i konkretne implementacije protokola on koristi više matematičkih algoritama kako bi se zadovoljili svi kriptografski principi:

- *Mehanizam za razmenu ključa,*
- *mehanizam za autentifikaciju entiteta,*
- *mehanizam za enkripciju podataka,*
- *radni mod i*
- *mehanizam za autentifikaciju poruka.*

Kao najvažniji mehanizam izdvajaju se algoritmi za razmenu simetričnog ključa.

Konkretno u infrastrukturi sa javnim ključevima, dva entiteta pre nego što otpočnu zaštićenu komunikaciju potrebno je da razmenu tajni, simetrični, ključ koji će kasnije koristiti za šifrovanje, odnosno dešifrovanje poruka. Ovi mehanizmi zapravo su asimetrične kriptografske metode.

Trenutno najrasprostranjenija metoda za razmenu ključeva jeste *Diffie-Hellman* algoritam, koji se koristi u kombinaciji sa eliptičkim krivama: *Elliptic curve Diffie-Hellman* (ECDH).

Suština ove metode jeste da je to standardni DH mehanizam za razmenu ključa, gde je sam par ključeva koji se koristi dobijen po principima eliptičkih krivih (umesto algebarske strukture polja koristi se algebarska struktura eliptičkih krivih) [3]. U toku razmene ključeva podaci se potpisuju RSA algoritmom kako bi se ostvarila dodatna

autentifikacija entiteta. Takođe za razmenu ključeva se koristi i klasičan RSA algoritam. Ovo se ostvaruje na način da se jednoj strani komunikacije unapred veruje. Druga strana bira simetrični ključ i šifruje ga javnim ključem prvog entiteta (kome se veruje) i potom ga šalje njemu. Osobina RSA algoritma je takva da ako neko presretne tu poruku, ne može da je otvori i pročita jer nema odgovarajući privatni ključ. Po dobijanju poruke, prva strana uzima tajni simetrični ključ. Sada obe strane imaju istu tajnu koju će koristiti za šifrovanje i dešifrovanje poruka i mogu da otpočnu komunikaciju.

5. DEMONSTRACIJA PRIMENE PKI U JAVA DISTRIBUIRANIM SISTEMIMA

Kako su u pojedinim delovima sistema iskorišćene već postojeće tehnologije i njihove implementacije ovde će ukratko biti obrazložene njihove glavne karakteristike.

Java API for RESTful Web Services je jedna od tehnologija *JavaEE* platforme koja omogućava kreiranje i upotrebu *web* servisa. Ova tehnologije koriste takozvane *Java* anotacije u cilju uprošćavanja izgradnje *web* servisa kao i definisanja njegovih krajnjih tačaka (*service endpoint*). *Java* anotacije upotrebljavaju se i za mapiranje čistih *Java* klasa u *web* resurse. Uz pomoć anotacija implementirani su i takozvani HTTP tipovi zahteva (GET, PUT, POST, DELETE itd...) [4].

Java Naming and Directory Interface je *Java* aplikativni interfejs za direktorijumski servis koji omogućava *Java* klijentima da pristupe određenim resursima preko njihovih imena. Svaki upotrebljeni resurs u sistemu ima svoje jedinstveno ime (implementacija ne dozvoljava da se kreiraju dva različita resursa koja poseduju isto ime). Prilikom implementacije klijenta potrebno je prethodno dopremiti istom imena svih resursa koje će koristiti [4].

Java Message Service je tehnologija iz *JavaEE* familije tehnologija (ekstenzija).

Njen zadatak jeste da obezbedi razmenu kratkih poruka između dve ili više klijentskih aplikacija. Specifikacija koja opisuje ovu tehnologiju obezbeđuje svakom klijentu da kreira, šalje, čuva i čita kratke poruke. JMS se često koristi u razvoju distribuiranih aplikacija. Dobra osobina JMS sistema je što klijent koji šalje poruku uopšte ne mora da zna za jednog ili više klijenta kojima je poruka upućena.

Klijent pošiljalac mora da zna samo adresu servisa za razmenu poruke, dok se svi oni koji žele pročitati istu prijavljuju servisu. Takođe, svi klijenti koji žele primiti poruku ne moraju biti aktivni u momentu kada je klijent pošiljalac poslao poruku. Prijemni klijenti u momentu kada se aktiviraju prijave se servisu i poruka im se dostavlja [4].

JMS servis može da funkcioniše upotrebom dva komunikaciona protokola HTTP odnosno IIOP. Oba protokola podržavaju zaštićenu komunikaciju (SSL/TLS). Mehanizam za razmenu poruka kao i resursi koji se koriste smešteni su na nekom od Javinih aplikacionih servera (podrazumeva se da server mora imati ekstenziju za JMS).

Sistem koji je implementiran je u smislu korišćenih tehnologija heterogen. Komponente sistema se brzo i na relativno jednostavan način mogu zameniti sa nekim drugim implementacijama (platformama). Sistem u trenutnoj konfiguraciji sadrži:

- *Android* klijenta,
- *JavaEE* aplikaciju sa odgovarajućim *RESTful* modulom koja se pokreće na aplikacionom serveru *GlassFish* i
- Javin samostalni (*standalone*) klijent.

Android klijent i *JavaEE* aplikacija komuniciraju preko *HTTPS* protokola a *JavaEE* aplikacija komunicira sa samostalnim klijentom preko *IIOP* zaštićenog protokola. U prvom slučaju koristi se *RESTful* arhitektura (poruke koje se razmenjuju su *JSON* formatu), a u drugom slučaju se koristi *JMS* tehnologija (poruke su tekstualnog tipa takođe u *JSON* formatu).

Android klijent u svojoj internoj memoriji sadrži jedan privatni ključ i njemu odgovarajući sertifikat kao i još dva sertifikata – serverski sertifikat kao i sertifikat *CA* koji ga je izdao i odobrio za upotrebu. Pomenuta dva sertifikata se nazivaju sertifikati poverenja, a riznica u kojoj se čuvaju naziva se *Truststore*.

Privatni ključ i lični sertifikat se čuvaju u *p12* datoteci, dok se preostala dva sertifikata čuvaju u *bks* datoteci. Pomenuta *bks* datoteka predstavlja klasičnu riznicu (repozitorijum) sertifikata, ali je za njeno konstruisanje korišćen provajder *Bouncy Castle* (BKS). Navedeno rešenje je upotrebjeno iz razloga zato što *Android* nema podršku za standardne Javine repozitorijume sertifikata, odnosno *jks* datoteke.

Serverska strana je implementirana uz pomoć *GlassFish* aplikacionog servera i jedne *JavaEE* aplikacije koju server izvršava. Na samom serveru prethodno je bilo potrebno konfigurisati adresu i port na kojima će aplikacija biti dostupna. Kako bi se ostvarila zaštićena komunikacija u serversku riznicu ključeva učitani su serverski sertifikat i njemu odgovarajući privatni ključ. Serverska riznica je standardna *jks* datoteka. U serversku riznicu poverenja (*truststore*) učitani su i sertifikati *CA* koji je izdao sve sertifikate koji se koriste u sistemu.

Javin samostalni, udaljeni klijent je prvobitno zamišljen kao *JavaSE* aplikacija. Kako istom treba omogućiti komunikaciju sa serverom, dodane su i biblioteke koje u sebi sadrže implementiran *IP/TCP* protokol kao i *IIOP* protokol. Takođe dodane su i biblioteke koje omogućavaju kriptografsku obradu informacija ali i *JMS* servis.

Suština sistema je da korisnik putem *Android* aplikacije može da upravlja samostalnim klijentom (*Java* aplikacija) posredstvom servera i odgovarajuće serverske aplikacije. Ova tri entiteta se izvršavaju na fizički različitim mašinama a svaka komunikacija između njih je bezbedna i šifrovana.

6. ZAKLJUČAK

U toku ovoga istraživanja temeljno je ispitana implementacija i upotreba pojedinih kriptografskih mehanizama kriptografije javnog ključa u programskom jeziku *Java*. Svi mehanizmi su implementirani onako kako to nalažu teorijske osnove, odnosno specifikacije i standardi. U konkretnoj, praktičnoj upotrebi, kriptografski mehanizmi uz dobre teorijske osnove su relativno jednostavni za upotrebu.

Implementirani softverski distribuirani sistem je višestruko testiran i sa stanovišta sigurnosti i sa stanovišta performansi je pokazao vrlo dobre rezultate. U slučaju bezbedne komunikacije sistem funkcioniše skoro neprimetno sporije nego u slučaju standardne, neenkriptovane komunikacije.

7. LITERATURA

- [1] Symeon (Simos) Xenitellis: *The Open - source PKI Book: A guide to PKIs and Open-source Implementations*, 1999
- [2] Stephen A. Thomas: *SSL & TLS Essentials: Securing the Web Paperback – February 11, 2000*
- [3] Milica Kovinić: *Uvod u kriptografiju i infrastrukturu javnih ključeva*, AMRES, 2010.
- [4] www.wikipedia.org
- [5] ejbca.org/docs/

Kratka biografija:



Miloš Mostarski rođen je u Bačkoj Topoli 1989. godine. Srednju elektrotehničku školu završio je u Somboru 2008. godine. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2012. godine iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo – telekomunikacioni sistemi, na temu Mobilno poslovanje sa aspekta autentifikacije entiteta.

IP VIDEO NADZOR RASKRSNICE**IP VIDEO SURVEILLANCE AT THE CROSSROADS**Bobana Radosavljević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada jeste da istakne prednosti optičke infrastrukture zahvaljujući kojoj je omogućen IP video nadzor raskrsnica u Novom Sadu. Opisan je sistem video nadzora, oprema koja se u njemu koristi i način na koji radi, kao i protokoli koji obezbeđuju njegov rad. Na primeru jedne raskrsnice pokazano je kako se projektuje takav sistem i kako se dobijeni snimci obrađuju.

Abstract – The aim of this paper is to highlight the benefits of optical infrastructure for IP video surveillance at the crossroads of Novi Sad. The video surveillance system, the equipment it uses and the way it operates are described, as well as protocols that ensure its performance. The study presents an example of the system design and video processing.

Ključne reči: Optička telekomunikaciona infrastruktura, video nadzor, IP kamera, switch, TeleCAD

1. UVOD

Poslednjih godina, razvoj i modernizaciju telekomunikacionih sistema i mreža u velikoj meri određuju paketski-orientisani servisi, pre svega Internet, ali i druge primene koje prate ovaj tip komunikacija. Optički sistemi su našli primenu u različitim oblastima, a jedna od njih je u sistemima video nadzora. Ovi sistemi na najbolji način koriste sve pogodnosti koje optički kablovi nude.

Uvođenje optičke telekomunikacione infrastrukture u Novom Sadu započeto je 2001. godine. Projekat "Novi Sad bezbedan grad" je zaživeo krajem 2009. godine. Njime je predviđeno uspostavljanje video nadzora na ključnim lokacijama u gradu. Optička infrastruktura i sistemi video nadzora omogućavaju da građani Novog Sada budu sigurniji na ulici, u saobraćaju, a najmlađi bezbrižni u zabavištima, školama, dvorištima i igralištima.

2. OPTIČKE KOMUNIKACIJE

Optičke komunikacije, u raznim formama, koriste se već hiljadama godina. Postoje i brojni primeri iz ranije prošlosti koji ne mogu da se svrstaju u optičke komunikacije u današnjem smislu. Korišćeni su postupci za prenos poruka koje su bile vidljive korisnicima (signalizacija, zastavice, semafori, svetionici, razni optički sistemi kao francuski telegrafski sistem koji je za 15min prenosi poruku na udaljenost od 200km, itd.).

NAPOMENA:

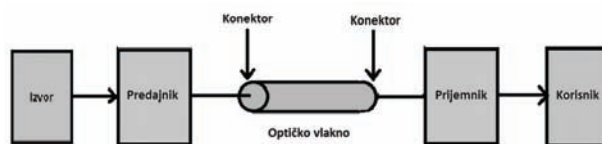
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Dragana Bajić, red.prof.

Primenu optike u današnjem smislu pokrenuo je izum lasera 1958. god, poluprovodničkog lasera 1963. godine i nakon nekoliko godina, prvih optičkih vlakana.

1966. godine Charles Kao i Georges Hockham tvrdili su da veliki gubici u optičkom vlaknu teoretski nastaju zbog malih nečistoća unutar stakla, a ne zbog unutrašnjih ograničenja samoga stakla, čime je započeo vrlo intenzivan razvoj optičkih komunikacija. 1976. god. započela je eksperimentalna primena optičkih vlakana u telefonskim sistemima Atlante i Čikaga, a 1984. godine pušteno je u rad optičko vlakno kompanije AT&T povezujući Boston i Vašington.

Kod nas je postavljanje optičkih sistema počelo 1984. god. u Beogradu, a 1991. god. postavljena je optička veza Novi Sad - Sremski Karlovci.

Cilj optičkih sistema jeste mogućnost prenosa velike količine podataka u jedinici vremena uz korišćenje manje energije i bolje iskorišćenje prenosnog medijuma u odnosu na konvencionalne načine prenosa. Ovakav sistem podrazumeva prenos podataka po optičkim talasovodima kao medijumu za prenos signala.



Slika 1. Blok šema komunikacionog sistema

Optički komunikacioni sistem (slika 1) se odlikuje:

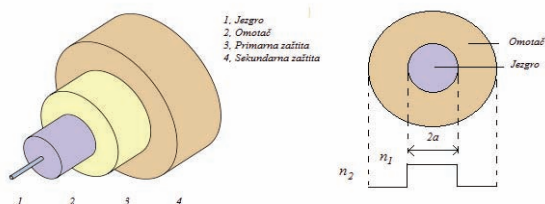
- velikim informacionim kapacitetom odnosno velikim propusnim opsegom talasovoda;
- malim slabljenjem signala u sistemu;
- otpornost na različite smetnje elektromagnetne prirode;
- male dimenzije;
- onemogućeno prisluškivanje;
- onemogućeno ometanje bez vidnog mehaničkog oštećenja prenosnog medijuma. [1]

3. OPTIČKA VLAKNA I KABLOVI

Optičko vlakno (engl. *optical fiber*) je tanka staklena ili plastična nit sa svojstvom vođenja svetla. Zbog toga što ne prenosi električne signale već svetlosne, optičko vlakno kao medijum prenosa informacija jeste mnogo brži, pouzdaniji i sigurniji od bakarnih parica.

Optičko vlakno po konstrukciji predstavlja cilindrični dielektrični talasovod koji prenosi svetlost duž svoje ose procesom totalne unutrašnje refleksije. Vlakno se sastoji od dva sloja: jezgra i omotača koji su napravljeni od

dielektričnog materijala - stakla ili plastike, a nekad od njihovih kombinacija (slika 2).



Slika 2. Izgled optičkog vlakna

Najčešća podela optičkih vlakana se vrši prema broju modova koji se prostiru kroz jezgro i na osnovu ove osobine razlikujemo:

- *multimodna vlakna* (multimode fiber MM), kroz čije se jezgro prostire više modova,
- *monomodna vlakna* (single-mode fiber SM), kroz čije se jezgro prostire samo jedan mod.

Prema profilu indeksa prelamanja, multimodna optička vlakna se dele na:

- *optička vlakna sa skokovitim indeksom prelamanja* (step-index multimode fiber SI), gde dolazi do nagle promene indeksa prelamanja na prelasku iz jezgra u omotač
- *optička vlakna sa gradijentnim profilom indeksa prelamanja* (graded-index multimode fiber, GI ili GRIN), gde dolazi do postepene promene indeksa prelamanja polazeći od centra jezgra, pa se ta vrednost radijalno smanjuje, da bi na mestu prelaza u omotač bio jednak indeksu prelamanja omotača.

Optički kabl se koristi za smeštaj i zaštitu jednog ili više optičkih vlakana radi njihove primene u spoljnoj sredini.

U poređenju sa klasičnim metalnim kablovima, optički kablovi su lakši, ne podležu elektromagnetnim uticajima, propusni opseg je veoma veliki tako da omogućavaju prenos velike količine informacija, imaju daleko manje dimenzije, jeftiniji su i mnogo jednostavniji za postavljanje, zbog čega imaju veliku primenu [1].

4. SISTEM VIDEO NADZORA

Sistemi video nadzora odavno se primenjuju u svrhu zaštite objekata, imovine i lica. Zahtevi sistema video nadzora nameću potrebu da svi objekti koji su pod nadzorom, lokacije sa kojih se vrši preventivni nadzor, kao i nadzorni centri u kojima se čuvaju podaci i iz kojih se upravlja i održava sistem moraju biti komunikaciono povezani.

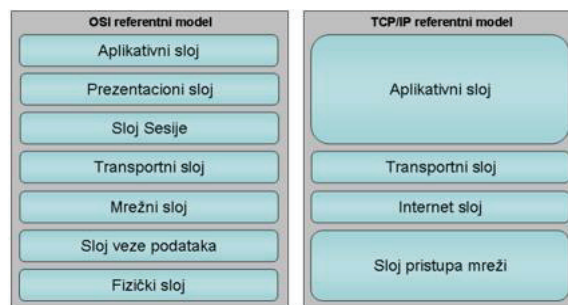
Tu mogućnost upravo pruža optička telekomunikaciona infrastruktura. Da bismo razumeli taj način komunikacije prvo ćemo reći nešto više o računarskim mrežama.

4.1. Koncept mrežne arhitekture

U telekomunikacionim sistemima, mrežna arhitektura opisuje opšti fizički raspored i operativne karakteristike komunikacione opreme, zajedno sa skupom komunikacionih protokola.

Najpoznatiji referentni modeli su OSI i TCP/IP (slika 3).

Niži slojevi vladaju komunikacionim uređajima, koji se bave fizičkim vezama, paketnom kontrolom veze, kao i usmeravanjem i prenosom funkcija koje podržavaju prenos podataka. Gornji slojevi podržavaju korisničke aplikacije za strukturiranje i organizovanje podataka za potrebe korisnika [2].



Slika 3. Uporedni prikaz OSI i TCP/IP referentnih modela

4.2. Vrste mreže

Mreža širokog prostora (engl. *Wide Area Network, WAN*) obuhvata veliki geografski prostor.

Gradska mreža (engl. *Metropolitan Area Network, MAN*) obuhvata manji prostor od WAN.

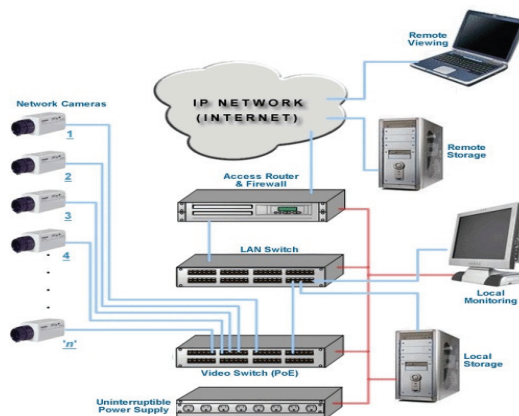
Lokalna mreža (engl. *Local Area Network, LAN*) povezuje korisnike u lokalizovane oblasti kao što su prostorije, odeljenje, zgrade, poslovni i kompleksi fabrika, ili kampusi.

Pristupna mreža (engl. *Access Network*) obuhvata veze koje se protežu od centralne komunikacione jedinice do individualnih preduzeća, organizacija i kuća [2].

4.3. Aktivna i pasivna oprema u sistemima video nadzora

Aktivnu opremu sačinjavaju svi elektronski uređaji koji prihvataju i distribuiraju promet unutar računarskih mreža (imaju memoriju i procesor), dok pasivnu opremu sačinjava žični sistem (bakar i optika) koji služi za povezivanje aktivne opreme. Pasivna oprema pripada prvom (fizičkom sloju), dok aktivna pokriva drugi (sloj veze) i treći sloj (mrežni sloj).

IP video nadzor je sigurnosni sistem (slika 4) koji pruža mogućnost nadgledanja i snimanja video i audio zapisa putem računarske mreže (LAN ili WAN mreže).



Slika 4. Izgled jednog digitalnog, mrežnog rešenja za video nadzor

IP kamera predstavlja kameru koja koristi Internet protokol kako bi prenosila podatke i kontrolne signale putem brze Ethernet veze.

Svič (engl. Switch) je uređaj koji upravlja protokom podataka između pojedinih računara. On služi za povezivanje dva računara unutar iste mreže (LAN-a) ili za povezivanje računara i rutera za promet koji je namenjen drugim mrežama.

4.4. IP transport u sistemu video nadzora

IP kamere i enkoderi komuniciraju sa Media Serverom na različite načine. Neka oprema podržava samo MJPEG preko TCP-a, dok druga može da podrži i MPEG-4 preko UDP-a.

MJPEG se tipično transportuje preko TCP-a. TCP obezbeđuje zagarantovanu isporuku paketa zahtevajući ACK (acknowledgement) od primaoca.

MPEG-4/H.264 video se tipično transportuje preko UDP-a ili RTP (Real-time Transport Protocol). UDP ne garantuje dostavljanje paketa i ne omogućuje retransmisiju izgubljenih paketa [3].

5. PROJEKTOVANJE SISTEMA VIDEO NADZORA NA RASKRSNICI

Pre početka projektovanja sistema za raskrsnicu potrebno je definisati osnovne delove sistema.

5.1. Definisanje osnovnih delova sistema

Sistem je projektovan tako da se sastoji iz tri funkcionalna nivoa:

- Pristupni ili Access nivo
- Transportni nivo
- Core nivo

Pristupni ili Access nivo je deo telekomunikacione mreže koji povezuje korisnike sa njihovim direktnim provajderom. Svaki svič pristupnog nivoa povezan je sa svičem transportnog nivoa preko linkova minimalne brzine 1 Gbps.

Transportni nivo je projektovan tako da se sastoji iz komunikacionih optičkih prstenova teritorijalno raspoređenih po gradu. Mrežni elementi imaju inteligentni softver koji može naslutiti otkaz sistema ili prekid konekcije vlakna i automatski preusmeriti saobraćaj u suprotnom smeru oko optičkog prstena. Čvorišta prstena čine svičevi koji su konfigurisani tako da koriste EAPS (Ethernet Automatic Protection Switching) protokol koji se koristi za obezbeđivanje redundantnih putanja u metro-ethernet Layer2 prstenastim strukturama.

Glavne prednosti EAPS protokola su:

- obezbeđivanje tzv. loop-free topologije (sprečava pojavu petlje u ethernet strukturi)
- konvergencija reda veličine ~50ms u slučaju prekida veze
- ne ograničava broj čvorova u prstenu i vreme konvergencije je nezavisno od broja čvorova u prstenu.

Core nivo je centralni deo telekomunikacione mreže. Sastoji se od visoko-funkcionalnih rutera kojima se preusmerava i kontroliše saobraćaj i pristup servisima telekomunikacionog sistema. Redundantnost na ovom

nivou je obezbeđena mesh topologijom samih rutera i svičeva transportnog nivoa [3].

5.2. Izbor trase i montaža kablova

Izbor trase optičkih kablova pri projektovanju, kao i trasiranje pre početka radova su od izuzetnog uticaja na kvalitetan tok izvođenja radova. Pri izboru trase treba uzeti u obzir sadašnje i perspektivne urbanističke planove, geografske i topografske uslove, sastav tla, mogućnost mašinskog iskopa rova, stanje komunalne infrastrukture, tako da se poštuju minimalna rastojanja pri paralelnom vođenju i ukrštanju telefonskih kablova sa drugim instalacijama, o čemu treba konsultovati "Uputstvo o građenju mesnih kablovskih mreža" (tu su dati podaci za minimalna rastojanja između raznorodnih instalacija) i "Uputstvo o polaganju i montaži optičkih kablova" [4,5].

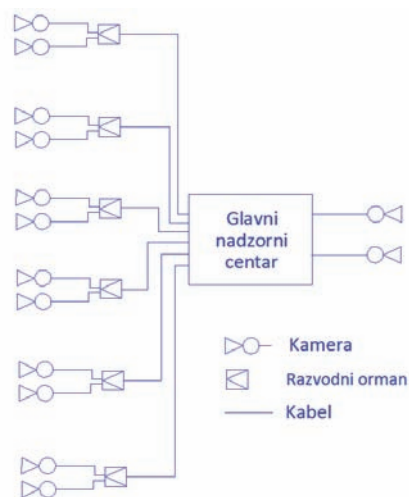
Montaža optičkog kabla sastoji se u izradi nastavaka na kablovskim dužinama optičkog kabla, uvođenju kabla u optičke patch panele ili završne optičke kutije i merenjima na optičkom kablju.

5.3. Projektovanje u TeleCAD-u

Projektovanje optičkog sistema se započinje izlaskom na teren gde može da se dobije pravilan uvid u situacioni plan objekta od interesa. Nakon što se izađe na teren vrši se crtanje predloga trase u programu AutoCAD.

Prilikom projektovanja optičkog sistema u AutoCAD-u koristi se nadogradnja koja se zove TeleCAD koja nam omogućava sve potrebne alate za projektovanje jednog optičkog sistema.

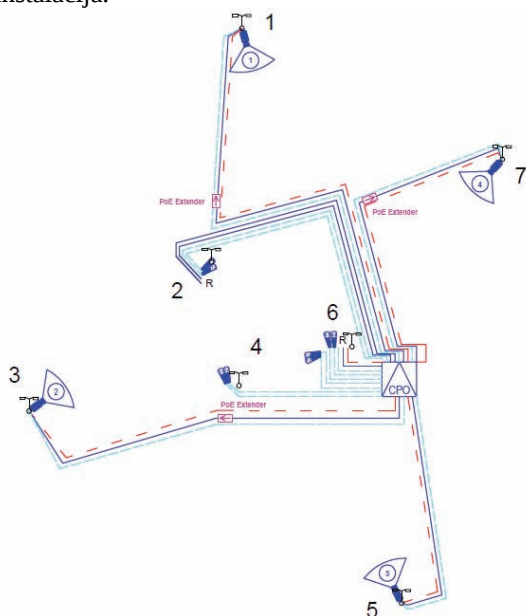
Jednopolna blok šema koja predstavlja pojednostavljen prikaz povezivanja opreme sistema video nadzora nam omogućava da jednostavnije sagledamo način povezivanja opreme.



Slika 5. Jednopolna blok šema opreme sistema video nadzora

Za prismostru raskrsnice Bulevara cara Lazara i Ulice Ive Andrića potrebno je da imamo četiri kamere od kojih dve služe za detekciju prekršaja kao što su prolazak kroz crveno svetlo i pogrešno preostrojavanje. Sve kamere se postavljaju na uličnu rasvetu. Ostale dve kamere su postavljene takođe na uličnu rasvetu s ciljem snimanja šireg područja raskrsnice i one su povezane sa semaforima signalnim kablovima. Prilikom povezivanja kamera koristimo razvodne ormare (RO). U RO nalaze se

svičevi koja se napajaju preko *Ethernet* mreže. Za povezivanje pomoćnog i glavnog ormara koristi se optički monomodni kabel koji se kasnije povezuje na optičku komunikacionu infrastrukturu grada Novog Sada. Na raskrsnici su montirani i infracrveni detektori koji prate objekte i signaliziraju softveru za obradu podataka određena nepropisna ponašanja. Jednopolna blok šema sistema video nadzora na datoj raskrsnici prikazuje plan instalacija.



Slika 5. Jednopolna blok šema sistema video nadzora na datoj raskrsnici

6. ANALIZA SNIMAKA

Za različite stepene kompleksnosti i za širok raspon primene sistema za video nadzor potrebno je koristiti prednosti najsavremenije tehnologije video i komunikacijske opreme. Razvoj IP kamera i optičkih kablova omogućio je transport velikih količina podataka kao što su snimci u visokim rezolucijama. Kako bi se ovi snimci lakše obrađivali i analizirali javila se potreba za razvojem različitih vrsta softvera koji omogućavaju definisanje i detektovanje različitih aktivnosti od interesa.

Koriste se specijalni softveri za video analizu i snimanje kao što su *IPS VideoManager*, *Aimetis Symphony* i slični. *Aimetis Symphony* je inovativna i otvorena IP platforma za video upravljanje, video-analizu, sistemsku integraciju i alarmno upravljanje.

Ukoliko, recimo kola, stoje na pešačkom prelazu dok je za njih crveno svetlo, detektori signaliziraju *Aimetis* softveru. On stavlja marker na video zapis i tako olakšava rad policiji, omogućavajući pregledanje samo markera kada se neki prekršaj dogodio, umesto celog snimka.

7. ZAKLJUČAK

Potreba za informacijama naterala je čoveka da stvara mreže preko kojih će sebi olakšati prikupljanje, prenos, skladištenje i obradu podataka.

Naglim razvojem računarske tehnologije poslednjih godina (povećanje performansi uz pad cena) i sa pravom eksplozijom Interneta, broj korisnika računara i računarskih mreža raste vrtoglavom brzinom.

Zahvaljujući MAN mreži velikog kapaciteta, koja se sastoji od 80 km optičkih kablova položenih na užem i širem terenu grada, više od 70% teritorije Novog Sada pokriveno je optičkim kablovima što omogućava efikasnije i ekonomičnije funkcionisanje grada kroz razne servise, poput sistema video nadzora, koji dovodi do toga da Novi Sad postane bezbedniji grad.

8. LITERATURA

- [1] Željen Trpovski, „Optičke komunikacije“, Novi Sad, 2010.
- [2] Andrew S. Tanenbaum, „Računarske mreže“, prevod četvrtog izdanja, Beograd, 2005.
- [3] Extreme Networks, „EXOS Concepts Guide“, Santa Clara, California, 2012.
- [4] Momčilo Petrić, „Uputstvo o građenju mesnih kablovskih mreža“, 1979.
- [5] Regulatorna agencije za elektronske komunikacije i poštanske usluge, "PTT Vesnik" br. 4/89 i 32/92, „Uputstvo o polaganju i montaži optičkih kablova“

Kratka biografija:



Bobana Radosavljević rođena u Novoj Gradiški, R. Hrvatska, 1989. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Komunikacione tehnologije i obrada signala odbranila 2014.god.

УНИВЕРЗАЛНИ ЕКСПОРТЕР МРЕЖНОГ МОДЕЛА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКОГ СИСТЕМА**UNIVERSAL NETWORK MODEL EXPORTER FOR ELECTRIC POWER SYSTEMS**

Милица Лучић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – Циљ овог рада јесте да представи универзални експортер мрежног модела електроенергетског система у формате **Multispeak** (верзија 3.0) и **CIM** (верзија 15), представи основне одлике и примјењене концепте та два модела, укаже на њихове предности и мане, као и да објасни конверзију података између њих.

Abstract – The goal of this paper is to describe a universal network model exporter for electric power systems, which supports output to Multispeak (version 3.0) and CIM(version 15), presents main characteristics of these two models, their advantages and disadvantages and explain the conversion of data between them.

Кључне ријечи – **Common Information Model (CIM)**, **Multispeak**, **GIS**

1. УВОД

ИТ компаније пружају подршку електроенергетским системима развијајући модулarna рјешења за визуелизацију, анализу, симулацију, надзор и управљање тим системима. Важна компонента тих софтверских система је модел електроенергетског система.

Због великог броја различитих софтверских рјешења, која се примјењују у електроенергетским системима, постоји и већи број специфичних модела тих система. Увођење стандарда у процес моделовања електроенергетских система има за циљ да олакша интеграцију различитих софтверских производа (који рјешавају различите проблеме, односно потичу од различитих произвођача) у јединствен информациони систем. Најраспрострањеније спецификације са препорукама за моделовање електроенергетских система су стандард IEC 61970-301 **Common Information Model (CIM)** и спецификација **Multispeak**. Они моделују сличне или потпуно исте ентитете, тј. између њих постоји већи степен подудараности.

Циљ овог рада је да представи основне одлике и примјењене концепте та два модела, укаже на њихове предности и мане, као и да објасни конверзију података између њих и прикаже имплементирани експортер из географског информационог система (енгл. **Geographic Information System – GIS**) у **Extensible Markup Language (XML)** фајлове уз ослонац на ова два стандарда.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Мирослав Хајдуковић, ред.проф.

2. ОПИС КОРИШЋЕНИХ ТЕХНОЛОГИЈА И АЛАТА

У овом раду коришћен је **ArcGIS** [1], алат за руковање геопросторним подацима. Он се користи за креирање и коришћење мапа, анализирање мапа, проналажење и дијелење географских информација, као и за руковање географским информацијама у бази података.

Common Information Model (CIM)[2] је најраспрострањенији стандард за моделовање електроенергетских система. Развијен је од стране **IEC (International Electrotechnical Commission)** као модел из IEC 61970 спецификације. **CIM** је стандард који служи за опис елемената електроенергетског система. **CIM** је постао међународно прихваћен стандард 2003. године, али је после стално унапређиван. **CIM** је описан помоћу **Unified Modeling Language (UML)** језика. Користи се широм свијета, јер омогућава размјену података између апликација, независно од њихових имплементација и од платформи на којима се извршавају. Такође, могућност лаког проширивања даје предност **CIM**-у у односу на сличне стандарде.

Multispeak[3] модел података је дио **Multispeak** спецификације за аутоматизацију пословних процеса и размјену података између мањих компанија, које се баве преносом и продајом електричне енергије, углавном у Сјеверној Америци. **Multispeak** је намјењен за подршку размјене информација између софтверских апликација у оквиру електроенергетског предузећа, нпр. за инжењерску анализу (**Engineering Analysis – EA**) и за пословни информациони систем (**Customer Information Systems – CIS**), а у случају од интереса за овај рад, за руковање геопросторним подацима (**Geographic Information Systems–GIS**) [5]. **Multispeak** модел података је у употреби у преко 500 дистрибутивних предузећа [12]. Спецификација дефинише релативно мали број типова. Он је погодан за моделовање и балансираних и небалансираних електроенергетских система.

Географски информациони систем [5] је систем за управљање просторним подацима. У најужем смислу то је рачунарски систем који може да интегрише, уређује, складишти, анализира и приказује просторне информације. У ширем смислу то је оруђе “паметне карте” које омогућава кориснику да сам истражује и анализира просторне информације и уређује просторне податке. Технологија географских информационог система је веома значајна и њено коришћење је веома распрострањено. Она се користи за научна истраживања, просторно планирање, управљање ресурсима, картографију, управљање имовином

предузећа, планирање инфраструктуре и у свим осталим областима гдје је исказана потреба за коришћењем података везаним за карте. Географски информациони систем се састоји од четири интерактивне компоненте:

- подсистем за унос (врши дигитализацију података)
- подсистем за складиштење и претраживање података
- подсистем за анализу
- излазни подсистем (израда карата и извршавање упита).

Extensible Markup Language (XML) [6] је описни језик, који садржи скуп правила помоћу којих корисници дефинишу сопствене формате података, које могу користити за њихову обраду, складиштење и размјену. Садржај **XML** документа је у текстуалном облику, тако да је погодан за читање и разумјевање од стране људи, као и за рачунарску обраду. Осим података текстуалне су и тагови које су смјештене у самој **XML** датотеци. То значи да их може читати свака алатка која има могућност читања текстуалних датотека. Велика предност **XML**-а је то што је независан од платформе, па се његови подаци могу лако преносити од система до система, без проблема са њиховим читањем. То, заправо, и јесте његова сврха, да олакша дијелење података кроз различите информационе системе. **XML** подржава **unicode** кодне странице, тако да омогућава приказ на свим познатим језицима. Контрола исправности **XML** документа је врло једноставна, јер има строга синтаксна правила, а тагови описују садржај унутар њих. **XML** стандард је међународно прихваћен и његова употреба је широко распрострањена и корисници га прилагођавају својим потребама.

3. КОНВЕРЗИЈА МОДЕЛА

3.1 КОНВЕРЗИЈА ПОДАТАКА ИЗ **CIM**-А У **MULTISPEAK**

Да би се омогућила конверзија података из **CIM**-а у **Multispeak** без губитка информација, потребно је проширити **Multispeak** модел података минималним скупом атрибута.

Пошто у **Multispeak** моделу података сваки чвор има дефинисане географске координате, тако и њихови еквиваленти ентитети у **CIM**-у морају да имају опис локације. Конверзија није могућа ако нису познате локације свих ентитета.

У имплементираном експортеру се прво ради конверзија електричних тачака, па онда електричне гране, јер су тачке потребне да би се гране повезале на њих. Тачке се на одредишној страни лако праве на основу ентитета из **CIM**-а. **Multispeak** разликује четири типа дионица (**ohPrimaryLine**, **ohSecondaryLine**, **ugPrimaryLine**, **ugSecondaryLine**), па се, на основу атрибута **CIM** типа дионице, одређује одговарајући тип дионице на одредишту.

3.2 КОНВЕРЗИЈА ПОДАТАКА ИЗ **MULTISPEAK**-А У **CIM**

У случају ове конверзије проблем је представљало то што **Multispeak**, у иницијалној верзији, посједује мању количину података за квалитетну конверзију у **CIM**. Највећи проблем је мањак атрибута. Тај проблем је рјешен тако што се тај мањак надомјестио подразумјеваним вриједностима.

Конверзија података из **Multispeak**-а у **CIM** се у имплементираном експортеру обавља следећим редослиједом:

- конверзија трансформаторских станица
- конверзија електричних тачака
- конверзија електричних линија.

Конверзија трансформаторских станица се одвија прва због прављења асоцијације типа садржавања. Уколико се не може одредити припадност станици неке опреме, мора се за њу дефинисати нова трансформаторска станица у **CIM**-у.

Када се заврши конверзија трансформаторских станица, може да се врши конверзија електричних тачака. Ова конверзија може да буде компликована, ако се ради из основне верзије **Multispeak**-а. Мањак атрибута из **Multispeak**-а се надокнађује додавањем подразумјеваних вриједности у **CIM**.

3.3 АНАЛИЗА КВАЛИТЕТА КОНВЕРЗИЈЕ МОДЕЛА

Конверзија између **CIM** и **Multispeak** модела података захтјева додатне дораде, без обзира у ком смјеру се конверзија одвија. Директна конверзија између основних верзија ових модела је практично немогућа. У конверзији из **CIM** –а у **Multispeak**, број ентитета се у **Multispeak** –у смањи око три пута у односу на референтни (**CIM**) модел. Сложеност ове конверзије не може се смањити, а у табели 1 приказана је оцјена сложености и неких осталих карактеристика. Приказана анализа се односи на конверзију са основним **Multispeak**-ом.

	CIM → Multispeak	Multispeak → CIM
Губици	Веома велики	Нема
Број ентитета	~Три пута мањи	~Три пута већи
Сложеност алгорита	Једноставан	Веома сложен

Табела 1. Оцјена квалитета конверзије

4. ЕКСПОРТ МРЕЖНОГ МОДЕЛА ЕЕС-А ИЗ **ARCGIS**-А У **XML** ФАЈЛОВЕ

У овом раду обрађен је проблем експорта модела електроенергетског система из **ArcGIS**-а у **XML**

фајлове. То је урађено у два облика, у **Multispeak XML** и у **CIM/XML**.

4.1 ЕКСПОРТЕР

Процес почиње у **ArcGIS**-у, тачније у алату **ArcMap**. У овом раду у **ArcMap** се цртају елементи електроенергетског система, који ће се после експортирати у фајлове. На основу тога што је нацртано, дефинишу се везе између елемената, нпр. припадност трансформаторске станице изводу.

Експорт из **ArcGIS**-а у **XML** фајлове се врши тако што се експортује извод и сви објекти повезани на њега. Експортирани фајл има назив који одговара експортираном изводу, а у садржају фајла се налазе експортирани сви елементи који су повезани на одабрани извод. Фајл је прегледан за људско читање, јер је урађен такав распоред, да је унутар једног тага приказан један елемент и његови атрибути, па се јасно види који атрибут коме елементу припада. Проблем с прегледношћу може да се јави код великих система, када на једном изводу има велики број повезаних елемената, па је и дужина текста у фајлу велика. Одабир извода који ће се експортирати се врши преко корисничког интерфејса (**Graphical User Interface – GUI**), тако што се из листе постојећих трансформаторских станица бирају оне чији припадајући изводи желимо да буду приказани. Од тих приказаних бирамо оне које желимо да буду експортирани.

Такође, постоји могућност одабира приказа листе високонапонских или средњенапонских трансформаторских станица, или и једних и других. Ради лакшег проналажења жељених трансформаторских станица, односно извода, направљен је механизам претраге на основу њихових назива.

Овим екпортом се постиже да се у склопу једног **XML** фајла налазе јасно приказани подаци о изводу и свим елементима електроенергетског система који су повезани на тај извод.

Овај универзални експортер врши експорт високонапонских, средњенапонских и нисконапонских трансформаторских станица, рачви, секција, детектора квара, изводних поља и расклопних уређаја.

4.2 ВАЛИДАТОР

Битан дио при екпорту извода је и валидација података. Подржане су следеће валидације:

- јединствености идентификатора,
- постојања атрибута,
- преклапања објеката,
- тополошких острва и
- валидација геометријске мреже.

Корисник може да бира које од ових валидација жели да изврши. Омогућена је парцијална (по одређеним изводима) и комплетна (над цијелом мрежом) валидација.

Валидација јединствености идентификатора односи се на провјеру да ли унутар мреже постоје објекти који имају исти јединствени идентификатор.

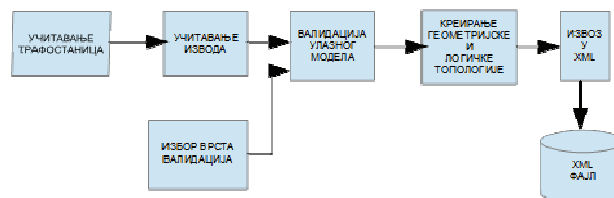
Валидација постојања атрибута је провјера да ли су унесене вриједности за све атрибуте објеката који су неопходни за интеграцију са другим системима.

Валидација преклапања објеката представља провјеру да ли два, или више објеката имају исте координате унутар мреже.

Валидација тополошких острва открива тачкасте и линијске елементе мреже, изоловане од остатка мреже са аспекта припадања елемента изводу.

Валидација геометријске мреже је провјера постојања тополошке повезаности елемената унутар мреже.

На слици 1 је приказан ток акција које корисник спроводи при екпорту извода. Прво је потребно учитати трансформаторске станице из базе података која садржи елементе учртане у **ArcMap**-у. Из листе учитаних трафостаница бира оне чији изводи желе да буду приказани. Након тога може да бира изводе за експорт и врсте валидација и отпочне сам експорт. Резултат тога експорта су добијена два **XML** фајла, један добијен преко **CIM**, а други преко **Multispeak** модела.



Слика 1. Ток акција у универзалном експортеру

5. ЗАКЉУЧАК

У оквиру овог рада анализирани су **CIM** стандард и **Multispeak** спецификација за моделовање електроенергетских система, конверзије података између њих, као и експорт мрежног модела електроенергетског система из **ArcGIS**-а у **CIM** и **Multispeak XML** фајлове.

Дат је упоредан опис ових модела, описане су њихове функционалности, гдје се најчешће користе, као и њихове предности и мане.

Описана је конверзија података између **CIM**-а и **Multispeak**-а. Објашњени су разлози због којих та конверзија у основној верзији доноси велике губитке и због чега су потребна проширења модела. Наиме, код конверзије из **CIM**-а у **Multispeak** потребно је било проширити **Multispeak** због мањка типова и атрибута.

Такође, описан је експорт мрежног модела електроенергетског система из **ArcGIS**-а у **CIM** и **Multispeak XML** фајлове. Тај експорт се врши тако што се експортује извод и сви објекти повезани на њега. Резултат је **XML** фајл у коме су на јасан начин описани елементи електроенергетског система.

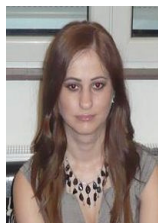
Даља побољшања би се огледала у томе да се експорт не своди само на извод, већ да се омогући избор и других компоненти као кандидата за експортирање, као и да се омогући ограничење експорта на једну компоненту. Нпр. да се у фајл екпортује само

трансформаторска станица, без експорта извода коме припада и осталих елемената повезаних на њега, јер такав приступ може да узрокује велике фајлове. То би захтјевало измјену и корисничког интерфејса, да би корисник могао сам да изабере коју варијанту експорта жели. Такво рјешење би ријешило проблем са великим и непрегледним фајловима у случају великих система.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] **Wikipedia**, “**ArcGIS**”<http://en.wikipedia.org/wiki/ArcGIS>
- [2] IEC 61970 (2004), *Common Information Model (CIM)*
- [3] *Multispeak Version 3.0 specification* (2005), *National Rural Electric Cooperative Association*
- [4] **Wikipedia**, “**ArcMap**”<http://en.wikipedia.org/wiki/ArcMap>
- [5] **Wikipedia**, “Географски информациони системи”
http://sr.wikipedia.org/wiki/Географски_информациони_систем
- [6] **Wikipedia**, “**XML**”
<http://sr.wikipedia.org/wiki/XML>
- [7] Лајош Мартиновић, Ранка Слијепчевић, Немања Живковић, Бранислав Атлагић(2010), Програмски пакет за конверзију између модела електроенергетских преносних мрежа
- [8] Владимир Стрезоски (1996), Основи електроенергетике, Факултет техничких наука, Нови Сад
- [9] Xiaofeng Wang, Noel N. Schulz & Scott Neumann (2003), *CIM Extensions to Electrical Distribution and CIM XML for the IEEE Radial Test Feeders*, *IEEE Transactions on Power Systems*, 18(3), pp. 1021-1028
- [10] **Wikipedia**, “**Geography_markup_language**”
http://en.wikipedia.org/wiki/Geography_Markup_Language
- [11] **CIM-XML tutorial**,
<http://www.wbemsolutions.com/tutorials/CIM/wbem-cimxml.html>
- [12] Gary McNaughton, [General Background and Version 4.x Update](#)

Кратка биографија:



Милица Лучић рођена је 1989. године у Мостару. Факултет техничких наука у Новом Саду је уписала 2008. године, дипломирала на смјеру Рачунарство и аутоматика 2012. године. Мастер студије на Факултету техничких наука уписала је 2012. године.

KOMUNIKACIJA PUTEM SMART-BUS PROTOKOLA U SMART-HOME SISTEMIMA
COMMUNICATION USING SMART-BUS PROTOCOL IN SMART-HOME SYSTEMSLjubomir Malić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu govori se o osnovnim pojmovima i definiciji pametnih kuća, njihovim karakteristikama i dobrim stranama njihove izgradnje. Takođe, detaljno se razmatra komunikacija između uređaja proizvođača HDL zasnovana na Smart-Bus protokolu. Implementiraju se funkcije za upravljanje podnim grejanjem, klimatizacijom kao i upravljanje multimedijom. Sve funkcije se testiraju u realnom okruženju i definišu se osnovni pojmovi za dalji razvoj software-a za kućnu automatizaciju.

Abstract – This paper discusses the basic concepts within smart homes, their characteristics and the good aspects of their construction. It also examines in detail the communication between the devices manufactured by HDL, based on Smart-Bus protocol. Functions for floor heating control, air-conditioning and multimedia are implemented. All functions are tested in a real environment and the basic concepts for the development of software for home automation are defined.

Glavne reči: Pametne kuće, komunikacioni protokoli u automatici, HDL, Smart-Bus, grejanje, klimatizacija, multimedija

1. UVOD

U poslednje dve decenije automatika izlazi iz okvira industrijske primene, i sve više nalazi primenu u automatizaciji poslovnih i stambenih objekata, tako da se danas susrećemo sa pojmom pametne zgrade a samim tim i serijom specijalizovanih kontrolera, senzora, upravljačkih jedinica i ostale namenske opreme.

Cilj svake izgradnje je da se obezbede uslovi za život i rad u ekonomski prihvatljivim uslovima uz potpunu harmoniju sa prirodom. Korišćenje tehnologije i procesa kreiranja građevine koja je bezbednija za svoje korisnike i u operativnom smislu efektivnija za svoje vlasnike sve je češće.

Rezultat primene pomenutih tehnologija i procesa su građevine koje koštaju manje tokom njihovog korišćenja, a koje su vrednije svojim korisnicima. To se objašnjava činjenicom da projekti koje koriste sami vlasnici, obezbeđuju već na samom početku korišćenja veliki povrat uložених finansijskih sredstava, u smislu veće produktivnosti zaposlenih i smanjenih troškova poslovanja. Kada se radi o komercijalnim građevinama, od ovakvih projekata očekuje se da rezultuju u porastu tržišnih renti, boljem održavanju, većoj potražnji i nižim

operativnim troškovima. Sve u svemu, kada se radi o inteligentnoj zgradi svi su na dobitku.

2. DEFINICIJA I PRIMER PAMETNE ZGRADE

Pametne zgrade predstavljaju integrisani i optimizovani sistem centralizovanog upravljanja poslovnim i stambenim prostorima, sa fokusom na energetske efikasnost i potpunu kontrolu okruženja.

Realizacija se bazira na inteligentnim procesorskim mrežama koje povezuju, kontrolišu i upravljaju svim podsistemima: osvetljenje, grejanje, protivprovala, interfon, video nadzor itd. [1].

2.1 Evolucija pametnih zgrada

Pre 1980. godine automatizacija je postignuta na nivou jednog uređaja. Nakon 1980. godine svi podsistemi upravljanja u zgradi (uključujući sigurnosni sistem, kontrolu pristupa, kontrolu grejanja, hlađenja i ventilacije, kontrolu rasvete, lifta i druge) i svi podsistemi komunikacije (uključujući elektronsku obradu podataka, prenos podataka, komunikaciju putem telefaksa, prenos govora i slike i drugi) bili su integrisani na nivou pojedinačnih funkcija i bilo je nemoguće ostvariti komunikaciju između različitih podsistema kao i njihovu integraciju u veće sisteme. Nakon 1985. godine omogućena je integracija podsistema slične prirode ili funkcije, kao na primer, uvezane su kontrola sigurnosti i kontrola pristupa, postojale su jedinstvene mreže za prenos govora i slike i slično. Zatim sledi faza integracije na nivou zgrade, kada su uvezani i podsistemi upravljanja u zgradi i podsistemi za komunikaciju u jedinstven sistem koji su nazivani sistem automatizacije građevinskog objekta BAS (eng. *Building Automation System*) i integrisani sistem komunikacija ICS (eng. *Integrated Communication System*), respektivno. Sistemima se moglo upravljati daljinski putem javnih telefonskih mreža koristeći modem, a na tržište je plasiran mobilni telefon za prenos podataka i govora. Od 1995. do 2002. godine integracija je i dalje bila na nivou zgrade, ali sada uz korišćenje interneta, tako da je omogućen daljinski nadzor i kontrola putem interneta. Nakon 2002. godine inteligentni sistemi imaju mogućnost integracije i upravljanja na nivou preduzeća ili grada [2].

2.2 Primer pametne zgrade

Na slici 1. prikazana je pametna zgrada sa svojim podsistemima.

Osvetljenje - Upravljanje osvetljenjem u zavisnosti od količine svetlosti (doba dana) i prisustva u prostoriji. Dodatna opcija je takozvana dim rasveta i rasveta po zonama koja je primenljiva u velikim poslovnim objektima.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Velimir Čongradac, docent.



Slika 1. Primer pametne kuće

Rashladno/grejni sistem - Ovaj segment se može realizovati na mnogo načina u zavisnosti od geografskog položaja samog objekta, načina izgradnje objekta i zahteva korisnika. Što se tiče hlađenja standardno rešenje je klima komora. Grejanje se može rešiti primenom kotlova (gasni, električni, kotao na čvrsto gorivo), ili modernijim rešenjima kao što su toplotne pumpe i čileri.

Rashladno/grejni sistem - brine o temperaturi svake prostorije ponaosob. Na osnovu termostata u prostorijama i spoljašnjih vremenskih prilika upravlja se klima komorom, toplotnom pumpom, čilerima ili drugim izvršnim uređajima.

Evidencija prisustva i kontrola ulaska - Ovi sistemi su obično povezani sa alarmnim sistemima i video nadzorom kako bi se mogla obezbediti adekvatna reakcija u nepredviđenim situacijama. Takođe, senzori prisustva mogu biti korisni za upravljanje osvetljenjem.

Protivpožarni sistem - Veoma važan segment koji je povezan sa alarmnim sistemom radi dojave i ventilacionim sistemom koji u slučaju požara reguliše protok vazduha kako bi sprečio dalje širenje požara.

Dodatni izvori energije - Ukoliko postoji mogućnost korisno je obezbediti dodatni izvor napajanja u vidu agregata i UPS (eng. *Uninterruptible Power Supply*) uređaja. Agregati služe za napajanje električnom energijom u slučaju dužeg nestanka mrežnog napajanja dok se UPS uređaji koriste za zaštitu osetljivih elektronskih uređaja od kratkotrajnog nestanka mrežnog napajanja i strujnih udara.

Multimedijalni sistemi - Karakteristični za stambene objekte, obezbeđuju dodatni komfor. Primer ovakvog sistema je medija centar koji obezbeđuje spregu više multimedijalnih uređaja (televizor, računar, muzički plejer, tablet, telefon...).

3. ZADATAK I FORMALNI OPIS PROBLEMA

3.1 Zadatak

Potrebno je ispitati način komunikacije sa opremom proizvođača HDL uz pomoć specifikacije koje je proizvođač dostavio.

Na osnovu dobijenih rezultata, u Java programskom jeziku neophodno je implementirati funkcije za dobijanje osnovnih informacija sa uređaja datog proizvođača, kao i upravljanje i postavljanje željenih parametara, koje predstavljaju osnovu za dalji razvoj *software*-a čija će primena biti u sistemima pametnih zgrada. Implementirane funkcije testirati u realnom okruženju.

3.2 Opis problema

Na samom početku potrebno je povezati odgovarajuće module u svrhu testiranja. Povezivanje opreme i računara vrši se putem mrežnog kabla i to je moguće realizovati na dva načina.

- **Direktno povezivanje** računara i komunikacionog modula (HDL SB-DN-48HNET), gde je potrebno obratiti pažnju na podešavanje IP (eng. *Internet Protocol*) adrese komunikacionog modula i računara.
- **Povezivanje pomoću rutera.** U ovom slučaju komunikacioni modul ne povezujemo direktno na računar, nego su i računar i modul povezani na ruter. Ruter automatski dodeljuje IP adrese svim konektovanim uređajima.

Nakon povezivanja realizovano je očitavanje i postavljanje željenih parametara za podno grejanje i klimatizaciju sa panela (HDL MPL8.48 – LCD Panel) na kojem je integrisan temperaturni senzor. U realnom sistemu bilo bi dobro postaviti više senzora u prostoriji kako bi se mogla precizno regulisati temperatura u određenim zonama.

Drugi deo zadatka se odnosi na način komunikacije i upravljanje multimedijalnim sistemom (HDL SB-Z Audio) koji se takođe na računar povezuje mrežnim kablom. Ovaj sistem sadrži muzički plejer sa pojačalom i njegova funkcija je da omogući integraciju multimedije u celokupan sistem.

4. SMART-BUS

Smart-Bus je patentirani protokol (pod brojem: 201110123081.0) i oslanja se na unapređenu RS485 64-bitnu komunikaciju. Ovaj dvosmerni komunikacioni protokol osmišljen je od strane *Smart Home* grupacije isključivo za potrebe industrije kućne automatizacije kako bi postao standard za područje Azije i Afrike. Poznat je pod nazivima *Smart-Bus*, *S-Bus*, *SBUSPro* i *SmartHome-BUS*. *S-Bus* je otvoren protokol. Svaka registrovana organizacija ili proizvođač mogu jednostavno dobiti kompletnu dokumentaciju vezanu za protokol nakon prijaviivanja organizaciji. *SmartHome* grupacija trenutno ima oko dvadeset članova (proizvođača), gde pripada i HDL, čija je oprema korišćena u ovom radu. *S-Bus* može da radi u širokom naponskom opsegu, od 8 do 32 V DC, i pri tome je potrebna struja 20-32 mA po uređaju tokom operacije, što ga svrstava u red malih potrošača energije. Koristi četiri provodnika ili četiri parice kako bi se smanjio šum. Pored toga postoji i nekoliko zaštitnih vodova kao što su zaštita od obrnute polarizacije, zaštita od kratkog spoja, zaštita od preopterećenja, zaštita od pregrevanja i drugi. Svaki uređaj posebno čuva podatke tako da greška individualne komponente neće uzrokovati pad sistema i neće dovesti korisnika u sumnju o stanju sistema. Podešavanja su uvek čuvana od prekida napajanja i sistem će se sam vratiti u normalan režim, odnosno u režim rada pre prekida napajanja.

4.1 Smart-bus u okviru IP mreže

U okviru IP mreže koristi se UDP (eng. *User Datagram Protocol*) protokol za prenos podataka. U njega se pakuju podaci koji dolaze preko RS485 komunikacije. Pri tome se port 6000 koristi kao podrazumevani. IP interfejs se koristi kao posrednik u komunikaciji (eng. *router*) između

glavne mreže i podmreže (eng. *subnet*), za spregu sa drugim sistemima, kao i prilikom konfigurisanja i praćenja sistema. Mehanizam razmene poruka unutar mreže funkcioniše tako što se svaka poruka koja dolazi preko RS485 komunikacije prosleđuje u IP mrežu preko IP interfejsa. Poruka koja se šalje preko IP mreže prosleđuje se na RS485 komunikaciju u okviru podmreže ukoliko određeni *SubnetID* odgovara tom IP interfejsu ili ako je poruka poslata svim uređajima koji se nalaze u okviru mreže.

Moguće je ukupno adresirati do 254 podmreže sa po 254 uređaja u okviru svake od njih. *SubnetID* 255 označava slanje poruke svim uređajima. Ukoliko se koristi nekoliko petlji koje su povezane preko rutera, tada možemo adresirati do 65280 uređaja u okviru mreže. Pošto u sistemu ne postoje *master* i *slave* uređaji, svaki uređaj u okviru mreže šalje poruku po potrebi. Na taj način značajno se smanjuje broj poruka u okviru mreže kako ne bi dolazilo do kolizije.

S-bus frame se sastoji od sledećih polja:

- *Leading code* – polje dužine 16 bita, označava početak *frame*-a.
- *Length of data package* – čuva dužinu podataka, u šta spadaju polja počevši od njega pa do kraja *frame*-a.
- *Original subnet ID* – redni broj podmreže u okviru koje se nalazi uređaj koji šalje podatke.
- *Original device ID* – redni broj uređaja koji šalje podatke u okviru podmreže.
- *Original device type* – vrsta uređaja koji šalje podatke.
- *Operate code* – komandni kod.
- *Target subnet ID* – redni broj podmreže u okviru koje se nalazi ciljani uređaj.
- *Target device ID* – redni broj ciljanog uređaja u okviru podmreže.
- *Content* – podaci koji se šalju.
- *CRC High* i *CRC Low* – polja u okviru kojih se nalaze biti za proveru greške, pri čemu se koristi CRC algoritam za proveru.

Polazni i određeni *Device ID* i *Subnet ID* uzimaju vrednosti od 0 do 254, i 255 za *broadcast* poruke. Maksimalna dužina podataka u okviru jednog paketa može biti 80 bajtova, pri čemu je 67 bajtova maksimalna dužina sadržaja poruke dok ostatak odlazi na ostala polja u okviru frejma [3].

5. RAZVOJ APLIKACIJE U PROGRAMSKOM JEZIKU JAVA

Osnovna ideja razvitka aplikacije u programskom jeziku Java je da se omogući upravljanje HDL uređajima sa računara i mobilnih uređaja koji koriste različite platforme, kao i nezavisnost od proizvođača i njegovih aplikacija za upravljanje. Na taj način, možemo napraviti apsolutno nezavisnu aplikaciju, i integrisati upravljanje željenim uređajima u jedan kompaktan sistem.

Prva faza izrade ove aplikacije podrazumevala je detaljno snimanje i analizu upravljačkih poruka u *S-Bus* mreži u okviru komunikacije preko *Ethernet*-a. Za potrebe ovog dela korišćen je softverski paket *Wireshark* koji omogućava „hvatanje“ i analizu paketa u lokalnoj mreži kao i softverski paket *HDL Bus Pro* koji omogućava upravljanje svim vrstama uređaja koji se mogu naći u

okviru jedne pametne zgrade. Kombinacijom ova dva programa rastumačene su *S-Bus* poruke u okviru paketa na kojima se zasniva komunikacija na *Ethernet*-u (Slika 2).

+ Frame 11: 77 bytes on wire (616 bits), 77 bytes captured on interface 0	
+ Ethernet II, Src: AsustekC_96:22:37 (00:0c:6e:96:22:37), Dst: 08:00:27:00:00:00	
+ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.10.2 (192.168.10.2), Dst: 192.168.10.1	
+ User Datagram Protocol, Src Port: kazaa (1214), Dst Port: 1214	
+ Data (35 bytes)	
0000	4d 49 52 55 55 55 00 0c 6e 96 22 37 08 00 45 00
0010	00 3f f3 37 00 00 80 11 b1 29 c0 a8 0a 02 c0 a8
0020	0a fa 04 be 17 76 00 2b 19 b3 c0 a8 0a 02 48 44
0030	4c 4d 49 52 41 43 4c 45 aa aa 13 01 fa ff fe 20
0040	40 01 01 03 00 00 00 ff 09 32 b9 4a 42

Slika 2. Prikaz saobraćaja na mreži

U sklopu prvog dela ove aplikacije realizovane su funkcije za očitavanje i setovanje parametara sa panela u okviru dve celine:

- Podno grejanje:
 1. *Power on/off*
 2. Očitavanje statusa podnog grejanja
 3. Očitavanje i setovanje trenutne temperature
 4. Setovanje režima podnog grejanja
 5. Setovanje željene temperature za sve režime
- Klimatizacija:
 1. *Power on/off*
 2. Očitavanje statusa klime
 3. Očitavanje i setovanje brzine ventilatora
 4. Očitavanje i setovanje režima rada klime
 5. Očitavanje i setovanje temperature za svaki od režima rada

Drugi deo aplikacije se odnosi na realizaciju funkcija za upravljanje SB - Z Audio muzičkim plejerom:

1. Očitavanje i setovanje trenutnog izvora sa kojeg se pušta muzika
Očitavanje naziva trenutne pesme, imena liste u kojoj se pesma nalazi, redni broj liste i redni broj pesme u listi. Pomoću *Universal switch*-eva kreirane su funkcije za *play/pause*, *next/previous*, *volume up/volume down*, *next list/previous list*, *next channel/previous channel*

6. REZULTATI I DISKUSIJA

Klasu *HDLCommunication.java* koristimo za realizaciju funkcija. Na samom početku moramo definisati neke globalne promenljive koje su nam potrebne tokom implementacije, kao što su na primer IP adresa komunikacionog modula koju je dostavio proizvođač, IP adresa računara (ili uređaja koji povezujemo sa komunikacionim modulom), destinacioni port na koji se šalje paket, port na kojem se primaju poruke i druge.

Kao primer implementacije biće objašnjena funkcija za očitavanje trenutne temperature sa panela. Da bi se komunikacija uspostavila najbitnije je kreiranje paketa za slanje na osnovu kojeg dobijamo željeni odgovor.

U sklopu kreiranja funkcije, veoma je bitno naći tačan operacioni kod, koji nam je bitan da bismo dobili željenu informaciju. Pored načina kreiranja paketa, proizvođač je dostavio i operacione kodove. Konkretno za naš primer, očitavanje trenutne temperature, možemo koristiti kod za očitavanje statusa podnog grejanja koji u svojim povratnim informacijama sadrži i vrednost trenutne temperature. Slika 3 prikazuje opis operacionog koda.

Command Code: 0x1945
Communication Mode: Point to Point
Scope of SubNet ID: 0-254
Additional Contents
Size of Additional Contents: 0

Slika 3. Primer operacionog koda za čitanje statusa podnog grejanja

Kao što se može videti na slici 3., *Size of Additional Contents*: 0, znači da osim samog operacionog koda, nije potrebno u paketu definisati dodatne parametre koji će u nekim slučajevima biti neophodni. Ono što nam je takođe od velikog značaja su formati odgovora koje primamo na zadatu komandu, kao i sam operacioni kod odgovora. Slika 4. prikazuje opis odgovora na komadu za čitanje statusa podnog grejanja.

Command Code: 0x1945		
Communication Mode: Point to Point		
Scope of SubNet ID: 0-254		Scope of Device ID: 0-254
Additional Contents		
Size of Additional Contents: 9		
Index	Remark	Value Scope
1	Temperature Type	0 = C, 1 = F
2	Current Temperature	Encode Bit Value Bit 7: 0 = Positive, 1 = Negative Bits 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0: Temperature Value
3	Status	0 = OFF, 1 = ON
4	Mode	1 = Normal, 2 = Day, 3 = Night, 4 = Away, 5 = Timer
5	Normal Temperature	5-95
6	Day Temperature	5-95
7	Night Temperature	5-95
8	Away Temperature	5-95
9	Timer	0 = Day, 1 = Night

Slika 4. Prikaz operacionog koda i odgovora za status podnog grejanja

Prema slici 4, u okviru dobijenog odgovora postoji dodatan sadržaj, u kojem se nalaze tražene informacije za zadatim operacionim kodom. U ovom slučaju nama je potrebna trenutna temperatura čiju vrednost možemo preuzeti tako što znamo njenu tačnu poziciju u paketu odgovora.

Ono što je potrebno kreirati u funkciji je paket za slanje podataka u vidu niza bajtova kao i niz bajtova za računanje greške. Nakon toga šaljemo paket na odgovarajuću adresu i port. Posle toga kreiramo niz bajtova za prijem poruke, i pošto znamo na kojoj se poziciji nalazi vrednost trenutne temperature u paketu odgovora, preuzimamo je i u ovom slučaju ispisujemo na konzolu.

U opisanom primeru smo videli na koji način se dolazi do željenih parametara sa panela.

Pronalaskom odgovarajućeg koda se na isti način postavljaju i željene vrednosti, samo što se u tom slučaju u okviru paketa za slanje šalju i neke dodatne informacije kao na primer koja je vrednost željene temperature koju želimo da postavimo ili podešavanje kompletnog statusa podnog grejanja.

U drugom delu zadatka, kreirane su osnovne funkcije za upravljanje SB - Z Audio muzičkim plejerom. Osnovni problem koji se ovde pojavio je taj što proizvođač nije dostavio kompletnu specifikaciju i nisu mogle biti realizovane neke funkcije za očitavanje imena pesme i albuma u kojem se pesma nalazi, ali je bilo moguće isčitati podatke u slučaju kada sam uređaj prosledi paket preko mreže.

7. ZAKLJUČAK

Na samom početku rada smo se upoznali sa pojmom pametne kuće sa jasnim ciljem uštede energije i stvaranju komfora osobama koje taj prostor koriste, kao i stvaranju bezbedne i zdrave okoline za život. U nastavku opisana je osnovna struktura S-Bus komunikacije. Detaljno je sagledana komunikacija sa uređajima proizvođača HDL, i na osnovu te komunikacije implementirane su test funkcije za očitavanje i postavljanje željenih parametara podnog grejanja, klimatizacije kao i upravljanjem multimedijom. Funkcije su u potpunosti testirane u realnom sistemu tako da pružaju mogućnost integrisanja u bilo koji softver namenjen kućnoj automatizaciji i na taj način ceo sistem postane nezavistan od strane softvera koji nudi proizvođač i što je najbitnije kompatibilan sa različitim platformama.

Bez obzira što se ovaj rad zasniva na testiranju par uređaja, objašnjene su jasne potrebe i pojmovi koji su neophodni da se princip primeni na bilo koji uređaj koji koristi S-Bus komunikaciju, što nam daje prostora za projektovanje novih i usavršavanje postojećih *software*-a za kućnu automatiku.

8. LITERATURA

- [1] Controlpoint – Automatika objekata preuzeto sa adrese: <http://www.controlpoint.co.rs/> u oktobru 2014. godine
- [2] Zlatica Gerov – Upravljanje u inteligentnim zgradama <http://zlaticagerov.files.wordpress.com/2013/08/upravljanje-u-inteligentnim-zgradama.docx>
- [3] Smart-Bus, „Smart-Bus Protocol“, verzija 1.4
- [4] Branko Milosavljević, Milan Vidaković, Java i internet programiranje, 2002. godine
- [5] BruceEckel, Thinking in Java, Prentice-Hall PTR, New Jersey, 1998, ISBN 0-13-659723-8

Kratka biografija:



Ljubomir Malić, rođen je 15.01.1989. godine u Vinkovcima. Nakon završetka osnovne škole „Mihajlo Pupin“ u Veterniku upisao je srednju Elektrotehničku školu „Mihajlo Pupin“ u Novom Sadu, smer elektrotehničar računara. Fakultet tehničkih nauka upisao je 2007. godine, smer Računarstvo i automatika, a za finalno usmerenje izabrao Automatiku i upravljanje sistemima. Diplomirao je u oktobru 2013. godine i nakon toga je upisao master studije na Fakultetu Tehničkih nauka u Novom Sadu.

**HIJERARHIJSKA FUZZY-GENETSKA ARHITEKTURA ZA UPRAVLJANJE U
INTELLIGENTNIM ZGRADAMA****HIERARCHICAL FUZZY-GENETIC ARCHITECTURE FOR CONTROL IN
INTELLIGENT BUILDINGS**Ljiljana Simić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu se govori o sistemima pametnih zgrada, genetskim algoritmima, fuzzy logici i novim metodama obučavanja agenata za što bolje performanse. Takođe je odrađena softverska realizacija jednog agenta za upravljanje ventilatorom u fan coil jedinici.

Abstract – In this thesis intelligent buildings systems, genetic algorithms and fuzzy logic are described. In order to get the best performance new methods of learning are presented. One agent was programmed for control of blower in fan coil unit.

Cljučne reči: Fuzzy logika, Genetski algoritmi, Ugrađeni agenti, Pametne zgrade

1. UVOD

Inteligentna zgrada je ona zgrada koja pruža produktivnu i efikasnu okolinu kroz optimizaciju četiri glavna elementa: sistema, servisa, struktura, upravljanja interakcijama i veza između njih. U ovom radu opisan je novi domen aplikacija inteligentnih autonomnih sistema – inteligentnih zgrada (eng. *Intelligent Building* - IB). Predstavlja se novi pristup u implementaciji IB agenata baziranih na hijerarhijskoj fuzzy-genetskoj arhitekturi. Fuzzy pravila koja se odnose na komfor i udobnost stanovnika sobe, uče se i adaptiraju korišćenjem fuzzy-genetskih tehnika. Naučena baza pravila se unapređuje i adaptira pomoću iterativne genetske optimizacije. Učenje počinje od najboljeg sačuvanog skupa pravila u memoriji agenta (tzv. banka iskustva), time se dobija smanjeno vrijeme učenja i kreiranje agenta sa memorijom. U ovom radu diskutovao se uloga učenja u kontrolnim sistemima zgrada i važnost prikupljanja podataka preko senzora u odnosu na pre-programirane modele za određivanje potreba korisnika.

2. FUZZY LOGIKA

Fuzzy logika pruža način za predstavljanje nepreciznog i nesigurnog znanja. U određenom stepenu, slično načinu na koji ljudi donose svoje odluke, fuzzy sistemi koriste model rezonovanja, koji omogućava da se radi sa nekompletnim informacijama. Fuzzy kontroleri ispoljavaju robusnost prilikom šuma i varijacija u ulaznim parametrima sistema.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Velimir Čongradac, docent.

Fuzzy sistemi imaju poznat problem koji se odnosi na određivanje njihovih parametara. U većini fuzzy sistema, fuzzy pravila su određena i dorađena kroz metod pokušaja i promašaja od strane programera, kroz veliki broj iteracija. Kako se broj varijabli povećava (što je slučaj kod inteligentnih zgrada), povećava se i broj pravila, a samim tim i težina izvođenja. Za većinu problema upravljanja i obrade signala, informacije kao što su dizajn, evaluacija, realizacija, itd. mogu da se podijele na dvije grupe: numeričke informacije dobijene od strane senzora i lingvističke informacije prikupljene od eksperata.

2.1. Fuzzy upravljanje

Fuzzy logički kontroler je sistem baziran na znanju opisan skupom pravila, koja modeluju vezu između upravljačkog ulaza i izlaza. Fuzzy baza znanja sadrži definicije fuzzy skupova sačuvanih u memoriji fuzzy baze podataka i kolekciju fuzzy pravila koja predstavljaju fuzzy bazu podataka. [1]

Fuzzy pravila su definisana njihovim prethodnicima i nasljednicima, koji se odnose na posmatrano stanje ulaza i željenu upravljačku akciju. Većina sistema koristi metod zaključivanja poznat pod nazivom Mamdani metod.

Mamdani tip fuzzy pravila R_n ima oblik:

$$R_n: \quad \text{if } X_1 \text{ is } A_{1n} \text{ and } \dots X_m \text{ is } A_{mn} \\ \text{then } Y \text{ is } B_n$$

Posljedica B_n aktivnih pravila R_n su akumulirana u jedan fuzzy skup za izlaznu varijablu Y . Crisp akcija upravljanja dobija se kroz proces defazifikacije, koji računa izlazni fuzzy skup.

3. GENETSKI ALGORITMI

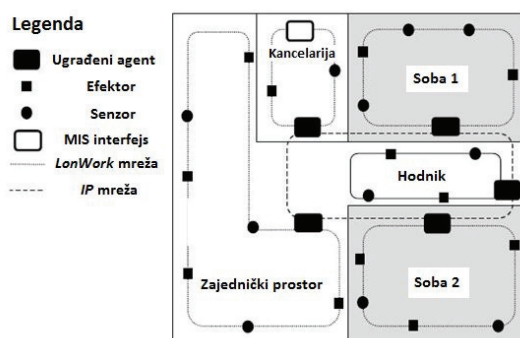
Genetski algoritmi - GA spadaju u grupu stohastičkih optimizacionih metoda koje ne koriste derivacije – izvode funkcija. Bazirani su na konceptu prirodne selekcije i evolucije. GA predstavljaju proceduru paralelnog pretraživanja pogodnu za primjenu u sistemima paralelnog procesiranja (obrade) podataka – značajno ubrzavanje rada. Podjednako su primjenjivi u rešavanju i kontinualnih i diskretnih problema. Predstavljaju stohastičke metode, manje podložne zapadanju u lokalni minimum, takođe posjeduju i veliki stepen prilagodljivosti čime se olakšava njihova primjena u okviru problema strukturne i parametarske identifikacije složenih modela kao što su neuronske mreže ili fuzzy sistemi zaključivanja [2].

GA svaku tačku parametarskog prostora ili prostora rešenja predstavljaju preko binarnog niza koji se naziva hromozom. Svakom hromozomu je pridružen određeni stepen prilagođenosti, tako da se određivanje vrijednosti kriterijumske funkcije svodi na procjenu njene vrijednosti

u jednoj tački. Umjesto jedne izolovane tačke GA često koriste skup (niz, set) tačaka koje se nazivaju populacija, i koji evoluiraju u pravcu što boljeg zadovoljavanja kriterijumske funkcije. U svakoj generaciji GA primjenom genetskih operacija stvara novu populaciju. Članovi koji u većoj mjeri zadovoljavaju kriterijumsku funkciju imaju veću šansu da prežive i učestvuju u budućim ukrštanjima. Osnovni elementi GA su: kodiranje, prilagođenost (procjena pogodnosti), selekcija (odabir roditelja), ukrštanje, mutacija i elitizam.

4. DISTRIBUIRANA ARHITEKTURA

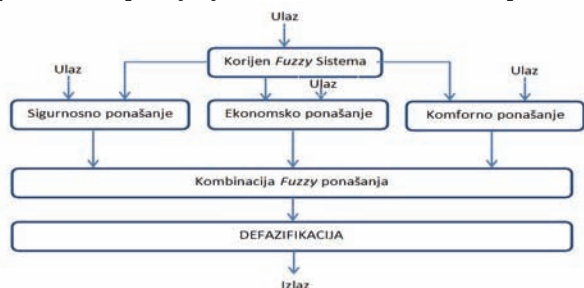
Distribuirana arhitektura se bazira na sobama [3]. Svaka soba bi trebalo da sadrži ugrađenog agenta koji je odgovoran za lokalnu kontrolu sobe. Soba se kontroliše pomoću senzora i efektora prikazanih na slici 1. Logika iza ovakvog načina kontrole je takva da preslikava arhitektovu viziju funkcionalnosti zgrade i tim pruža prirodnu raspodjelu tipova agenata i njihovih funkcija. Bilo bi poželjno da su svi ugrađeni agenti povezani mrežom visokog nivoa (npr. IP – *Ethernet*) koja bi omogućila saradnju i dijeljenje informacija na potrebnim mjestima. Unutar sobe, uređaji kao što su senzori i efektori bi trebalo da su povezani pomoću standardne mreže koja se prostire kroz čitavu zgradu (npr. *Lontalk*).



Slika 1. Distribuirana arhitektura jednog sprata

5. UGRAĐENI AGENTI

Kontrolisanje velikog integrisanog sistema zgrade zahtijeva komplikovanu kontrolnu funkciju koja se dobija od velikog ulaznog i izlaznog prostora. Pojednostavljanje sistema se može uraditi rastavljanjem prostora upravljanja na više različitih ponašanja.



Slika 2. Hijerarhijski fuzzy kontrolisan sistem

5.1. Hijerarhijska arhitektura fuzzy upravljanja

Pristup baziran na ponašanju sastoji se od više jednostavnijih jedinica koje međusobno sarađuju. Ovakav pristup donosi veoma obećavajuće rezultate kada se

primjenjuje u upravljanju u robotici, a samim tim i inteligentnim zgradama. Problem koordinisanja simultane aktivnosti nekoliko nezavisnih jedinica koje su bazirane na proizvodnji ponašanja da bi se dobilo koherentno ponašanje rešavan je od strane različitih autora i istraživača. Jedno od rešenja je rešenje bazirano na korišćenju fuzzy logike za implementaciju i individualnih elemenata za ponašanje i za neophodnu arbitražu (dozvoljavajući implementaciju i fiksiranih i dinamičkih arbitražnih pravila). U ovom radu implementirano je ponašanje jednog procesa. Zatim se u hijerarhijskoj arhitekturi formiraju fuzzy agenti koji koordinišu sve procese kako bi se definisalo ponašanje i omogućilo učenje. U rezultujućoj arhitekturi hijerarhijski fuzzy kontroler - agent (eng. *Hierarchical Fuzzy Logic Controller* - HFLC) bi trebalo ima strukturu prikazanu na slici 2.

6. PREGLED ARHITEKTURE ZASNOVANE NA GENETSKOM UČENJU

Evolucionni pristup računanja baziran na razvoju nove hijerarhijske GA tehnike koristi se da bi se obučila i prilagodila komforna baza pravila na osnovu ponašanja korisnika. Mehanizam radi direktno sa skupom pravila fuzzy kontrolera.

6.1. The associative experience engine (AEE)

Associative experience engine - AEE formira aparat učenja unutar arhitekture upravljanja i predstavlja Britanski patent 99-10539.7. Ponašanja su predstavljena preko paralelnih fuzzy logičkih kontrolera (eng. *Fuzzy Logic Controller* - FLC). Svaki FLC ima dva parametra koji mogu biti modifikovani. To su baza pravila (eng. *Rule Base* - RB) za svako ponašanje i funkcije pripadnosti (eng. *Membership Function* - MF). Ponašanja primaju ulaze od senzora. Izlaz svakog FLC-a se zatim šalje na aktuator preko koordinatora koji određuje težinu njihovog značaja.

Kada odgovor sistema ne pruži željeni odziv ciklus učenja bi trebalo da počne. Sa korisnikove tačke gledišta sistem funkcioniše na sljedeći način. Od korisnika se zahtijeva da izabere podešavanja koja mu najviše odgovaraju za sva data podešavanja koja se mogu programirati. Sistem zatim pokušava da adaptira ta pravila i postigne zadato podešavanje.

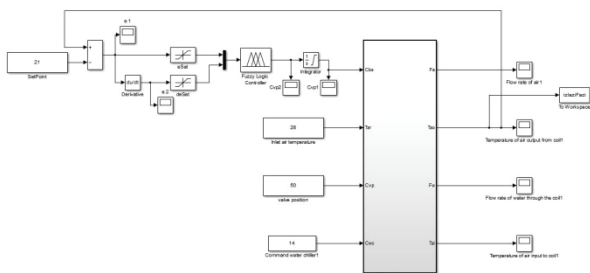
Korisnik se pita da li je zadovoljan ili nije sa dobijenim rezultatom. Ako je korisnik nezadovoljan, pravila se ponovo podešavaju, ili se ostavlja dobijeni skup pravila u slučaju da je korisnik zadovoljan.

Eksperimenti koji su sprovedeni do sada pokazuju da se do zadovoljavajućeg rešenja dolazi kroz mali broj iteracija (tipično 22), što uzima tri minute agentovog vremena [3].

7. SOFTVERSKO REŠENJE

7.1. Model sistema

Alat *Simulink* programskog paketa MATLAB korišćen je za kreiranje modela sistema i projektovanje jednog agenta za upravljanje ventilatorom u *fan-coil* jedinici. Pošto podaci sa realnog sistema nisu bili dostupni, softversko rešenje se zasniva na simulaciji.



Slika 3. Model sistema korišćenog za simulaciju

Na slici 3 prikazan je model sistema pomoću kog se regulacija ambijentalne temperature vrši primjenom fuzzy regulatora. Matematički model je pojednostavljen u odnosu na model dat u literaturi. [4]

7.2. Projektovanje fuzzy regulatora

U ovom radu prikazane su dvije vrste fuzzy regulatora za upravljanje brzinom ventilatora, odnosno za regulaciju željene temperature, u odnosu na trenutnu ambijentalnu temperaturu u prostoriji. Najveća prednost fuzzy regulatora je upravljanje lingvističkim promjenljivima, tako da se na osnovu iskustva i razgovora sa stručnim licima mogu na dovoljno dobar način odrediti parametri fuzzy regulatora, a da sistem bude stabilan, sa što kraćim vremenom smirenja i manjim preskokom.

Ulazni signal u oba regulatora je signal greške (razlika između trenutne vrijednosti temperature u prostoriji i željene vrijednosti temperature) i promjena - izvod greške, a izlazna veličina je upravljački signal – brzina ventilatora. Regulacija temperature u prostoriji se vrši upravljanjem ventilatorom kome se podešava brzina u zavisnosti od željenog izlaza (temperature). Za regulatore je korišćen Mamdani tip regulatora.

7.2.1. Primjer 1: Neoptimizovan fuzzy regulator

U ovom primjeru biće razmotreno jedno rešenje projektovanja fuzzy regulatora. Ulazi i izlaz ovog fuzzy regulatora modelovani su sa pet funkcija pripadnosti, koje se međusobno preklapaju po 50%. U bazi pravila figurišu sve funkcije pripadnosti, tako da je ukupan broj pravila 25.

7.2.2. Primjer 2: Genetski optimizovan fuzzy regulator

U ovom primjeru dat je fuzzy regulator koji je optimizovan pomoću GA. Regulator se takođe sastoji od dva ulaza i jednog izlaza. Ulazi predstavljaju grešku, izvod greške, dok izlaz predstavlja upravljanje, kao i kod regulatora u primjeru 1. Funkcionalnost regulatora implementirana je definisanjem njegovih pravila. U bazi pravila figurišu sve funkcije pripadnosti, tako da je ukupan broj pravila 25.

8. REZULTATI I DISKUSIJA

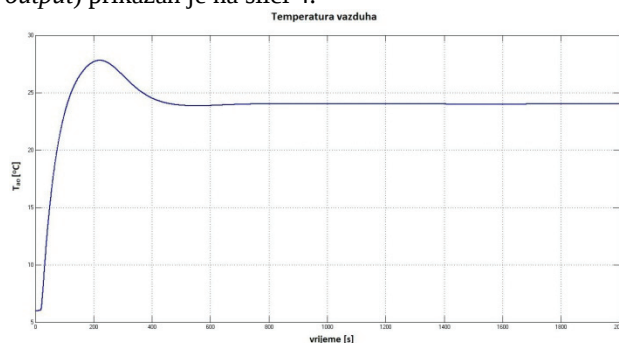
Simulacija je rađena na taj način da su svi ulazni parametri u model *Simulink* predefinisani i uneseni u sam model. Simulirano je ponašanje sistema sa različitim parametrima. Parametri komanda otvorenosti ventila, trenutna temperatura vazduha i temperatura vode u čileru su konstantni i iznose:

- Komanda otvorenosti ventila = 50
- Trenutna temperatura vazduha (prije izmjenjivača) = 28
- Temperatura vode u čileru = 14

Parametar željena temperatura vazduha se mijenja, odnosno zadaje se u opsegu između 17 i 28 °C.

8.1. Rezultati 1 (neoptimizovan fuzzy regulator)

U ovom primjeru željena temperatura vazduha u prostoriji je 24°C. Izgled izlaznog signala T_{ao} (eng. Temperature air output) prikazan je na slici 4.



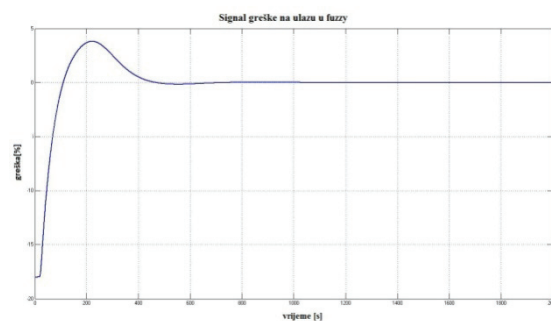
Slika 4. Izlazni signal T_{ao}

Karakteristike izlaznog signala date su u tabeli 1.

Tabela 1. Karakteristike izlaznog signala T_{ao}

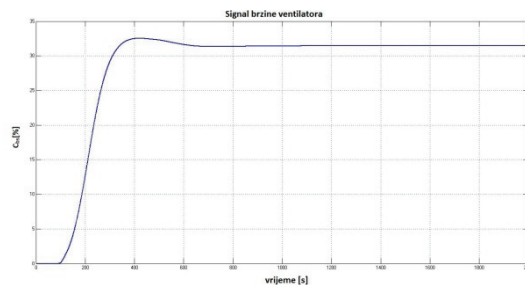
Karakteristike	Vrijednost
Vrijeme smirenja [s]	650
Greška u ustaljenom stanju	0
Vrijeme uspona [s]	100
Vrijeme preskoka [s]	240

Izgled signala greške $e(t)$ dat je na slici 5. Sa slike se vidi da greška postaje nula nakon određenog vremena, što je i bio cilj.



Slika 5. Signal greške na ulazu u fuzzy regulator

Promjena upravljačkog signala C_{bs} (eng. Command Blower Speed) prikazana je na slici 6.

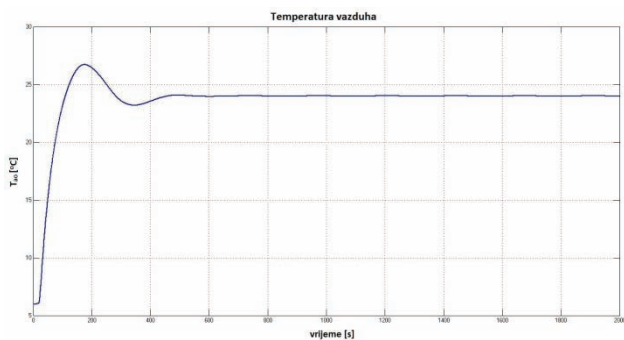


Slika 6. Upravljački signal C_{bs}

Ventilator radi u opsegu od 0-100%. Sa slike 6 se vidi da, kako bi se dostigla željena ambijentalna temperatura od 24°C, ventilator mora raditi na 31% da bi ohladio vazduh od 28°C koji dolazi iz klima komore.

8.2. Rezultati 2 (genetski optimizovan fuzzy regulator)

U ovom primjeru željena temperatura vazduha u prostoriji je 24°C. Izgled izlaznog signala dat je na slici 7.



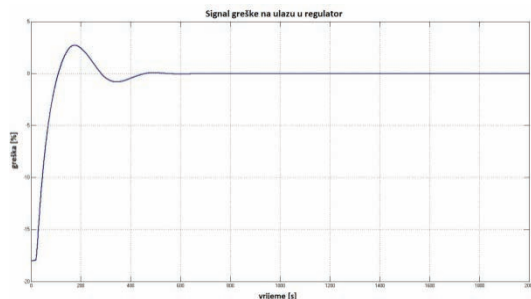
Slika 7. Izlazni signal T_{ao}

Karakteristike izlaznog signala date su u tabeli 2.

Tabela 2. Karakteristike izlaznog signala T_{ao}

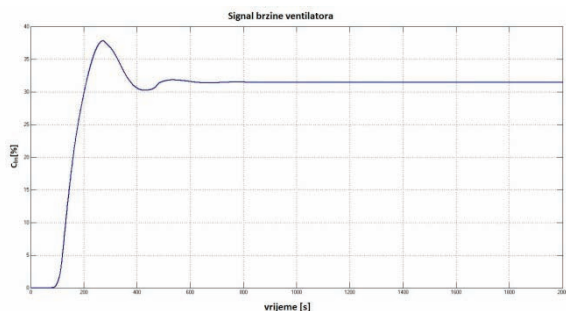
Karakteristike	Vrijednost
Vrijeme smirenja [s]	540
Greška u ustaljenom stanju	0
Vrijeme uspona [s]	150
Vrijeme preskoka [s]	180

Izgled signala greške $e(t)$ dat je na slici 8. Kao i u prethodnim primjerima, i ovaj regulator eliminiše grešku nakon određenog vremena.



Slika 8. Signal greške na ulazu u fuzzy regulator

Promjena upravljačkog signala C_{bs} prikazana je na slici 9.



Slika 9. Upravljački signal C_{bs}

Sistem je simuliran za različite zadate temperature, i za svaku zadatu temperaturu genetski optimizovan fuzzy regulator dao je bolje rezultate.

Genetski optimizovan fuzzy regulator brže smanjuje grešku i dovodi je na nulu. Takođe genetski optimizovan fuzzy regulator ima manje vrijeme smirenja i preskok za

sve simulirane željene temperature. Poredeći sve karakteristike neoptimizovanog fuzzy regulatora i genetski optimizovanog dobija se da je genetski optimizovan fuzzy regulator bolji u svakom pogledu, ima veću uštedu energije i bolje rezultate.

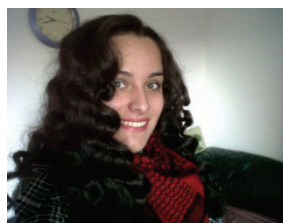
10. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog rada bilo je istraživanje distribuirane arhitekture zgrade, kao i hijerarhijska arhitektura projektovanih agenata za upravljanje željenim parametrima u sobi. U softverskom rešenju realizovan je jedan agent. Korišćenjem više agenata dobija se hijerarhijska distribuirana arhitektura, ali takva realizacija zahtijeva realan sistem. Pošto realan sistem nije bio dostupan, rezultati i zaključci doneseni su na osnovu simulacije odradene u programskom paketu MATLAB. Realizovani agent ima zadatak da postiže željenu temperaturu u prostoru kako bi se postigli optimalni uslovi komfora uz minimalnu potrošnju energije. Projektovana su dva fuzzy regulatora kako bi se odredio onaj koji ima najbolje performanse, a samim tim i najmanju potrošnju energije. Rezultati ovako projektovanih regulatora su upoređeni i prikazani. Na osnovu simulacije izvršene u ovom radu došlo se do zaključka da postoji ušteda energije kod oba fuzzy regulatora, ali je genetski optimizovan fuzzy regulator dao bolje rezultate, a samim tim i veću uštedu energije.

11. LITERATURA

- [1] Osnove fuzzy logike, preuzeto sa: <http://www.automatika.rs/baza-znanja/teorija-upravljanja/osnove-fuzzy-logike.html>
- [2] Genetski Algoritmi, preuzeo sa: <http://ccd.uns.ac.rs/aus/ius/doc/Fuzzy/GA%201%20Uvod.pdf>
- [3] Hani Hagras, Victor Callaghan, Martin Colley, Graham Clarke, A hierarchical fuzzy-genetic multi-agent architecture for intelligent buildings online learning, adaptation and control
- [4] M. Anderson, M. Buehner, P. Yang, An experimental system for advanced heating, ventilating and air conditioning (HVAC) control, Colorado State University, 2006.

Kratka biografija:



Ljiljana Simić rođena je 24.01.1991. godine u Doboju. Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, odsjek Elektrotehnika i računarstvo upisuje 2009. godine. Diplomirala je u avgustu 2013. godine i nakon toga upisuje master akademske studije, takođe na Fakultetu Tehničkih Nauka.

Control of unmanned aerial vehicle based on XMOS platform

Dejan Bokan, Nenad Četić, Jelena Kovačević, *Member, IEEE*, Velibor Ilić

Abstract — This paper describes one solution for quadrotor aircraft control based on XMOS platform. It describes implementation of systems for orientation and position estimation in 3-D space, and algorithm for reaching and maintaining requested position and orientation based on PID regulation. It also contains description of quadrotor physical model built for the purpose of system verification.

Keywords — Unmanned aerial vehicle, XMOS, xCORE, PID regulation, quadrotor

I. INTRODUCTION

UNMANNED aerial vehicle (UAV), also known as a drone, is an aircraft without a human pilot on board. Its flight is controlled either autonomously by computer or under the remote control of a pilot on the ground [1].

In this paper, we studied the behavior of the quadrotor. This physical configuration has been chosen for this research for its low dimension, good maneuverability, simple mechanics and payload capability. The quadrotor is an aircraft with four propellers placed around a body frame. The power source and control hardware are placed on a main frame. The vehicle is controlled by four rotors. Independence of rotors rotational speeds makes it possible to control the attitude of the vehicle. Movement is produced by the total thrust of the rotors. Direction of movement varies according to quadrotor orientation [2].

The quadrotor control in this paper was implemented using xCORE architecture developed by XMOS. xCORE is a class of microcontroller that has multiple processor cores, flexible I/O, and a unique timing deterministic architecture. Using xCORE, you can easily design embedded electronic systems which exactly meet the exact timing. Unlike conventional microcontrollers, the xCORE multicore microcontroller is able to run multiple real-time tasks simultaneously. It is made up from Tiles that contain multiple 32bit logical processor cores which execute the program using RISC instructions. Each logical processor core can execute tasks running computational code, DSP code, control software (including taking logic decisions and executing a state machine) or software that

handles I/O operations. xCORE microcontrollers support high-level programming [3].

II. QUADROTOR FLIGHT DYNAMICS

In this section, the basics of the quadrotor flight dynamics will be described. It is assumed that the configuration of the aircraft is as follows: There is one rotor at the front and one at the rear, while the other two are on the sides. The front and rear rotors turn clockwise whilst the left and right rotors turn the opposite way in order to cancel the torques. Entire quadrotor movement can be presented through four basic movements: pitch, roll, yaw and altitude change, as seen in Fig.1. To pitch up, thrust in the front rotor is increased while thrust in the rear one is decreased in the same quantity. This produces a pitch movement while global thrust and torque are kept unchanged. Pitching down is analogous. Roll control is performed in a similar manner, by increasing thrust in one of the side rotors and decreasing in the other. Yaw movement is produced by increasing thrust in rotors that rotate same way and decreasing the opposite pair. For instance, to yaw to the right, thrust and therefore torque are reduced in the rotors rotating clockwise and increased in those rotating counter clockwise. This is also needed to keep the global thrust unchanged. The direction of reaction torque and the direction in which the rotors turn are opposite.

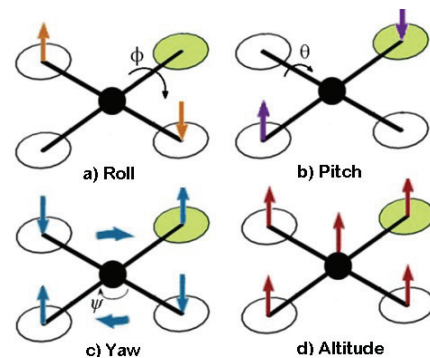


Fig. 1. Quadrotor basic movements

From a steady hovering state, to ascend or descend, thrust in the all four rotors is changed for the same amount. To produce a forward or backward movement a certain pitch angle has to be maintained. Lateral translation is analogous [4].

III. SOLUTION CONCEPT

In order to implement quadrotor control algorithm, system which consists of the following units, is developed:

- Main control unit
- System for estimation of quadrotor attitude
- System for estimation of quadrotor position
- System that represents user interface

Dejan Bokan, Faculty of Technical Sciences Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Serbia (e-mail: dejan.bokan@rt-rk.com).

Nenad Četić, Faculty of Technical Sciences Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Serbia (e-mail: nenad.cetic@rt-rk.com).

Jelena Kovačević, Faculty of Technical Sciences Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Serbia (e-mail: jelena.kovacevic@rt-rk.com).

Velibor Ilić, RT-RK Institute for Computer Based Systems LLC, Novi Sad, Serbia (e-mail: velibor.ilic@rt-rk.com)

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Dejana Bokana. Mentor je bio prof. dr Miroslav Popović.

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

A. Main control unit

This unit contains control algorithm implementation separated in four blocks presented in Fig.2.

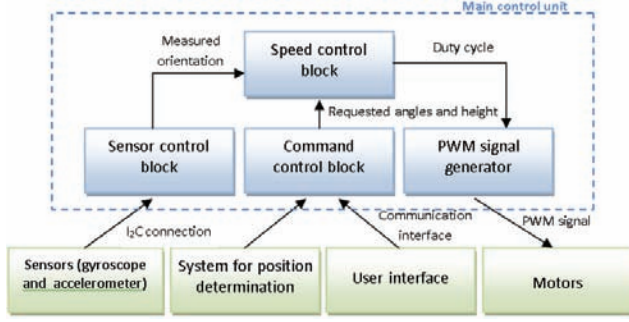


Fig. 2. Main control unit diagram

Sensor control block is connected to sensors mounted on quadrotor body via I2C interface. Set of sensors consists of 3 – axis gyroscope that measures the rotation around the axes, and 3 – axis accelerometer that measures proper acceleration by axes. Main tasks of this block are configuration and initialization of sensors, sensor calibration and receiving and processing data. Received data contains information about current orientation in sensor frame, so it is necessary to perform certain mathematical transformations to calculate the orientation in body frame of quadrotor. Calculated data is presented in the form of Euclid angles (yaw, pitch and roll) and forwarded to speed control block.

Command control block is in charge for receiving commands related to the position of the quadrotor, parsing commands, processing and transfer to the speed control block. Types of command messages that can be received are: information about the current position of the aircraft in the XY plane, information on a requested position in the XY plane, and information about the required change of aircraft height. Each message begins with an 8-bit flag that indicates the type of message. Message that contains current position contains the coordinates of two points on a quadrotor body. Two points are needed so that measured and requested position coordinates can be presented in the coordinate system that corresponds to quadrotor body frame. Desired values of required roll and pitch angles are being calculated based on the position error, using proportional regulator with limited range of output values, in order to prevent excessive slope and loss of flight stability. These values are being forwarded to speed control block. Message with requested height change is forwarded directly to the speed control block.

Speed control block calculates the appropriate value of duty cycle for each of four motors, based on information received from sensor control block and command control block. Computation is performed by applying speed control algorithm. Orientation error that represents difference between current and requested orientation, together with requested height velocity makes a set of input parameters for speed control algorithm. Algorithm outputs are new values of duty cycles for every motor and are being forwarded to block for generating PWM signals.

PWM signal generator has the task of continuously generating an output signal using pulse width modulation technique. Frequency and resolution of signals are defined during initialization of the block, as the initial cycle.

During execution, speed control block can change the value of duty cycle of each motor.

B. Speed control algorithm

Quadrotor dynamics is described by the following system of equations:

$$\begin{cases} \ddot{z} = -g + (\cos \theta \cos \phi) \frac{U_1}{m} \\ \ddot{\phi} = \frac{U_2}{I_{xx}} \\ \ddot{\theta} = \frac{U_3}{I_{yy}} \\ \ddot{\psi} = \frac{U_4}{I_{zz}} \end{cases} \quad (1)$$

where $\ddot{z}$ represents height velocity, and $\ddot{\phi}$, $\ddot{\theta}$ and $\ddot{\psi}$ angular velocity for angles of pitch, roll and yaw. Gravitational acceleration is marked with g , aircraft mass with m , and I_{xx} , I_{yy} and I_{zz} are moments of inertia around axis. System input variables (U_1 , U_2 , U_3 , U_4) are combinations of propellers squared speeds, and are defined by the following equation system:

$$\begin{cases} U_1 = b(\Omega_1^2 + \Omega_2^2 + \Omega_3^2 + \Omega_4^2) \\ U_2 = lb(-\Omega_2^2 + \Omega_4^2) \\ U_3 = lb(-\Omega_1^2 + \Omega_3^2) \\ U_4 = d(-\Omega_1^2 + \Omega_2^2 - \Omega_3^2 + \Omega_4^2) \\ \Omega = -\Omega_1 + \Omega_2 - \Omega_3 + \Omega_4 \end{cases} \quad (2)$$

where Ω is propellers angular speed, b thrust factor constant, d drag factor constant, and l is distance between center of quadrotor and center of propeller [5].

The control can be divided into three components:



Fig. 3. Speed control algorithm

Main control algorithm represents the core of the speed control algorithm. It processes the requested and the sensors data and provides a signal for each basic movement which balances the position error. Equation (1) is used in this block to transfer an acceleration command to a basic movement one. The control rules used to estimate the acceleration commands are PID techniques. Entire process consists of four regulators. The first one is used for roll angle data and is shown on Fig. 4. $\phi^d [rad]$ represents the desired roll angle, $\phi [rad]$ is the measured roll angle, $e_\phi [rad]$ is the roll error and $U_2 [Nm]$ is the required roll torque. $K_{p\phi} [s^{-2}]$, $K_{I\phi} [s^{-3}]$ and $K_{d\phi} [s^{-1}]$ are the three control parameters. At last $I_{xx} [Nm]$ is the body moment of inertia around the x-axis.

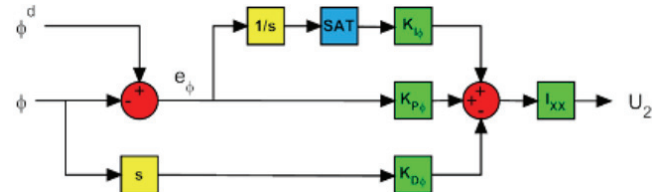


Fig. 4. Roll control PID regulator

Pitch control regulator has a same structure, but the input values are related to pitch angle instead of roll, and the output is $U_3 [Nm]$ control signal.

Yaw control regulator structure presents a few differences from the previous two. Input, $\psi^d [rad s^{-1}]$

represents the desired yaw angle velocity, instead of just desired angle. The new block, *folder*, represents a code which allows taking into account the discontinuity of the yaw angle at $\pm\pi$, e.g. if the input of the block is equal to $3\pi/2$, it outputs $-\pi/2$. The block *sign coherence* is a little bit more complex. It is needed to consider the sign of the two samples for the derivate computation. Once again, the purpose of this algorithm is used to avoid error during the transition π to $-\pi$ and vice versa.

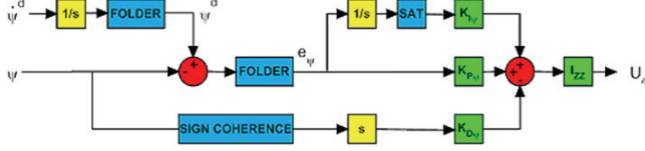


Fig. 5. Yaw control PID regulator

Height control regulator is presented in Fig.6. Input $\dot{z}^d$ [m] represents the desired height velocity, and output U_1 [N] is the required thrust. At last, g [m s⁻²] is the acceleration due to gravity, and m [kg] is the mass of the quadrotor. In order to achieve greater stability due to existence of differences in the motor characteristics, the force required to achieve hover state will not be calculated by the formula $m \cdot g$. The value will be determined experimentally for each motor.

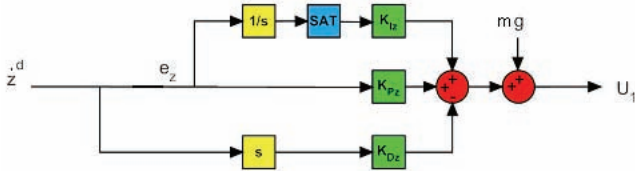


Fig. 6. Height control PID regulator

Inverted movement matrix is the second block in the control chain. It is used to compute the propellers squared speed from the four basic movement signals. It is calculated by inverting the movement matrix (2):

$$\begin{cases} \Omega_1^2 = \frac{1}{4b} U_1 - \frac{1}{2bl} U_3 - \frac{1}{4d} U_4 \\ \Omega_2^2 = \frac{1}{4b} U_1 - \frac{1}{2bl} U_2 + \frac{1}{4d} U_4 \\ \Omega_3^2 = \frac{1}{4b} U_1 + \frac{1}{2bl} U_3 - \frac{1}{4d} U_4 \\ \Omega_4^2 = \frac{1}{4b} U_1 + \frac{1}{2bl} U_2 + \frac{1}{4d} U_4 \end{cases} \quad (3)$$

Motor linearized dynamics is the third block in the control chain. This block is responsible for calculating the required voltage level on the engines to achieve requested propellers speed. The characteristic of DC motor is nonlinear differential equations. For the sake of simplification of the block, we found a linear dependence of these two quantities. Linearization is achieved by experimental measurements, and linear approximation of relation propellers speed to requested input voltage. This block determines adequate voltage values, and calculates PWM duty cycles for every engine based on it.

C. System for estimation of quadrotor attitude

Set of sensors sufficient for accurate estimation of quadrotor attitude consists of 3-axis gyroscope and 3-axis accelerometer. Gyroscope measures angular speed velocity around 3 axes (roll, pitch and yaw). In ideal conditions, by calculating integral of these values, based on the initial orientation, the exact orientation of the aircraft can be determined at any time. But in normal conditions, a

problem appears in form of noise at gyroscope output that is later manifested as a drift in integral calculation output. Therefore, we are required to perform error correction using output value of accelerometer.

Accelerometer is a device used for detecting the value of inertial forces acting on the body of aircraft along the x, y and z axis. The accelerometer output also contains noise, so these values alone cannot provide precise orientation estimation either. There are several different ways to combine these two devices.

In this paper we used chip MPU-6050 which contains 3-axis gyroscope, 3-axis accelerometer and Digital Motion Processor™ [6]. MPU-6050 is connected to microcontroller via I2C bus. DMP™ contains implemented algorithm for combining these two devices. Estimated orientation is obtained as an output from DMP™, in form of quaternion. Quaternion Q (w, x, y, z) in mathematics represents four dimensional variable. Orientation presentation in form of quaternion consists of three dimensional vector which is the axis of object rotation, and a scalar value that represents the value of angle for which the object is rotated.

D. System for estimation of quadrotor position

For the purpose of estimating the position of quadrotor a system is designed based on object detection in video. The system consists of two cameras that capture two perpendicular planes. The implemented algorithm for object detection is executed on a PC.

The camera that is positioned above the space predicted for quadrotor flight captures the XY-plane, and based on that footage the x and y coordinates of the aircraft are determined. The second camera captures the XZ-plane. Based on this image z-coordinate of the aircraft is detected. It is necessary to calculate true height value based on detected pixel value. For this we need to obtain distance between quadrotor and camera 2, based on video from camera 1. Once we have this information, the actual height is calculated as follows:

$$H = (H_{det} + H_{max}/2) * D/D_{max} - H_{max}/2 \quad (1)$$

where H is the actual height in pixels, H_{det} is measured height in pixels, H_{max} is maximal possible height value, D is distance of aircraft from the camera 2, and D_{max} is maximum distance.

The picture, on which the algorithm is applied, is in HSV format. Before applying algorithm, it is necessary to experimentally determine ranges of object color components. First step is smoothing the image by applying low pass filter (Gaussian). Then, binary image is formed where requested color pixels are marked with 1. The next step is detection of *white island* (group of pixels with value 1) and calculation of its surface. After that, it is checked if calculated surface is greater than given threshold to avoid detection of noise as an object. Next the coordinates of island center are determined, and they represent the object position. The algorithm is implemented using *OpenCV* library [7].

E. User interface

In this section a simple user interface is implemented. This system enables user to specify the position where

he/she wants quadrotor to be located. Just like the previous one, this unit runs on PC and it uses video from two cameras.

GUI consists of two windows as seen in Fig.7. In each of them a video from one of the cameras is shown. Current position of quadrotor is marked with red circle. The green circle represents requested XY position, while the green line represents requested height. User sets the new requested values by pressing left mouse button.

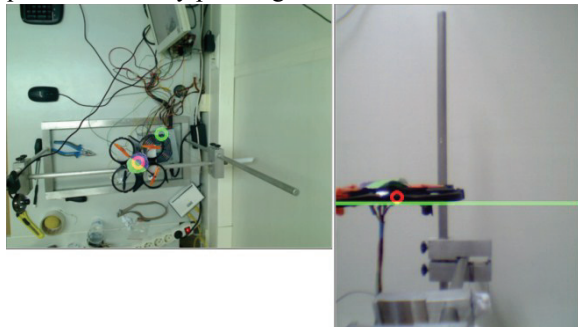


Fig. 7. Graphical user interface

IV. TESTING AND VERIFICATION

For the purpose of testing and verification, a physical model of the system was formed. Diagram of entire system is presented in Fig.8. As aircraft body, plastic frame and DC brushed motors took from *UDI RC U816A* aircraft are used. Control algorithm is being executed on *XMOS Slice Kit* development board, which contains *xCORE L-16* microcontroller [3]. *InvenSense MPU-6050* chip is used as orientation sensors. Motor control is done by two dual half bridges *ST L298N* [8]. Every half bridge controls two motors. The size of the aircraft is relatively small, so *Slice Kit* board was too heavy for quadrotor to carry. Because of that, quadrotor was controlled from the ground. Only sensor chip was placed on the aircraft body. Physical connection between ground chips and aircraft was established using long thin wires.

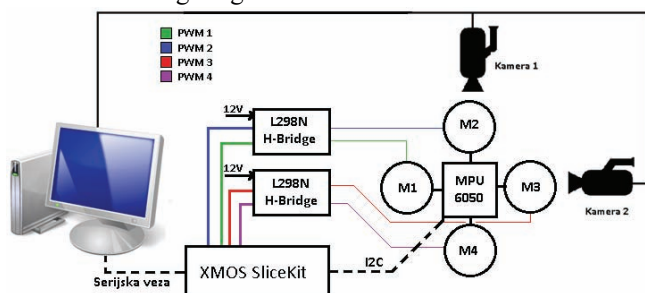


Fig. 8. Diagram of entire system

Testing of solution was carried out in several stages. First tests covered testing of every system unit individually. For the purpose of testing, additional applications were developed. Test results showed that units for position estimation, orientation estimation and PWM signal generator are working properly.

Next phase is testing of PID controller and angles error correction. To enable testing of error correction of each angle separately, quadrotor was fixed to a special stand so it can move around only one axis. First we tested roll angle then pitch angle correction. Results were recorded in real-time using *XMOS* tool called *xScope* which allows system monitoring and data access without affecting the execution

of application. The results of orientation maintaining are presented in Fig.9.

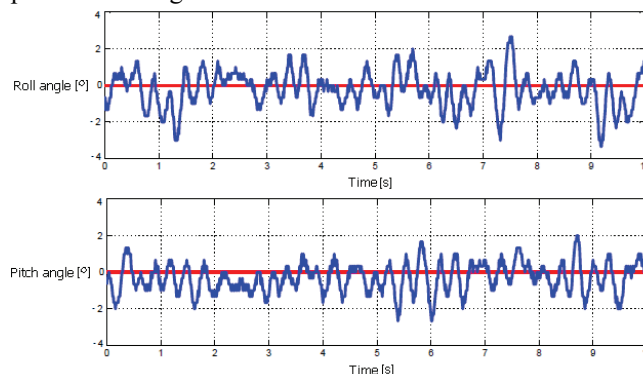


Fig. 9. Results of maintaining orientation around one axis

Requested value is presented with red line, and measured with blue. Small oscillations around stable point are the impact of the string which is used to fix quadrotor to a stand. The results of test showed the correctness of the PID controller, and successful maintaining of orientation.

Next test represents an attempt of stable autonomous indoor flight of a quadrotor. The aim of the test is to make aircraft take off, reach certain position requested. Successful flight was achieved, and so was the maintaining of height, however maintaining of the position failed. The main causes of the test failure are the physical limitations of constructed physical model. Used engines were too weak, to lift the aircraft, so voltage, higher than maximal allowed by specification, was used. It caused increased vibration of quadrotor body. By the influence of this vibration, an error appeared on the sensor output. This error could not be predicted nor eliminated.

V. CONCLUSION

Platform *xCORE* proved its ability to handle demanding real-time tasks, like UAV control. To proceed with further testing and development it is required to build better physical model of quadrotor.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was partially supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia under Grant TR-32031.

REFERENCES

- [1] K. Valavanis, *Advances in unmanned aerial vehicles state of the art and the road to autonomy*, Springer, Dordrecht, 2007.
- [2] Atheer L. Salih, M. Moghavvemi, Haider A. F. Mohamed and Khalaf Sallom Gaed, *Flight PID controller design for a UAV quadrotor*, Scientific Research and Essays Vol. 5(23), pp. 3660-3667, 4 December, 2010.
- [3] David May, *The XMOS XS1 Architecture*, XMOS Limited, UK, 2009.
- [4] Vicente Martinez Martinez, *Modelling of the Flight Dynamics of a Quadrotor Helicopter*, A MSc Thesis in Cranfield University, September 2007.
- [5] Samir Bouabdallah, *Design and control of quadrotors with application to autonomous flying*, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, 2007.
- [6] *MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification Revision 3.3*, InvenSense Inc., June 2012.
- [7] *OpenCV (Open Source Computer Vision Library)*, <http://opencv.org/documentation.html>, July 2013.
- [8] *L298 dual full bridge driver datasheet*, STMicroelectronics, January 2000.

TESTIRANJE UPOTREBLJIVOSTI ALGORITAMA ZA OZNAČAVANJE ČVOROVA MREŽE U REALNOM VREMENU**USABILITY TESTING OF REAL-TIME ALGORITHMS FOR NETWORK NODES LABELING**Vladimir Sakač, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je predstavljen problem labelisanja čvorova na primeru elektroenergetske mreže. U okviru rada prikazano je par rešenja u obliku algoritma za rešavanje ovog problema, od kojih su dva implementirana u radu. Implementirana je i aplikacija namenjena za testiranje algoritama promenom konfiguracionih parametara, kako bi se pronašla optimalna podešavanja i dostiglo globalno rešenje.

Abstract – This paper introduces node labeling problem on the electrical network example. There are several solutions described in the paper in the form of algorithms, with two of them implemented in project. An application is made for algorithm testing, that includes configuration parameters which have direct impact on algorithm performances, in order to achieve optimal configuration and to reach global solution.

Ključne reči: Upravljanje praznim prostorom, labelisanje čvorova, algoritmi, pretraga prostora

1. UVOD

Jedan od najizazovnijih problema kompjuterizovane kartografije danas jeste obeležavanje mapa. Prema Yoelu [1], više od 50% vremena produkcije dobre mape odlazi na njeno obeležavanje. Prva priča o automatizovanom obeležavanju mapa pojavila se početkom 80-tih godina 20-og veka [2].

Sa razvojem informacionih tehnologija pojavili su se prvi algoritmi sposobni za generisanje rešenja u realnom vremenu. Brzina generisanja rešenja naročito je bitna u slučaju dinamičkih mapa promenljivog sadržaja, sa podrškom opcija uveličavanja i kretanja po mapi. Pored brzine, rešenje mora da bude estetično i da garantuje preglednost mape koja se obeležava.

Elementi koji se obeležavaju mogu se svrstati u tri kategorije: elementi predstavljeni tačkom, elementi predstavljeni linijom i elementi koji zauzimaju površinu. U zavisnosti od tipa elementa postoje različiti načini postavljanja i formatiranja labela.

Rad je fokusiran na obeležavanje tačaka, gde je kao test primer upotrebljena elektroenergetska šema. Glavni zahtev prilikom obeležavanja tačkastih elemenata je da labela jednoznačno i jasno upućuje na element koji obeležava.

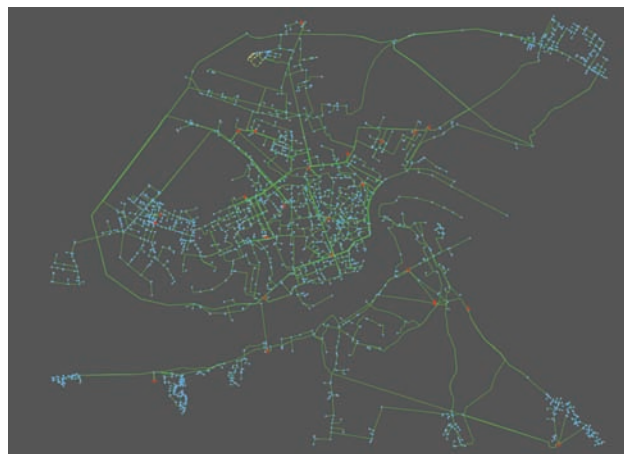
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ivetić, red. prof.

2. OZNAČAVANJE ČVOROVA MREŽE

Čvorovi predstavljaju fiksne tačke na geometrijskoj mreži. Labelisanje čvorova mreže svrstava se u problem obeležavanja tačaka koje se u literaturi često naziva *Point Feature Label Placement*, odnosno skraćeno PFLP. Marks i Shieber [3] dokazali su da problem pozicioniranja labela za tačke pripada NP klasi, odnosno da ne postoji deterministički algoritam koji bi ovaj problem rešio za polinomijalno vreme.

Geometrijska mreža izabrana za testiranje algoritama u radu je elektroenergetska šema. Ona se sastoji iz prekidačke opreme, čvorova i transformatorskih stanica, međusobno povezanih vodovima. Na slici 2.1 prikazan je primer elektroenergetske šeme.

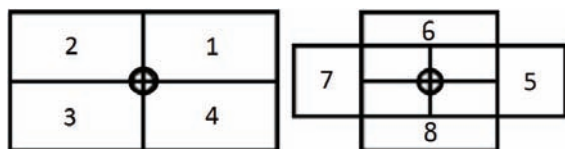


Slika 2.1 Elektroenergetska šema

Za prostornu organizaciju i pretragu elemenata šeme koristi se R stablo. Glavna ideja R stabla je multidimenzionalno indeksiranje prostornih objekata, predstavljenih najmanjom površinom koju zauzimaju u prostoru. Heuristika obeležavanja najgušćeg dela mape oslanja se na upotrebu R stabla. Cilj je pronalaženje čvora stabla sa najgušće raspoređenim elementima, kako bi se od njega započelo obeležavanje i postigli bolji rezultati.

Svi algoritmi namenjeni za rešavanje PFLP problema mogu se svrstati u dve kategorije: algoritmi pogodni za rad u realnom vremenu i oni koji nemaju tu mogućnost.

Više pažnje posvećeno je prvoj grupi algoritama, jer je elektroenergetska šema nad kojom se vršilo obeležavanje dinamičkog karaktera (dozvoljava upotrebu opcija zoom-a i pan-a), pa je potreban brz odziv sistema. Algoritmi koji su implementirani u radu su FALP algoritam [4] i Greedy algoritam [5]. Pozicije labela koje oba algoritma koriste prikazane su na slici 2.2.

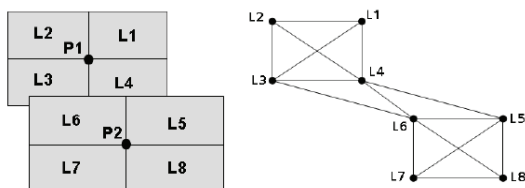


Slika 2.2 Potencijalne pozicije labela

2.1 Fast Algorithm for Label Placement

FALP algoritam koristi kombinatornu optimizaciju za generisanje rešenja. Sastoji se iz četiri faze: formiranje grafa konflikata, pronalaženje labela sa minimalnim konfliktom, procesiranje labela sa konfliktom i lokalna pretraga za globalnim rešenjem.

Graf konflikata formira se u fazi pretprocesiranja. Čvorovi grafa su potencijalne pozicije labela, dok su ivice konflikti koji nastaju usled njihovog preklapanja. Na slici 2.3 prikazan je primer grafa konflikata.



Slika 2.3 Primer formiranog grafa konflikata

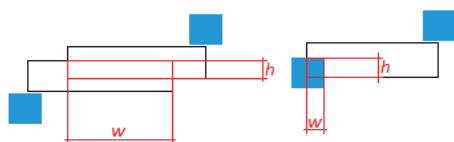
Na osnovu grafa formira se matrica konflikata. Ova matrica koristi se za pronalaženje i postavljanje labela sa minimalnim konfliktom. Nakon što su labela sa minimalnim konfliktom raspoređene, vrši se obeležavanje elemenata koji su izostavljeni u prethodnom koraku. Na kraju se vrši lokalna pretraga kako bi se pronašlo globalno rešenje.

2.2 Greedy algoritam

Ovaj algoritam prati heuristiku pronalaženja lokalnog najboljeg rešenja u svakom koraku, u nadi da će na taj način doći do globalnog optimuma. U većini slučajeva greedy algoritam ne proizvodi optimalno rešenje, ali je zbog svoje brzine često primenjiv za rešavanje problema koji ne zahtevaju uvek najbolje rezultate.

2.3 Ocena kvaliteta položaja labela

Kvalitet pozicije labela i ukupna cena postavljanja zavisi od tri faktora: preferenca izbora pozicije, stepen preklapanja sa drugim labelama i stepen preklapanja sa elementima mreže. Preferenca pozicije labela ima najmanje uticaja na izbor pozicije labela. Izbegavanje preklapanja labela sa labelom gleda se kao prioritet. Računanje stepena preklapanja vrši se prema sledećoj formuli: $\text{stepen_preklapanja} = h \cdot w / \text{faktor_preklapanja}$, gde $\text{faktor_preklapanja}$ zavisi od elementa sa kojim se labela preklapa, a h i w su visina i širina preklapljenog površine. Na slici 2.4 prikazan je primer preklapanja labela sa labelom i primer preklapanja labela sa elementom mreže.



Slika 2.4 Primeri preklapanja labela

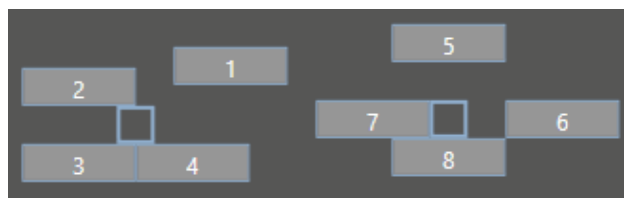
3. SOFTVER ZA TESTIRANJE ALGORITAMA

Naziv softvera namenjenog za testiranje algoritama je *Point labeling configuration tester*. Softver je realizovan upotrebom *Microsoft WPF* tehnologije, pisan u *Visual Studio 2010* okruženju. Za iscrtavanje labela i elemenata mreže koristio se *WPF*-ov *3D Api*.

Aplikacija se sastoji iz tri projekta: projekat u kome je implementirano *UI* okruženje, projekat u kome su implementirani algoritmi za obeležavanje i projekat sa podacima namenjenim da se dele između prethodna dva navedena projekta. Kompletan korisničko okruženje i iscrtavanje elemenata elektroenergetske mreže realizovano je u *UI* projektu. Logika obeležavanja i formiranje modela labela pogodnog za prezentaciju na prikazu vrši se u projektu sa algoritmima. Zajednički podaci podrazumevaju modele transformatorskih stanica, čvorova i prekidača koji se koriste u sklopu oba projekta.

U aplikaciji su dostupne dve vrste prikaza: prikaz elektroenergetske mreže i prikaz nasumično generisanih tačaka. Za oba prikaza realizovan je konfiguracioni panel na kome se nalaze paramteri obeležavanja koji se mogu modifikovati od strane korisnika. Opcije dostupne na konfiguracionom panelu zavise od prozora koji je trenutno otvoren. Ipak, par opcija zajedničke su sa oba prozora, a to su: izbor algoritma za rešavanje problema obeležavanja, izbor pozicije labela koje algoritam uzima u obzir, statistika izvršavanja algoritma i izbor trenutno aktivnog prozora.

Izbor algoritma trenutno se svodi na dve opcije, FALP i *greedy* algoritam. Oba algoritma omogućena su za rad sa osam različitih pozicija labela, koje korisnik bira. Primer izabranih pozicija labela prikazan je na slici 3.1. Na slici 3.1 su prikazane obeležene labele sa prioritetima (što je redni broj manji, pozicija je prioritetnija) i pomerajem u odnosu na element koji se obeležava. Ovaj pomeraj je proizvoljan i zavisi od korisnika.



Slika 3.1 Potencijalne pozicije labela

Statistika obeležavanja elemenata sastoji se od: vremena izvršavanja algoritma, vremena iscrtavanja labela, broja preklapljenih labela i ukupnog stepena preklapanja. Izbor trenutno aktivnog prozora podrazumeva opredeljenje između prikaza elektroenergetske mreže ili nasumično generisanih tačaka. Samo jedan prikaz može biti aktivan u datom trenutku.

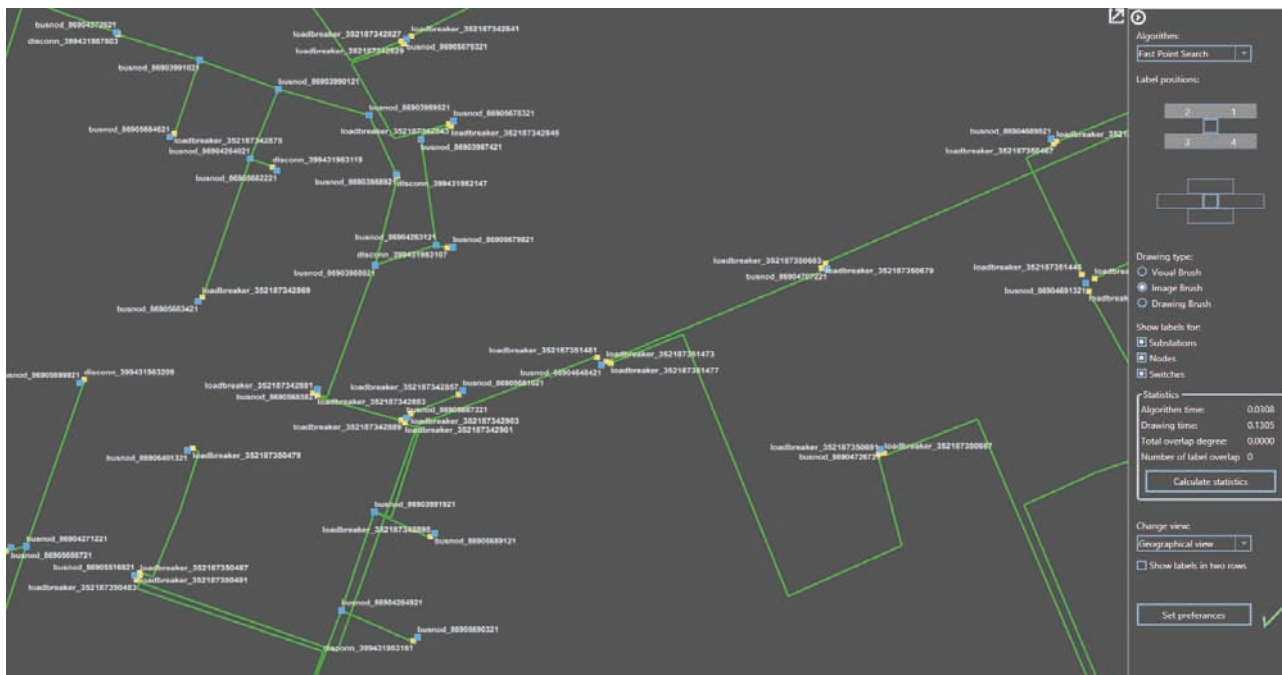
3.1 Obeležavanje elektorenergetske šeme

Prozor za obeležavanje elektroenergetske šeme sastoji se iz dva dela: prikaza elektroenergetske šeme i konfiguracionog panela. Inicijalno, konfiguracioni panel je sakriven, i može se otvoriti pritiskom strelice u gornjem desnom uglu aplikacije.

Elektroenergetska šema učitava se iz *XML* datoteke. Korisnik može da bira koju šemu želi da otvori u prikazu. Labela kod elektroenergetske šeme mogu se iscrtavati na tri načina: upotrebom *VisualBrush*-a, *ImageBrush*-a i

DrawingBrush-a. Razlika u iscrtavanju pre svega se vidi u performansama prilikom rada aplikacije. Iako *ImageBrush* garantuje najtečniji prelaz preko prikaza, generisanje labela traje značajnije duže nego kod druga dva načina.

Prilikom obeležavanja elektroenergetske mreže, korisnik može da bira i koje elemente želi da obeleži, kao i da izabere opciju ispisivanja teksta labela u dva reda. U čestim situacijama, ove dve opcije mogu da doprinesu estetičnosti prikaza i da samim tim povećaju čitljivost elektroenergetske šeme. Primer obeleženog dela elektroenergetske šeme, sa otvorenim konfiguracionim panelom prikazan je na slici 3.2.



Slika 3.2 Primer obeležavanja elektroenergetske šeme

Obeležavanje elektroenergetske šeme započinje se kada se postavke odgovarajući konfiguracioni parametri (potencijalne pozicije labela i izbor elementa koji se obeležavaju). Labela će biti prikazane na šemi kada njihova ukupna površina bude manja od deset posto ekrana na kome se vrši prikaz, kako ne bi došlo do preopterećenja šeme i time se smanjila čitljivost.

3.2 Obeležavanje nasumično generisanih tačaka

Kao i prozor sa prikazom elektroenergetske šeme, i prozor sa nasumično generisanim tačkama se takođe sastoji iz dva dela: prazne površine za prikaz i konfiguracionog panela.

Za razliku od geografskog prikaza gde se vrši obeležavanje tačaka sa predefinisanim pozicijama, ovde se vrši obeležavanje delimično statičkih tačaka. Tačke su delimično statične zbog činjenice da je korisnik u mogućnosti da ih postavi bilo gde na vidljivom delu ekrana. Opcija pomeranja već postavljenih tačaka nije dostupna. Opcije *zoom*-a i *pan*-a takođe nisu dostupne na ovom prikazu.

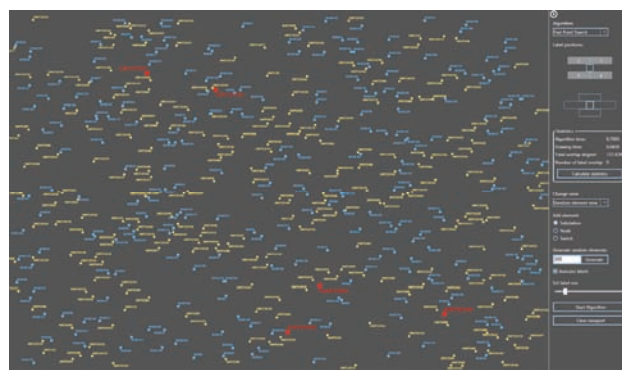
Ono što prozor sa nasumično generisanim tačkama dozvoljava korisniku jeste mogućnost pravljenja

proizvoljnog test scenarija, do koga bi teško moglo da se dođe u realnoj situaciji. Na taj način može da se prati ponašanje algoritma u retkim situacijama.

Kao što je već rečeno, korisnik sam dodaje elemente na prikaz, pa mu je iz tog razloga ponuđena opcija izbora elementa koji želi da doda. Izbor se vrši na konfiguracionom panelu. Pored ručnog dodavanja, korisnik može i da pusti softver da nasumično izgeneriše željeni broj tačaka. Treba napomenuti da će desetina nasumično izgenerisanih elemenata biti transformatorske stanice, dok će ostatak biti ravnomerno raspoređen na čvorove i prekidačku opremu. Boja teksta labela odgovara boji elementa koji labela obeležava.

Prozor sa nasumično generisanim tačkama takođe dopušta korisniku da sam definiše veličinu teksta za elemente. Pored ručnog, softver je u stanju da i sam da procenu za optimalnu veličinu teksta.

Laso selekcija elemenata takođe je dostupna na ovom prikazu. Ova opcija omogućuje korisniku da se skoncentriše na konkretan skup tačaka prilikom testiranja rada algoritma. Prozor za nasumično generisanje tačaka prikazan je na slici 3.3.



Slika 3.3 Prozor sa nasumično generisanim tačkama

4. OCENA UPOTREBLJIVOSTI ALGORITAMA ZA OZNAČAVANJE ČVOROVA

Testiranje upotrebljivosti algoritma vrši se podešavanjem parametara u konfiguracionom panelu. Upotrebljivost se ocenjuje na oba tipa prikaza. Parametri koji utiču na ocenu algoritma su sledeći: broj potencijalnih labela koje algoritam uzima u obzir, raspored pozicija labela i njihov prioritet, izbor elemenata za obeležavanje, formatiranje teskta i veličina teksta labela.

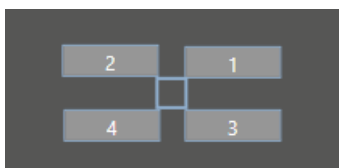
4.1 Uticaj broja potencijalnih pozicija na performanse algoritma

Broj potencijalnih labela je parametar koji najviše utiče na performanse algoritma. Pored performansi, takođe značajno utiče i na estetičnost izgenerisanog rešenja. Testiranje se vršilo nad 100,300,500 i 1000 tačaka, gde je prosečna veličina labela bila 20x4.2 piksela. Veličina površine na kojoj je se vršilo testiranje je 1600x1000 piksela. Na osnovu dobijenih rezultata došlo se do sledećeg zaključka: kod FALP algoritma broj potencijalnih pozicija labela ima značajan uticaj na njegove performanse kada je vreme u pitanju. Kod *greedy* algoritma broj potencijalnih pozicija ne utiče primetno na vreme generisanja rešenja. Superiornost FALP algoritma primećuje se za bilo koji broj potencijalnih pozicija labela, kao i za bilo koji broj tačaka. Takođe, primećeno je značajno opadanje broja preklapljenih labela i ukupnog stepena preklapanja sa povećanjem broja potencijalnih pozicija labela, za oba algoritma.

Prilikom testiranja sa korisnicima, veći broj ispitanika ipak preferira samo četiri pozicije, u uglovima tačke koja se obeležava. Razlog ovome je što se održava konzistentnost i ne dolazi do zabune koja labela pripada kom elementu. Izabrane pozicije prikazane su na slici 4.1.

4.2 Uticaj raporeda labela na obeležavanje mape

Ovaj parametar nema uticaja na rad algoritma već isključivo na estetičnost generisanog prikaza. Izbor raspored i položaj labela u odnosu na tačku koja se obeležava u potpunosti je na korisniku. Raspored i položaj labela za koji su se složili većina korisnika prikazan je na slici 4.1.



Slika 4.1 Korisnički izabran raspored labela

4.3 Izbor elemenata koji se obeležavaju za poboljšanje performansi algoritma

U slučaju velike gustine elemenata, bez obzira na kvalitet algoritma, preklapanje je teško izbeći. Ukoliko dođe do takvog slučaja, korisniku se pruža mogućnost izbora koji su mu elementi u tom momentu bitni, odnosno koje elemente želi da obeleži. Prilikom testiranja sa korisnicima, ova opcija naročito se korisnom pokazala na manjem nivou uveličanja, kada su se korisnici opredeljivali za obeležavanje jednog tipa elementa. U tom slučaju, oba algoritma imaju više slobodnog prostora da generišu čitkije i estetičnije rešenje. Obeležavanje će takođe započeti na manjem nivou uveličanja.

4.4 Uticaj formata teksta na estetičnost prikaza

Pod formatiranjem teksta podrazumeva se opcija da se tekst labela ispiše u dva reda. Na ovaj način dobija se kompaktniji i estetičniji zapis. Prilikom testiranja sa korisnicima, došlo se do sledećeg zaključka: u situacijama kada je nivo uveličanja mali, odnosno kada je broj elemenata koji se obeležava velik, bolje je formatiranje teksta u jedan red. Na niskom nivou uveličanja, lepši je prikaz sa tekstom labela u dva reda.

4.5 Uticaj veličine teksta labela na performanse algoritma

Promena veličine teksta labela vrši se automatski u slučaju obeležavanja elektroenergetske šeme. Kod nasumično generisanih tačaka došlo se do istog zaključka za oba algoritma, a to je: što je veličina teksta labela manja, algoritam radi brže i dolazi do manjeg broja preklapanja. U većini slučajeva, korisnici su se složili sa automatskim podešavanjem veličine teksta labela koju nudi sofvet.

5. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljena aplikacija za testiranje rada algoritma za obeležavanje tačaka. Kako su algoritmi za obeležavanje još uvek u stanju razvoja, ovakav tip softvera može značajno doprineti u proceni upotrebljivosti algoritma. Takođe, sama pretpostavka koje pozicije labela su najbolje još uvek nije u potpunosti razjašnjena. Zato se korisniku daje mogućnost da sam izabere postavku. Učitavanje elektroenergetske šeme ili bilo kog druge šeme odgovarajućeg formata daju korisniku mogućnost da testira ponašanje algoritma u različitim situacijama. Pored toga, dostupno mu je da i sam formira svoje test slučajeve, kako bi izvukao maksimum iz svakog algoritma za obeležavanje. Testiranje estetičnosti i čitkosti prikaza omogućeno je promenom konfiguracije algoritma i načina na koji će se obeležavanje vršiti (format teksta i izbor elementa koji se obeležava).

6. LITERATURA

- [1] P. Yoeli, "The Logic of Automated Map Lettering", *The Cartographic Journal*, Vol 9, pp. 99-108, 1972.
- [2] S. A. Hirsch, "An algorithm for automated placement of point data", *The American Cartographer*, Vol 9, pp. 5-17, 1980.
- [3] J. Marks, S. Shieber, "The Computational Complexity of Cartographic Label Placement", Technical Report TR-05-91, March 1991.
- [4] M. Yamamoto, G. Camara, L. A. N. Lorena, "Fast Point-Feature Label Placement Algorithm for Real Time Screen Maps", *Info. Visua*, Vol 6, pp 249-260, 2002.
- [5] T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein, *Introduction to Algorithms*, Vol 3, Cambridge: MIT Press, 2005, pp: 414-428.

KRATKA BIOGRAFIJA

Vladimir Sakač rođen je 9.1.1990. godine u Vrbasu. Završio je Elektrotehničku školu „Mihajlo Pupin“ u Novom Sadu, 2009. godine, i iste te godine upisuje Fakultet tehničkih nauka, smer Računarstvo i automatika. Osnovne studije završava 2013 godine, sa prosečnom ocenom 9.68, nako čega upisuje master studije na smeru Elektroenergetski softverski inženjering.

UBRZANA KOMPENZACIONA METODA ZA PRORAČUN STRUJA KRATKIH SPOJEVA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI**ADVANCED COMPENSATION METHOD FOR SHORT CIRCUIT CURRENTS CALCULATION IN DISTRIBUTION NETWORK**Njegoš Novaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Tema ovog rada je ubrzana kompenzaciona metoda za proračun struja kratkih spojeva. U radu je razvijen postupak u kojem se korišćenje postupak približnog direktnog generisanja matrice impedansi. Na taj način se direktno zaobilazi postupak inverzije matrice admitansi koji zahteva značajan računarski napor. Ovo znači da se efikasno generiše matrica neophodna za proračun režima sa kvarom u mrežama sa distribuiranim generatorima, petljama i krvarovima. Razmatranja su ilustrovana primerom.

Abstract – The paper deals with advanced compensation method for the calculation of short circuit currents. This paper describes method which uses approximate direct method for generation impedance matrix. In such a way this method skips admittance matrix inversion which requires significant computation effort. This means efficient generation of impedance matrix necessary for short circuit calculation for network with distributed generators, loops and faults. Consideration is illustrated by example.

Ključne reči: Struja kvara, ubrzana kompenzaciona metoda

1. UVOD

Ubrzana kompenzaciona metoda za proračun struja kratkih spojeva predstavlja unapređenje standardne kompenzacione metode, koja se zbog svojih osobina često koristila u proračunima kratkih spojeva.

Za razliku od nekih drugih metoda, ova metoda nema iterativno određivanje eksitacije delta (Δ) kola, čime se izbegava mogućnost divergencije postupka. Takođe, ova metoda u proračunima ne uvažava kompletan admitantni (impedantni) model čitave mreže, što skraćuje vreme trajanja proračuna.

Uz relativno malu cijenu neuvažavanja otočnih elemenata, ove metode daju zadovoljavajuće rezultate, i njihova primjena u računarskoj obradi se pokazala kao efikasnija u odnosu na druge metode.

Ubrzana, kao i standardna kompenzaciona metoda, obrađuje uticaj distribuiranih generatora (DG) i petlji na struje kratkih spojeva, a jedina razlika je u načinu proračuna eksitacije Δ kola.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Duško Bekut, red.prof.

U ubrzanoj kompenzacionoj metodi, do ovih rezultata se dolazi proračunima u kojima su veze DG, petlji i mjesta kvara modelovane elementima u impedantnoj formi, dok je u standardnoj metodi ova veza elemenata data u admitantnom obliku. Prelaskom sa admitantnog na impedantni oblik izbjegnuto je traženje inverzne kompenzacione matrice, čije određivanje traje dugo. Ovo je rezultovalo smanjenjem vremena izvršavanja algoritma funkcije proračuna kratkih spojeva.

U drugoj glavi je dat je kratak uvid u problematiku kratkih spojeva, kao osnovnih tipova kvarova u EES. Pažnja je posvećena zavisnosti struje kratkih spojeva od tipa i mjesta kvara, kao i od prisustva DG. U trećoj glavi je izložena kompenzaciona metoda za proračun kratkih spojeva, i navedene su njene prednosti i nedostaci. U četvrtoj glavi je objašnjen algoritam ubrzane kompenzacione metode, i na test mreži je dat primjer proračuna kratkih spojeva korišćenjem ove metode. Peta glava daje kratak rezime rada.

2. KRATKI SPOJEVI U DM

Kratki spojevi podrazumjevaju međusobno povezivanje tačaka različitih potencijala između kojih, u nominalnim uslovima, ne postoji direktna galvanika povezanaost.

Kratki spojevi se mogu podijeliti na:

1. Jednopolne kratke spojeve – 1PKS
2. Dvopolne kratke spojeve – 2PKS
3. Dvopolne kratke spojeve sa zemljom – 2PKSZ
4. Tropolne kratke spojeve (sa zemljom) – 3PKS(Z)

Jednopolni kratak spoj (1PKS) predstavlja najčešću vrstu kratkih spojeva u EES – oko 80% svih kratkih spojeva. Na dvofazne kratke spojeve, sa i bez zemlje (2PKS i 2PKSZ), otpada oko 15% ukupnog broja kratkih spojeva, dok ostalih 5% čine trofazni kratki spojevi. Uprkos ovoj statističkoj činjenici, tropolni kratak spoj se uzima kao mjerodavan pri dimenzionisanju električne opreme u EES.

2.1. Struja kratkog spoja

Najvažnija veličina kratkog spoja je njegova struja. Njene vrijednosti su znatno veće od onih u nominalnim uslovima, i zbog toga je njihov proračun važan pri podešenju zaštite, dimenzionisanju rasklopne opreme i izboru električnih instalacija.

Struja kratkog spoja se, bez obzira na tip i mjesto kvara, može izraziti kroz količnik napona na mjestu kvara i

ekvivalentne impedanse posmatrane sa mjesta kvara. Ovaj odnos je prikazan izrazom:

$$I_{ks} = \frac{U_{pk}}{Z_{ks}} \quad (2.1)$$

gdje je:

I_{ks} – struja kratkog spoja

U_{pk} – napon na mjestu kratkog spoja neposredno prije kvara

Z_{ks} – ekvivalentna impedansa posmatrana sa mjesta kratkog spoja.

U slučaju kada je mjesto kvara duboko u mreži, struja kratkog spoja je predstavljena zbirom dvije komponente (naizmjenična i jednosmjerna).

$$i_{kvara} = i_{AC} + i_{DC} \quad (2.2)$$

gdje su:

i_{kvara} – struja kvara

i_{AC} – periodična komponenta struje kvara

i_{DC} – aperiodična komponenta struje kvara

Ukoliko je kvar blizu izvora napajanja, struja kratkog spoja zavisi od četiri komponente: tranzijentne, subtranzijentne, sinhrona i jednosmjerne.

Uticaj koji će DG imati na struje kratkog spoja u velikoj mjeri zavisi od lokacije njegovog priključenja i njegove sposobnosti da napaja mjesto kvara.

2.2. Posljedica pojave struje kratkih spojeva u DM

Pojava struje kratkog spoja može ugroziti ili trajno onesposobiti pojedine elemente EES, a samim tim i uticati na njegovu sveukupnu stabilnost. Eventualne posljedice kratkih spojeva na sistem zavise od vrste, trajanja, mjesta nastanka i snage kratkog spoja. Posljedice kratkih spojeva se mogu javiti:

1. na mjestu kvara
2. u kratkospojenom strujnom krugu
3. u drugom (susjednim) strujnim krugovima

3. ALGORITMI ZA PRORAČUN STRUJA KRATKIH SPOJEVA U DM

Većina algoritama koji su orijentisani na grane su zasnovani na korišćenju Kirchhoff-ovih zakona za proračun struja po granama i napona u čvorovima. Ovi algoritmi su iterativni i prvenstveno namjenjeni za radijalne mreže. Problemi dvostranog napajanja, koje prouzrokuju petlje, u slaboupetljanim DM se prevazilaze primjenom kompenzacione metode.

3.1 Kompenzaciona metoda

Kompenzaciona metoda za proračun kratkih spojeva u slaboupetljanim DM se sastoji iz sljedećih koraka [1,2]:

1. Dekompozicija režima DM sa kratkim spojem (odnosno sa kratkim spojevima, ako se razmatra višestruki kvar) na režim DM prije kratkog spoja i režim Δ kola,

2. Kreiranje kompenzacione matrice kojom se modeluje međusobni uticaj struja na mjestu kratkog spoja i kompenzacionih struja petlji i generatora,
3. Modelovanje kratkih spojeva pomoću tzv. otočnih modula,
4. Proračun ekscitacije Δ kola primjenom kanoničnog modela,
5. Proračun režima Δ kola za ekscitaciju koja je određena u prethodnom koraku,
6. Proračun režima DM sa kratkim spojem superpozicijom režima prije kratkog spoja i režima Δ kola.

Kompenzaciona matrica, ili hibridna kompenzaciona matrica kako se često naziva u literaturi, u impedantnoj formi ima sljedeći oblik:

$$Z_T = \begin{bmatrix} Z_L & Z_{LF} & Z_{LG} \\ Z_{FL} & Z_F & Z_{FG} \\ Z_{GL} & Z_{GF} & Z_G \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

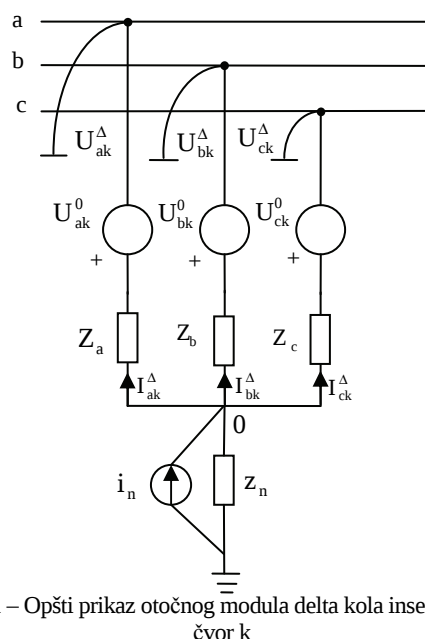
gdje su:

Z_L, Z_F, Z_G – submatrice koje modeluju uticaj petlji, kvarova i DG, respektivno

Z_{LF}, Z_{LG}, Z_{FG} – submatrice koje modeluju međusobni uticaj petlji i kvarova, petlji i DG i kvarova i DG, respektivno

Matrica data izrazom (3.1) je u faznom domenu, i ima dimenzije $3 \times (\text{broj petlji} + \text{broj kvarova} + \text{broj DG})$. Ona je simetrična bez obzira na broj petlji, kvarova i DG u posmatranoj DM, i njom se modeluju njihovi međusobni uticaji.

Uslovi kratkog spoja u trofaznom čvoru k se modeluju sa otočnim modulom, prikazanim na slici 3.1.



Slika 3.1 – Opšti prikaz otočnog modula delta kola insertovanog u čvor k

gdje je:

$$U_{ak}^{\Delta}, U_{bk}^{\Delta}, U_{ck}^{\Delta} - \text{fazni naponi čvora k u } \Delta \text{ kolu}$$

- $U_{ak}^0, U_{bk}^0, U_{ck}^0$ – vrijednost napona u čvoru k prije kvara
- $I_{ak}^\Delta, I_{bk}^\Delta, I_{ck}^\Delta$ – struja kvara Δ kola
- Z_a, Z_b, Z_c – fazne impedanse kojima se modeluje kvar u otočnom modulu
- i_n – struja idealnog strujnog izvora
- Z_n – impedansa kojom se modeluju nemetalni kratki spojevi

Pogodnim izborom parametara otočnog modula sa slike 3.1 (Z_a, Z_b, Z_c, z_n, i_n), modeluje se bilo koji tip kratkog spoja.

Matematički model otočnog modula kojim se modeluje tropolni kratak spoj je dat sljedećim jednačinama:

$$-U_{ak}^0 = U_{ak}^\Delta + Z_a \cdot I_{ak}^\Delta - v_0 \quad (3.2)$$

$$-U_{bk}^0 = U_{bk}^\Delta + Z_b \cdot I_{bk}^\Delta - v_0 \quad (3.3)$$

$$-U_{ck}^0 = U_{ck}^\Delta + Z_c \cdot I_{ck}^\Delta - v_0 \quad (3.4)$$

$$I_{ak}^\Delta + I_{bk}^\Delta + I_{ck}^\Delta = i_n \quad (3.5)$$

Kompenzaciona matrica u admitantnom obliku je data izrazom (3.6).

$$Y_T = Z_T^{-1} = \begin{bmatrix} Y_L & Y_{LF} & Y_{LG} \\ Y_{FL} & Y_F & Y_{FG} \\ Y_{GL} & Y_{GF} & Y_G \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

Kanonični model za proračun ekscitacije Δ kola podrazumjeva formiranje sistema jednačina:

$$F \cdot X^\Delta = F^0 \Rightarrow X^\Delta = F^{-1} \cdot F^0 \quad (3.7)$$

gdje je:

$$F = \begin{bmatrix} Y_L & Y_{LF} & Y_{LG} & I & 0 & 0 & 0 \\ Y_{FL} & Y_F & Y_{FG} & 0 & -I & 0 & 0 \\ Y_{GL} & Y_{GF} & Y_G & 0 & 0 & I & 0 \\ 0 & A^U & 0 & 0 & A^I & 0 & A^V \\ 0 & 0 & 0 & 0 & C^I & 0 & C^V \\ I & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

$$X^\Delta = [U_L^\Delta \ U_F^\Delta \ U_G^\Delta \ I_L^\Delta \ I_F^\Delta \ I_G^\Delta \ v^\Delta]^T \quad (3.9)$$

$$F^0 = [0 \ 0 \ 0 \ A^0 \ C^0 \ 0 \ 0]^T \quad (3.10)$$

Parametrima $A^U, A^I, A^V, A^0, C^I, C^V, C^0$ modeluju se različite tipove kratkih spojeva. Za 3PKS, ovi parametri imaju sljedeće vrijednosti:

$$A^U = \begin{bmatrix} 1 & & & \\ & 1 & & \\ & & 1 & \\ & & & 1 \end{bmatrix} \quad (3.11)$$

$$A^I = \begin{bmatrix} Z_a & & \\ & Z_b & \\ & & Z_c \end{bmatrix} \quad (3.12)$$

$$A^V = [-1 \ -1 \ -1]^T \quad (3.13)$$

$$A^0 = [-U_{ak}^0 \ -U_{bk}^0 \ -U_{ck}^0]^T \quad (3.14)$$

$$C^I = [1 \ 1 \ 1] \quad (3.15)$$

$$C^V = 0 \quad (3.16)$$

$$C^0 = i_n \quad (3.17)$$

Rješavanjem sistema jednačina iz izraza (3.7) se određuje ekscitacija Δ kola.

4. UBRZANA KOMPENZACIONA METODA

Dužina trajanja proračuna korišćenjem standardne kompenzacione metode uslovlila je potrebu za njenim ubrzavanjem. Ubrzana kompenzaciona metoda je produkt te potrebe. Ona se razlikuje od standardne metode po načinu modelovanja petlji, kvarova i DG u kompenzacionoj matrici. U ubrzanjoj kompenzacionoj metodi se koristi impedantna forma proračuna. Izostavljanjem jednačina koje modeluju napone petlji i DG iz sistema (3.7) – (3.10), uz primjenu impedantne forme, postiže se značajno ubrzavanje proračuna. Jednačine koje se koriste u ubrzanjoj kompenzacionoj metodi, a koje odgovaraju jednačinama (3.8) - (3.10) iz standardne metode su date izrazima:

$$F = \begin{bmatrix} Z_L & Z_{LF} & Z_{LG} & 0 & 0 \\ Z_{FL} & Z_F & Z_{FG} & I & 0 \\ Z_{GL} & Z_{GF} & Z_G & 0 & 0 \\ 0 & A^I & 0 & A^U & A^V \\ 0 & C^I & 0 & 0 & C^V \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

$$X^\Delta = [I_L^\Delta \ I_F^\Delta \ I_G^\Delta \ U_F^\Delta \ v^\Delta]^T \quad (4.2)$$

$$F^0 = [0 \ 0 \ 0 \ A^0 \ C^0]^T \quad (4.3)$$

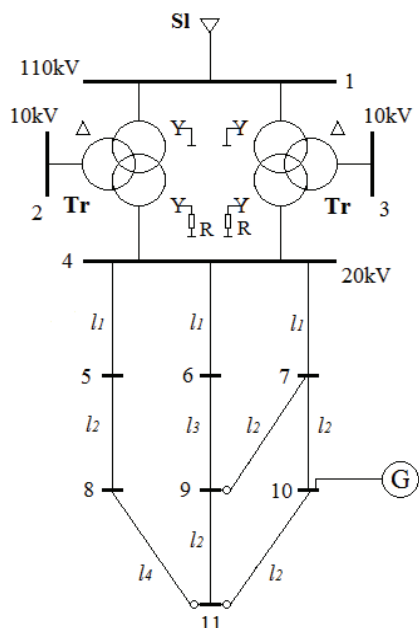
4.1. Primjer proračuna

Na test šemi sa slike 4.1, izvršeno je poređenje rezultata proračuna struja kratkih spojeva, do kojih se došlo upotrebom ubrzane i standardne kompenzacione metode, kao i korišćenjem Thevenin-ovog ekvivalenta. Podaci elemenata test šeme sa slike 4.1 su dati sljedećom tabelom.

Tabela 4.1 – Podaci elemenata test šeme

Element	Podaci o elementima test šeme
Korijen mreže (Sl)	$Z_{sl}^{d,i,0} = (4,38 + j8,07)\Omega$
Transformator (Tr)	$u_{k_{TS}} = 12,7\%; u_{k_{PT}} = 9,2\%; u_{k_{ST}} = 2,4\%$ $m_T = 110/20/10kV/kV/kV$ $S_n = 31,5/31,5/10,5MVA$
Vod (l_1, l_2, l_3, l_4)	$Z_{vod}^{d,i} = (0,209 + j0,117)\frac{\Omega}{km}$, $Z_{vod}^0 = (0,75 + j1,12)\frac{\Omega}{km}$, $l_1=1km, l_2=2km, l_3=2,5km, l_4=4km$
Generator (G)	$S_{nG} = 10MVA$, $X_{SG} = 15\%$

Budući da je na test šemi zanemaren uticaj otočnih elemenata, očekivano je da ovi proračuni daju iste rezultate, što je i prikazano u tabelama 4.2 i 4.3.



Slika Error! No text of specified style in document..1 – Test šema

Tabela 4.2 – Rezultati proračuna struja kratkih spojeva na mjestu kvara simuliranih u čvoru 11

Tip kratkog spoja	Struje kvara izračunate standardnom kompenzacionom metodom [kA]	Struje kvara izračunate ubrzanom kompenzacionom metodom [kA]	Struje kvara izračunate preko Thevenin-ovog ekvivalenta [kA]
1 pks (a)	$I_a = 1,695$	$I_a = 1,695$	$I_a = 1,694$
2 pks (b,c)	$I_c = 4,973$ $I_b = 4,973$	$I_c = 4,973$ $I_b = 4,973$	$I_c = 4,973$ $I_b = 4,973$
2 pksz (b,c)	$I_c = 5,092$ $I_b = 4,902$	$I_c = 5,092$ $I_b = 4,902$	$I_c = 5,092$ $I_b = 4,902$
3 pks(z)	$I_a = I_b = I_c = 5,743$	$I_a = I_b = I_c = 5,743$	$I_a = I_b = I_c = 5,743$

Tabela 4.3 – Vrijednosti kompenzacionih struja petlji i DG za kratke spojeve simulirane u čvoru 11

Tip kratkog spoja	Kompenzacione struje petlje [kA]	Kompenzacione struje generatora [kA]
1 pks (a)	$I_a = 0,502$ $I_b = I_c = 0,228$	$I_a = 0,7$ $I_b = I_c = 0,456$
2 pks (b,c)	$I_a = 0$ $I_b = I_c = 2,126$	$I_a = 0$ $I_b = I_c = 0,721$
2 pksz (b,c)	$I_a = 0,133$ $I_b = 2,135$ $I_c = 2,121$	$I_a = 0,267$ $I_b = 0,698$ $I_c = 0,884$
3 pks(z)	$I_a = I_b = I_c = 2,455$	$I_a = I_b = I_c = 0,833$

Prethodnim proračunom se nije moglo jasno pokazati vremenska ušteda pri korišćenju ubrzanе kompenzacione metode, u odnosu na korišćenje standardne metode, zbog veličine mreže. Ova razlika je uočljiva pri puštanju drugih energetske funkcije, kao što je Breaking Fuse Capacity (BFC). Ova funkcija provjerava prekidačku moć prekidača, i u svom algoritmu može više puta pozivati

proračun struja kratkih spojeva za svaki uređaj rasklopne opreme. Ukoliko su dimenzije mreže nad kojom se vrši proračun ogromne, i ukoliko se funkcija kratkih spojeva u okviru funkcije BFC poziva nekoliko hiljada puta, vremenska razlika u izvršavanju ovih algoritama postaje jasno izražena.

Na primjeru realne distributivne mreže koja se sastoji od oko 60000 grana, 4000 uređaja rasklopne opreme, 193 DG-a i 300 petlji, izvršeno je pokretanje proračuna funkcije BFC. Vremena trajanja proračuna ove funkcije nad takvom mrežom su dati u tabeli 4.4.

Tabela 4.4 – Vrijeme trajanja proračuna struje kratkih spojeva u realnoj test mreži

	Vrijeme trajanja proračuna za čitavu mrežu [s]	Prosjeck vremena trajanja proračuna za jedan uređaj rasklopne opreme [s]
Standardna kompenzaciona metoda	9000	2,25
Ubrzana kompenzaciona metoda	600	0,15

Vrijeme trajanja proračuna pri korišćenju ubrzanе kompenzacione metode je čak 15 puta kraće u odnosu na vrijeme trajanja proračuna pri korišćenju standardne kompenzacione metode. Ovo ubrzanje nije linearno, i zavisi od veličine mreže nad kojom se vrše proračuni, kao i od broja DG i petlji koji se nalaze u njoj. To znači da ubrzanje može biti i veće, ukoliko mreža sadrži veći broj DG i petlji.

5. ZAKLJUČAK

Ubrzana kompenzaciona metoda je specijalizovani algoritam čijim se izvršavanjem pored proračuna struje kvara određuje i uticaj petlji i DG na režime sa kvarovima. Ova metoda je pogodna, jer u proračunu eksitacije Δ kola omogućava da se izbjegne uključivanje kompletnog admitantnog (impedantnog) modela mreže. Takođe, proračun kompenzacione matrice kojom se modeluje uticaj višestrukih kvarova, generatora i petlji na režim sistema je direktan i efikasan.

6. LITERATURA

- [1] V.Strezoski, D.Bekut: A Canonical Model for the Study of Faults in Power Systems, IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 6, No. 4, Nov. 1991, pp. 1493-1499.
- [2] V.Strezoski, G.Švenda, D.Bekut: "Extension of the Canonical Model Application for Calculation on Power Systems Under Fault Conditions", Electrical Power & Energy Systems, No 25, 2003, pp 567-575.

Kratka biografija:



Njogoš Novaković rođen je u Han-Pijesku 1988. god. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu upisao je školske 2007./2008., smjer energetika, elektronika i telekomunikacije, a diplomirao na osnovnim studijama 2013. god., smjer elektroenergetski sistemi. Master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva je odbranio 2014.

AUTOMATSKO IZDVAJANJE I PRETRAGA ZA SEGMENTIMA IZ MONTIRANIH AUDIO FAJLOVA**AUTOMATIC SEGMENT RETRIEVAL FROM MULTI-SOURCE AUDIO FILES**Milica Maksimović, Željen Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast:** ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Predstavljen je algoritam za automatsko izdvajanje i pretragu segmenata iz montiranih audio fajlova. Ukoliko se jedan montirani audio fajl nalazi na ulazu našeg sistema, cilj je detektovati mesta nastavljanja audio segmenata, izdvojiti dobijene segmente i izvršiti pretragu za perceptualno indentičnim audio zapisima u postojećoj bazi podataka. Baza podataka u našem slučaju je sastavljena od perceptualnih audio otisaka koji su u mogućnosti da sažeto predstave glavne perceptualne odlike audio zapisa.

Abstract – An algorithm for automatic segment retrieval from multi-source audio files is presented. Given an audio file composed of multiple segments, our goal is to detect the splicing locations and to search for perceptual audio duplicates of each obtained audio segment in a large audio database. The database is built by collecting perceptual fingerprints from different audio files which are compact binary representations of the important perceptual characteristics.

Key words: Information retrieval, Audio integrity checking, Audio segment matching

1. INTRODUCTION

Automatic segmentation and retrieval of audiovisual data are important tools for professional media production, audiovisual archive management, video-on-demand, user-driven media selection, filtering, and so on. For instance, television and film archives store a vast amount of audiovisual material, often with redundant segments created during the production and editing process. In such cases, the storage of large amounts of perceptual partial content “copies” can cause significant costs, which could be avoided by using A/V matching approaches. By avoiding such redundancies, tracking of metadata across all workflows is also simplified, and the many potential metadata consistency problems are avoided. Moreover, automatic segment retrieval of audio data is also interesting for audio forensics:

A variety of audio recording devices is freely available to the general public, allowing many people to create and edit audio files in any occasion and to distribute them freely over the internet.

This creates enormous possibilities, but also the need for tampering detection approaches. Segment retrieval can support such approaches by identifying reused segments (especially for the case of reuse from different sources), indicating possible tampering locations within material, and also to determine the evolution of material across different sources and distribution channels.

We propose a respective approach for automatic segment retrieval from (multi-source) audio files, focusing especially on the case of speech material. The proposed approach achieves good scalability thanks to the usage of a fingerprinting system, which allows mapping audio files in very compact audio hashes, providing a fast and reliable search. In the Figure 1. we can see two basic modules which are present in most of the audio fingerprinting extraction methods, addressing respectively front-end processing and fingerprint modeling. Input audio, supposed to contain several audio portions from different source audio files, is firstly processed by a cut detection algorithm in order to derive border points between two segments. For every query segment, the proposed multi-band energy-based perceptual fingerprint is computed. The information from the query perceptual fingerprint is at first used to perform a search for potential matching locations, then to find the correct match, if any, between the perceptual fingerprint of the query segment and the selected set of fingerprints from the database. Afterwards, we search for perceptual duplicates of each obtained segment within the database: To build the audio fingerprint database which we use for search, audio fingerprints of audio files are previously calculated using the same audio fingerprinting method as for the query file analysis. The whole system is targeting encoded content, including audio files compressed with low bitrate MP3 and AAC. Testing is done on speech test content, and results are evaluated by means of Receiver Operating Characteristic (ROC) curves and Equal Error Rate (EER) analysis. The system achieved an equal error rate of 0.7%, with precision and recall equal to 99.5% and 99.1%, respectively. A linear dependency was achieved between the query time and the database length, with a factor of 0.5%.

2. PROPOSED METHOD

We divide the whole process in offline and online phase. During the offline phase we calculate an audio fingerprint for each source file within the database and we add it to a look-up table. This look-up table is actually a map connecting every occurred sub-fingerprint value, i.e., the audio fingerprint of one frame, to the related database file

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željen Trpovski, vanr. prof.

and location within it. During the online phase the query file is pre-segmented using the inverse decoder algorithm [2], and then the obtained segments are matched with the reference database files.

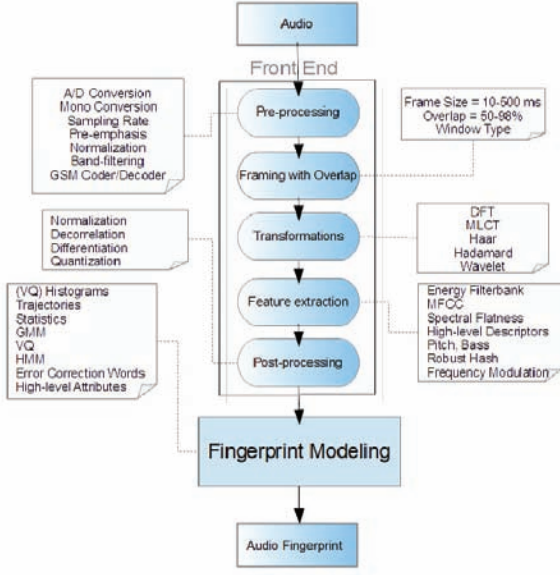


Figure 1. Audio Fingerprint extraction

2.1 Offline phase

During this phase a look-up table is built using the audio fingerprints of all the audio files present in the database: First, we extract an audio fingerprint from each audio file within the database using the method described in 2.1.1. Then, the look-up table is generated using all the available fingerprints, by representing a 32-bit fingerprint of every frame (sub-fingerprint) as a decimal number. All the decimal sub-fingerprint values present in the audio fingerprints from the database will be connected to the files and locations where they were extracted from by means of a three dimensional sparse matrix.

2.1.1 Multi-band energy based audio fingerprinting method

The fingerprint extraction method is derived from [1] and we will now present the specific configuration needed to correctly perform a look-up table based fast search.

After resampling, the audio file is segmented into several overlapping frames. In the following, we will refer to each single fingerprint with the term “sub-fingerprint”. The audio fingerprint of one database file, as expected, has a variable number of sub-fingerprints, depending on the length of the file. Both the overlap and the window length influence the properties of the fingerprints: Increasing values of the window length increase the frequency resolution of the binary fingerprints, i.e., their discriminating power, while increasing values of overlap decrease the probability of non-retrieval of non-aligned audio content, i.e., the same audio content will lead to the same fingerprint, even if two versions have a slight offset between each other.

For every frequency bin m in frame n the energy $E(n,m)$ is computed, while the binary fingerprint $B(n,m)$ is obtained by tracking the inter-frame and intra-frame differences in energy matrix E as shown in equation (1). Binary

fingerprint B is, in this case, matrix with $M = 33 - 1$ columns and variable number of rows N , where the number of rows represents the number of frames of the processed audio file and depends on its length.

$$B(n,m) = \begin{cases} 1 & \text{if } E(n,m) - E(n,m+1) - (E(n-1,m) - E(n-1,m+1)) > 0 \\ 0 & \text{if } E(n,m) - E(n,m+1) - (E(n-1,m) - E(n-1,m+1)) \leq 0 \end{cases} \quad (1)$$

2.1.2 Look-up table generation

After extracting all the audio fingerprints from the database audio files, we will construct a look-up table L . The look-up table is built iteratively, starting from the pre-computed perceptual fingerprints.

More formally, let us denote with $B_{i,n}$ the n -th sub-fingerprint of the i -th file in the database, with I being the number of audio files in the database. $B_{i,n} \in \{0,1\}^M$ with $M = 32$ being the number of bits for each sub-fingerprint. Hence, each possible value of $B_{i,n}$ can be represented with a unique integer value, hereon called $b_{i,n} \in \{0, \dots, 2^M - 1\}$, corresponding to its decimal representation. Let us denote with N_i the number of frames in the i -th file, and with the number of frames of the longest audio file, i.e., $N_i \leq N_{MAX} \forall i \in \{1, \dots, I\}$. We build the look-up table $L(b,i,n)$ as a three dimension binary matrix with three different indices. The first index b is the decimal representation of all possible sub-fingerprints values, i.e., $b \in \{0, \dots, 2^M - 1\}$, while the second index i represents different audio files from the database set of I audio files, i.e., $i \in \{1, \dots, I\}$; the third index $n \in \{1, \dots, N_i\}$ denotes which frame of the n -th audio file we are referring to.

If the n -th sub-fingerprint of the i -th file has a value equal to $b_{i,n}$, $L(b_{i,n},i,n)$ will be equal to 1, otherwise it will be equal to 0. More formally, the desired look-up table $L \in \{0,1\}^{I \times N_{MAX} \times 2^M}$ is built as follows: First, initialize L by setting all his elements equal to 0:

$$L(b,i,n) = 0 \forall (b,i,n) \in \mathbb{N}^{I \times N_{MAX} \times 2^M} \quad (2)$$

Then, for each file i and for each available frame n , store the value of $b_{i,n}$ in the look-up table:

$$\exists B_{i,n} \in \{0,1\}^M \Leftrightarrow L(b_{i,n},i,n) = 1 \forall (i,n) \in \mathbb{N}^{I \times N_{MAX} \times 2^M} \quad (3)$$

Considering the proposed structure, the look-up table is a sparse 3D matrix with only binary values 1 and 0, connecting occurrences of specific sub-fingerprint values inside the database file set. Such a sparse structure can be easily stored in the memory, and provide a fast, compact access to all the sub-fingerprints present within the source audio database.

2.2 Online phase

In order to correctly execute the online phase, a look-up table set as product of offline phase must be present. During the online phase query audio file is segmented with an editing detector and for every detected segment we indicate if the perceptual match of audio is present in our database.

If the perceptual match of the searched audio segment is found, we additionally provide file name(s) and exact location(s) within file(s) where the matching audio is placed inside the database.

Next steps apply separately on each segment previously identified by the editing detector:

- Audio fingerprint extraction, using the same method as in offline phase
- Search through look-up table for potential good candidate locations, detailed in 2.2.2
- Binary fingerprint matching of the query segment with the binary fingerprints from the database on locations selected in previous step, detailed in 2.2.3.

2.2.1 Editing detector

The editing detector used in our work to provide an editing-aware segmentation is the Inverse Decoder. The Inverse Decoder technique is presented in [2] where Gärtner et al. provide us an audio tampering detection method based on analysis of discontinuities in the framing grid, caused either by manipulations within the same recording or across recordings even with the codec change. Goal of this approach is to automatically detect tampering detection using the framing grid offset analysis. Lossy compression leaves characteristic footprints within the material that can be detected even after subsequent decoding. One of such footprint is the framing grid which is used to segment the original audio material during the encoding process [2]. Since in the most cases of audio tampering original framing grid is modified, detection of the framing grid and its inconsistencies can be used to detect and localized tampering. Moreover cuts or splices in audio files created not only due to tampering can also be detected using this approach.

For our specific algorithm, the most important output of the Inverse Decoder is the number of segments, as well as start and duration of every segment: With this information we are able to segment the query audio file and obtain segments for the further analysis. After getting the output of the Inverse Decoder, we perform the search for perceptual duplicates of every obtained segment.

2.2.2 Large database search algorithm

For the look-up table database search we use the look-up table $L(b, i, n)$ pre-computed in the offline phase. In section 2.2.2.1 we describe search through the look-up table to find all the possible pairs of database-file-location containing the same decimal representation of audio sub-fingerprints as the ones from the query segment. Section 2.2.2.2 introduces the algorithm used to reduce number of pairs database file-location in order to leave only the information which are necessary to perform the matching operation with every possible perceptual duplicate of the query segment within the database.

2.2.2.1 Look-up table based search algorithm

Before starting the search by means of the look-up table, we calculate the energy of every frame n in the query segment q , and we denote it as $E_{q,n} \forall n \in \{1, \dots, N_q\}$. Afterwards, we sort the energy values of the frames in a decreasing order, and we store the first N_q^{high} elements in the set N_q^{high} . For a single search through the look-up table, we pick the decimal representation $b_{q,n'}$ of the n' -th binary sub-fingerprint $B_{q,n'}$. The query sub-fingerprint $b_{q,n'}$ is taken by selecting n' from the aforementioned set N_q^{high} .

$$\forall n' \in N_q^{high} \text{ we store } \{(i, n) : L(i, n, b_{q,n'}) = 1\} \quad (4)$$

This sorting and initial selection is performed starting from the assumption that high energy frames are less affected by noise and the other content preserving transformations.

2.2.2.2 Distance aware matching algorithm

Let us refer to the stored pairs of database file and location (i, n) in the equation (4) and connect them to the corresponding high energy frame n' from the set N_q^{high} . Therefore, the number of matching pairs left from the output of the look-up table can still be too high. Both sets, however, can be refined by analyzing the energy of the i -th database file and the energy of the query segment q .

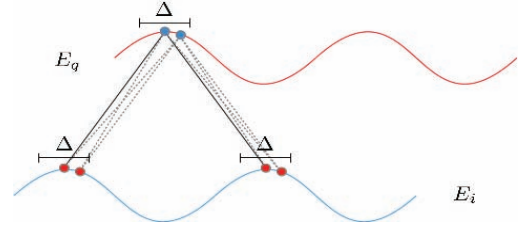


Figure 2. Distance aware refinement of candidate matching frames

Pairs of candidate matching frames between the query segment and the i -th database file are selected in order to ensure that both frames correspond to a local maximum of the energy in an interval of length $\Delta+1$ frames of the respective audio signal.

Figure 2. provides a graphical representation of the distance-aware refinement algorithm: The top red line represents the energy of the query segment q , and the matching frames are displayed with blue dots, the bottom blue line represents the energy of the i -th database file, and the matching frames are displayed with red dots, the selected matching pairs (n_q, n_i) are denoted by the two connecting solid black lines, while the discarded ones are denoted by the dashed lines.

2.2.3 Binary Fingerprint matching approach

For every query sub-fingerprint $b_{q,n'}$ for which we selected the pair (i, n) in the previous step, we align the query binary fingerprint B_q with the binary fingerprint of the database file i according to the positions n_q and n_i from query segment and database file respectively. After aligning them we take only the part of the binary fingerprint B_i which corresponds to the size of the query binary fingerprint B_q and perform the matching.

Matching is performed by calculating the Hamming distance between the audio fingerprint of the query segment B_q and the portion of audio fingerprint extracted from file i , which we will refer to as B_i^* . Hamming distance is calculated between every possible pair of sub-fingerprints, creating a matrix containing the values of Hamming distances:

$$H(n^*, n_q) = \sum_{m=1}^{M-1} B_q(n_q, m) \oplus B_i^*(n^*, m), \quad (5)$$

where, $0 \leq n^* < N_q$, $0 \leq n_q < N$

Afterwards, the values in the matrix H are thresholded with an experimentally selected threshold value T to obtain the binary matching matrix W :

$$W(n^*, n_q) = \begin{cases} 1 & \text{if } H(n^*, n_q) \leq T \\ 0 & \text{if } H(n^*, n_q) > T \end{cases} \quad (6)$$

If inside a resulting matching matrix we can find one diagonal containing a number of ones bigger than a user-defined threshold D , we claim that the query segment q is a perceptual duplicate of one portion of the i -th audio database file.

3. RESULT EVALUATION

Tests were performed in order to evaluate the performance of our algorithm with respect to segment retrieval, perceptual integrity verification and execution time. In other words, our goal is to check if the algorithm is capable of retrieving the correct location of the query segment present in database and to prove that the matched segments are perceptual duplicates while checking the scalability of the system. In order to answer on these questions we are performing two kinds of tests: quality of execution test and scalability of the search algorithm test.

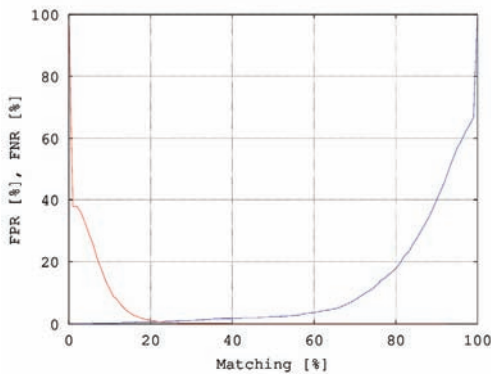


Figure 3. Number of false positives - red line, and number of false negatives - blue line

Testing the quality of the execution involves two tests: Test with expected positive results P, where query files are composed of segment with perceptual duplicates present inside the database, and test with expected negative results N, where perceptual duplicates of query segments are not present inside the database. The total number of used audio files in database is 10, with a total length of approximately 4 hours of recording. We have chosen to apply the algorithm to realistic recordings, leaving aside unrealistic situations such as anechoic rooms with no environmental noise, and also to address only speech recording. For the generation of multi-source query audio files we used the three source audio files. Source audio files were segmented in an energy-wise way, and on every segment random gain change and encoding (including only bitrates of MP3 and AAC codecs) were applied.

In Figure 3. we show the false positives and false negatives rate in order to determine the EER as a crossing point of these two functions. According to the presented results, with a matching threshold of 25% the obtained EER is 0,7%. If the matching matrix threshold is set to value of 30% false positive matching drops down to zero.

For the matching threshold on the EER point obtained precision is 0.995, while recall is 0.99137.

While performing the scalability test, for the creation of the query file we used the same source files as for tests P and N. Since this test is meant to test the dependency between the execution time and the size of the database, we performed several tests starting by using all the available files for the database creation, and then reducing the number of files in the following steps. The dependency between length of database and execution time is shown in Figure 4.

4. CONCLUSION

The proposed method proved to be sufficiently reliable: The system achieved an EER of 0.7%, with precision and recall equal to 99.5% and 99.1%, respectively.

Moreover, the scalability of the proposed algorithm can be considered to be relatively high: The system exhibits a linear dependency with a factor of 0.5% between the time needed by the query and the database length in seconds, despite the complexity introduced by the robustness requirement. Future work could be focused on the increase of the system scalability, either by achieving a sub-linear dependency, or a linear dependency with a lower factor.

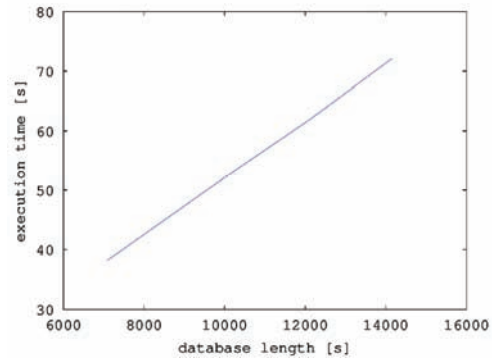


Figure 4. Dependency between time need for search and database length

6. BIBLIOGRAPHY

- [1] J. Haitsma, "A highly robust audio fingerprinting system" 2002, pp. 107-115.
- [2] D. Gärtner, C. Dittmar, P. Aichroth, L. Cuccovillo, S. Mann, and G. Schuller, "Efficient cross-codec framing grid analysis for audio tampering detection"

Biography:



Milica Maksimović was born 1989 in Čačak, Serbia. In 2014 she received her M.Sc in study field Electrical Engineering and Computer Science from the University of Novi Sad. This paper is derived from her master thesis, which was developed during research activity at the Fraunhofer IDMT in Ilmenau, Germany.



Željko Trpovski was born in Rijeka in 1957. PhD at the Faculty of Technical Sciences, Novi Sad in 1998. The field of interest is telecommunication systems and signal processing.

KONCEPT I REALIZACIJA PLATFORME ZA IGRU ZASNOVANE NA INTEGRACIJI UREĐAJA POTROŠAČKE ELEKTRONIKE SA ANDROID OSNebojša Košutić, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*, nebojsa.kosutic@rt-rk.comMilan Mitrović, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*, milan.mitrovic@rt-rk.comMilan Z. Bjelica, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*, milan.bjelica@rt-rk.comVladimir Jelovac, *RT-RK, Sistemi zasnovani na računarima, Novi Sad*, vladimir.jelovac@rt-rk.com

Sadržaj – Ovaj rad sadrži opis koncepta igracke platforme za razvoj društvenih video igara. Platforma se oslanja na proširenje mogućnosti tržišno dostupnih uređaja, kao što su TV prijemnici, tablet računari i mobilni telefoni. Dat je fizički opis sistema i principi realizacije programskog rešenja. Opisana je video igra realizovana za potrebe ispitivanja mogućnosti koncepta i analiza korisničkog iskustva.

1. UVOD

Klasične društvene igre, kao što su igre sa kartama, šah itd., postoje dugi niz godina, ali koncept nikad nije prenet na računarski sistem tako da pokrije sve aspekte igre. Najčešći pristup implementacije društvene igre na računarskom sistemu je međusobno povezivanje igrača putem interneta. Video igre koje se igraju preko interneta negiraju glavnu odliku svake društvene igre, a to je socijalna interakcija igrača. Nedostatak socijalne interakcije je posledica fizičke udaljenosti, čime je interakcija u najboljem slučaju svedena na verbalnu komunikaciju. Drugi pristup podrazumeva da svi igrači igru igraju na istom računaru, pri čemu se međusobno smenjuju. Ovakav pristup zadovoljava potrebu za socijalnom interakcijom, međutim nije moguće realizovati igre za koje je potrebno obezbediti privatnost igrača, kao što su igre sa kartama.

Rešenje koje zadovoljava sve aspekte društvene igre jeste, da se igrači nalaze u neposrednoj blizini i da svaki od njih koristi poseban računar. Upotreba desktop ili laptop računara može biti problematična, zbog potrebe za velikim prostorom, čime je igranje izvodljivo samo u posebnim prilikama. Moderni prenosni uređaji, kao što su mobilni telefoni ili tablet računari, po svojim mogućnostima prevazilaze i neke desktop računare. Takođe, velika rasprostranjenost prenosnih uređaja predstavlja ih pogodnom platformom za razvoj video igara. Male dimenzije prenosnih uređaja ograničavaju mogućnost prikaza celokupnog sadržaja igre, što implicira potrebu za postojanjem centralnog displeja, veće dijagonale, za prikaz deljenog sadržaja igre, dok je privatni sadržaj prikazan na prenosnim uređajima.

U ovom radu opisano je rešenje za razvoj društvenih video igara, integracijom postojećih elektronskih uređaja baziranih na Android operativnom sistemu. Pod elektronskim uređajima podrazumevaju se prenosni uređaji i TV prijemnik. Pored najvećeg udela u tržištu prenosnih uređaja, Android operativni sistem prelazi na TV platformu, što ga čini pogodnim za ciljnu platformu razvoja društvene video igre.

Rad je organizovan u pet poglavlja. U drugom poglavlju opisani su slični koncepti sistema za igranje društvene igre, razmatrani u ranijim istraživanjima. U trećem poglavlju izložen je koncept rešenja fizičke i programske arhitekture sistema. Četvrto poglavlje sadrži opis video igre realizovane za potrebe ispitivanja mogućnosti koncepta i analiza korisničkog iskustva. U petom poglavlju dati su utisci autora u vezi upotrebne mogućnosti sistema.

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Nebojše Košutića. Mentor je bio prof. dr Nikola Teslić.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Zlatibor, juni 2012.

2. RANIJA ISTRAŽIVANJA

U ranijim istraživanjima bilo je reči o realizaciji hibridnog sistema za potrebe razvoja društvenih igara.[1] Sistem bi bio kombinacija računarskog sistema sa klasičnim elementima društvene igre, kao što su tabla za igru i figure. Zarad potrebe za privatnim sadržajem igre, u [2] je opisana dopuna hibridnog sistema prenosnim elektronskim uređajima. Takođe, ponuđena su i rešenja sa upotrebom sistema proširene stvarnosti [3], gde se upotrebom video kamere fizički elementi igre kombinuju sa virtuelnim sadržajem. Svi predloženi pristupi zahtevaju posedovanje dodatne opreme, što smanjuje mogućnost dostupnosti rešenja. Sistem koji se sastoji samo od prenosnih uređaja opisan je u okviru [4]. Predloženo je da igrači se igrači nalaze u neposrednoj blizini i da za igru koriste prenosne uređaje, kako bi se ostvarila društvena uloga igre. Međutim, u sistemu koji se sastoji samo od prenosnih uređaja, postoji problem sa prikazom celokupnog sadržaja igre, zbog malih dimenzija prenosnih uređaja.

3. KONCEPT REŠENJA

Prikaz fizičke organizacije sistema dat je na slici 1. Slika sadrži prikaz centralizovanog modela računarske mreže sa poslužilac-klijent arhitekturom. Međusobno povezivanje uređaja moguće je ostvariti bežičnim putem, upotrebom IEEE 802.11 standarda.



Slika 1: Fizička arhitektura sistema

Sistem se sastoji od dve grupe uređaja:

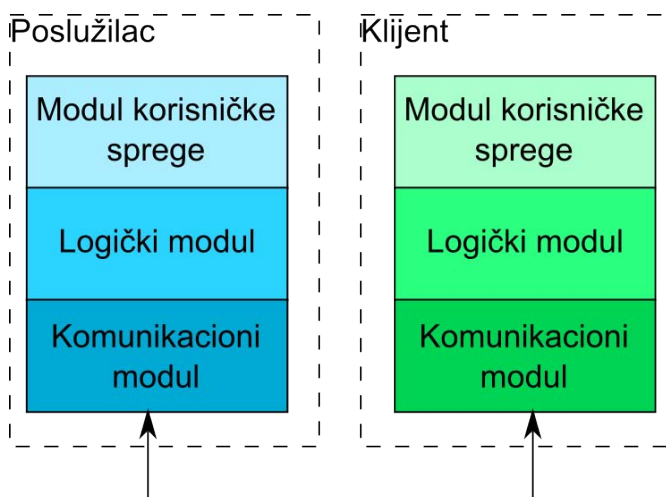
1. TV prijemnik,
2. Prenosni uređaji (tablet računari i mobilni telefoni).

TV prijemnik je centralni uređaj sistema, zadužen za izvršavanje programske aplikacije poslužioca, kao i prikaz deljenog sadržaja igre. Uloga centralnog uređaja je ekvivalentna površini stola u igrama sa kartama ili tabli u igrama sa tablom, kao što je šah.

Uloga prenosnih uređaja je da pruže korisničku spregu, izvršavanjem klijentske aplikacije. Pored mogućnosti upravljanja sadržajem igre, prenosni uređaj pruža mogućnost prikaza privatnog sadržaja, u igrama takve koncepcije kao što su igre sa kartama. Broj prenosnih uređaja prisutnih u okviru sistema zavisi od zahteva igre i organizacije korisnika.

Programske aplikacije namenjene Android operativnom sistemu razvijaju se na Java programskom jeziku. Programska sprega Android platforme obezbeđena je Java programskom bibliotekom, u okviru koje je omogućen pristup sistemskim resursima.

Slika 2 prikazuje programsku organizaciju igračkog sistema. Zbog poslužilac-klijent komunikacione arhitekture postoji potreba za realizacijom dve programske aplikacije. Da bi se obezbedila ponovna upotrebljivost pojedinih delova programskog rešenja, rešenje treba podeli na odgovarajuće logičke celine.



Slika 2: Programska organizacija sistema za igru

Programsko rešenje je podeljeno na tri logička modula:

1. Modul korisničke sprege,
2. Logički modul,
3. Komunikacioni modul.

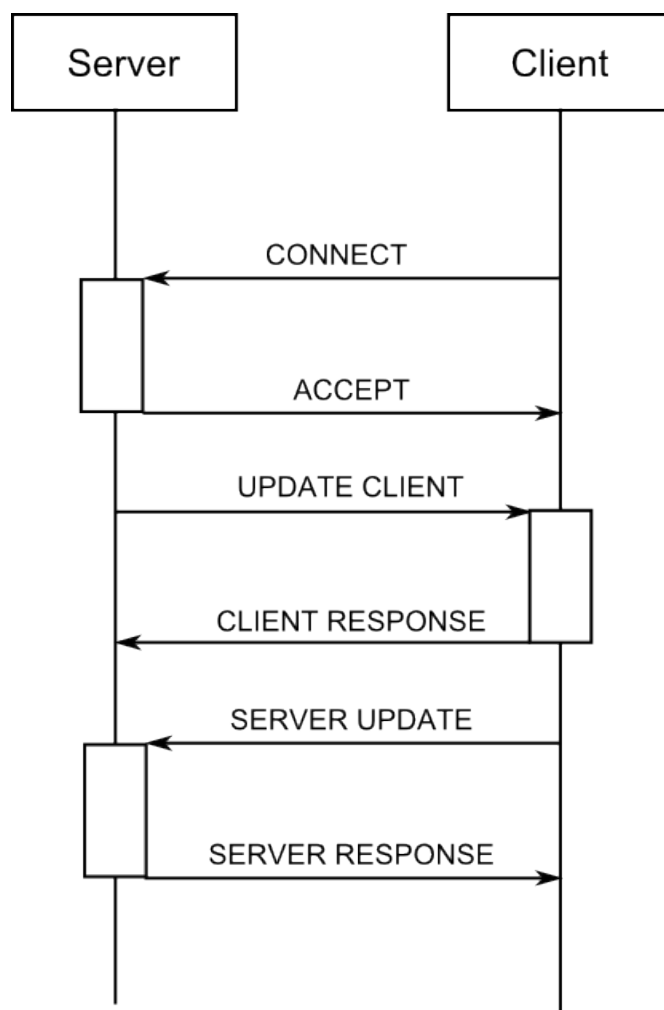
Modul korisničke sprege je izlazno ulazni modul, koji omogućava korisničku interakciju. Interakcija je obezbeđena grafičkim iscrtavanjem sadržaja igre i prihvatom korisničkih unosa. Android platforma podržava razne senzorske uređaje čime se može postići intuitivniji način upravljanja, od klasičnog pristupa sa upotrebom tastature.

U okviru logičkog modula realizovana su pravila igre. U aplikaciji poslužioca, logički modul sadrži trenutno stanje igre, vodi računa o redosledu igrača i poštovanju pravila igre. U opštem slučaju pravila igre mogu se realizovati upotrebom

automata sa konačnim brojem stanja. Uređenom četvorkom (S, S0, I, O, δ) mogu biti opisana pravila bilo koje društvene igre. Gde je S skup stanja, S0 početno stanje, I skup ulaza, O skup izlaza, a δ funkcija prelaza stanja. Logički modul klijentske aplikacije u zavisnosti od trenutnog stanja igre pruža igraču odgovarajuće mogućnosti interakcije. Zbog slojevitosti organizacije programskog rešenja, logički moduli poslužioca i klijenta komuniciraju preko komunikacionog modula, bez potrebe za poznavanjem komunikacione arhitekture.

Komunikacioni modul je zadužen za uspostavljanje veze između poslužioca i klijenta, razmenu poruka o trenutnom stanju igre i prenos korisničkih akcija. Komunikacija se uspostavlja upotrebom TCP/IP protokol steka, dok je za razmenu poruka potrebno obezbediti odgovarajuću metodu enkapsulacije podataka.

Slika 3 prikazuje opšti primer komunikacije poslužioca i klijenta. Nakon uspostavljanja veze između poslužioca i klijenta, sistem je spreman za razmenu poruka. Dalja razmena informacija može biti inicirana od strane poslužioca ili klijenta. Aplikacija poslužioca šalje trenutno stanje igre, čime se usklađuje stanje poslužioca i klijenta. U sličaju korisničke interakcije klijent izdaje komandu poslužiocu. Komanda može biti prihvaćena ili odbijena u zavisnosti od stanja igre.



Slika 3: Tok komunikacije između poslužioca i klijenta

4. ISPITIVANJE SISTEMA

Za potrebe ispitivanja razvijena je društvena video igra sa srednjovekovnom tematikom. Igra predviđa maksimalno četiri igrača. Potez se izvodi bacanjem kocke za igru i pomeranjem piuna po definisanim poljima na tabli. Cilj igre je skupiti što više poena, koji se dobijaju stajanjem na polje na kom se nalazi protivnički piun. Pored piuna igrači raspolažu raznim dodatnim figurama koje strateški raspoređuju po tabli za igru.



Slika 4: Realizovani sistem za igru

Na ekranu televizora prikazana je celokupna tabla za igru, sa vidljivim figurama. Pored table na TV ekranu postoje informacije o trenutnom stanju igre, kao što je broj poteza, poeni igrača i indikacija koji igrač je na potezu.



Slika 5: Sadržaj TV ekrana

Prenosni uređaj takođe prikazuje tablu za igru, kako bi igrači mogli rasporediti figure. Međutim, tabla prikazana na prenosnim uređajima sadrži figure koje nisu vidljive drugim igračima, kao i privatni inventar igrača. Nevidljive figure produbljuju koncept društvene igre, jer klasična izvedba ne omogućava postojanje nevidljivih figura.



Slika 6: Sadržaj ekrana prenosnog uređaja

Ispit upotrebljivosti sistema izveden je u okviru sajma BVE (British Video Expo) u Londonu.[5] Poseticima sajma data je mogućnost da se upoznaju sa konceptom sistema i igranja ponuđene igre. Odgovaranjem na pitanja posetioци su ocenili predstavljeni koncept, upoređujući ga sa klasičnim i internet načinom igranja društvene igre.

U tabeli 1 dat je pregled prosečnih ocena dobijenih na uzorku od 33 ispitanika. Ispitani posetioци ocenjivali su tri koncepta igranja društvene igre, klasičan i naš koncept i igranje putem interneta.

Tabela 1: Prosečne ocene koncepta društvene igre, posetioca BVE sajma u Londonu

Koncept	Klasični koncept	Naš koncept	Internet koncept
Prosečna ocena (1-10)	8,69	8,13	5,77

U odnosu na naš koncept, ispitanici blagu prednost daju klasičnom načinu igranja društvene igre. Međutim, upravo mala razlika u ocenama između našeg i klasičnog koncepta, govori nam da je naš koncept u velikoj meri sličan klasičnom, što je i bio cilj realizacije.

5. ZAKLJUČAK

TV prijemnik predstavlja centar zabave u mnogim domovima. Postojanje televizijskih uređaja koji koriste operativni sistem opšte namene omogućava proširenje njihovih mogućnosti. Televizor kao platforma za igru društvenih igara, dobija novu upotrebnu vrednost. Dok upotreba široko rasprostranjenih uređaja čini platformu svima lako dostupnom. Upravo činjenica da sistem ne zahteva postojanje dodatnih uređaja za igru, može biti glavna prednost za razvoj i primenu igračkog sistema.

Opisani sistem omogućava proširenje koncepta društvene igre, kao i dodatne mogućnosti u kreativnom i tehničkom smislu. Proširenje koncepta se ogleda u uvođenju dodatnih elemenata koje nije bilo moguće realizovati u okviru klasične društvene igre. Takođe, brojni senzorski uređaji, koje podržava Android platforma, pružaju mogućnost za

realizaciju raznovrsnog sadržaja i inovativnog igračkog iskustva.

Moguća proširenja koncepta ogledaju se u upotrebi dodatnih elektronskih uređaja za igru. Primer dodatnog uređaja, koji bi mogao da se integriše sa opisanim sistemom je elektronska kocka.[6]

ZAHVALNICA

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, projekat 32041.

LITERATURA

[1] Regan L. Mandryk, Diego S. Maranan, "False prophets: exploring hybrid board/video games", CHI EA '02, pp. 640-641, April 2002.

[2] Masanori Sugimoto, Kazuhiro Hosoi, Hiromichi Hashizume, "Caretta: a system for supporting face-to-face collaboration by integrating personal spaces", CHI EA '04, pp. 41-48, April 2004.

[3] Yan Xu, Maribeth Gandy, Sami Deen, Brian Schrank, Kim Spreen, Michael Gorbsky, Timothy White, Evan Barba, Iulian Radu, Jay Bolter, Blair MacIntyre, "BragFish: exploring physical and social interaction in co-located handheld augment reality game", ACE '08, pp. 276-283,

October 2008.

[4] Jarmo Kauko, Jonna Hakkila, "Shared-screen social gaming with portable devices", MobileHCI '10, pp. 317-326, September 2010.

[5] M. Z. Bjelica, Vladan Zdravkovic, "Introducing Android TV", *Broadcast Video Expo, Content Delivery Theatre, London, 201*

[6] DICE+ <http://dicepl.us/>

Abstract – This paper describes a concept and implementation of a platform for video game development. The platform relies on use of commercially available devices such as TV sets, tablet PCs and mobile phones, allowing them to create a synergistic gaming experience. The physical description of the system and implementation principles of software solution are given. Paper describes a use case of a developed video board game and presents first user impressions.

THE CONCEPT AND IMPLEMENTATION OF A GAME DEVELOPMENT PLATFORM BASED ON THE INTEGRATION OF CONSUMER ELECTRONIC DEVICES WITH ANDROID OS

Nebojša Košutic, Milan Mitrović, Milan Z. Bjelica, Vladimir Jelovac

PROJEKAT KONSTRUKCIJE VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE STAMBENE ZGRADE U NOVOM SADU

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A MULTISTOREY REINFORCED CONCRETE RESIDENTIAL BUILDING IN NOVI SAD

Dražan Berber, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj - U radu je prikazan projekat konstrukcije višespratne armiranobetonske stambene zgrade Su+Pr+5, kao i uporedna analiza proračuna graničnog stanja ugiba i prsline prema PBAB 87 i EC 2.

Abstract - The project of structure of multistory reinforced concrete residential building basement + ground floor + 5 stories, and a comparative analysis of limit state deflection and limit state to crack by PBAB 87 i EC 2.

Ključne reči: armiranobetonska zgrada, skeletni sistem, ugibi, prsline.

1. UVOD

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje stambene zgrade spratnosti: suteran + 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 brojnim oznakama 1, 2, 3, 4 i 5 se pružaju u „X“ pravcu na međusobnim rastojanjima: 3,4 m, 3,6 m, 3,75 m i 3,9 m, dok se ramovi obeleženi slovnim oznakama A, B, C i D pružaju u pravcu „Y“, na međusobnim rastojanjima: 2,5 m i 5,6 m (slika 1). Objekat je projektovan kao stambeni, sa dvokrakim stepeništem i liftom. U suterenu zgrade su predviđene ostave, vodomer i toplotna podstanica. U prizemlju je smeštena teretana i svlačionice. 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.

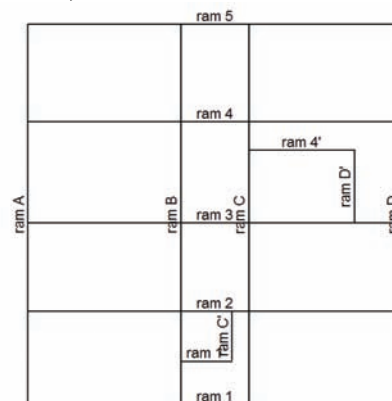
Podovi u sobama, trpezarijama i hodnicima su od klasičnog parketa $d=2,2$ cm, a u kupatilima i kuhinjama od keramičkih pločica. Podovi na terasama su od mrazootpornih pločica $d=1,0$ cm.

U kupatilima i terasama na konstrukciju treba postaviti hidroizolaciju. Stepeništa i hodnici obrađuju se keramičkim pločicama $d=1,0$ cm.

NAPOMENA:

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

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.



Dispozicija ramova

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, osim temeljne ploče je MB30. 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 ploča direktno oslonjena na stubove bez kapitela. Međuspratne konstrukcije su debljine 20,0 cm, primaju gravitaciono opterećenje jednog sprata i prenose ga na stubove objekta. Pored toga međuspratna konstrukcija ukružuje 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 međuspratne konstrukcije. Dimenzije greda u podužnom i poprečnom pravcu su 30/40cm, a armiranje greda izvršeno je prema PBAB 87 i pravilniku za seizmiku.

Stubovi su pretežno konstantnog poprečnog preseka dimenzija $b/d=40/40$ cm, ali i većina stubova u suterenu i prizemlju su prošireni na: 60/50 cm (dva stuba u suterenu), odnosno 60/40 cm (ukupno šest stubova, po tri stuba u suterenu i prizemlju) i 50/40 cm (ukupno sedam stubova, dva stuba u prizemlju i pet stubova na prvom spratu). 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 geomehničkom elaboratu i on iznosi $\sigma_{doz} = 210,0$ kN/m².

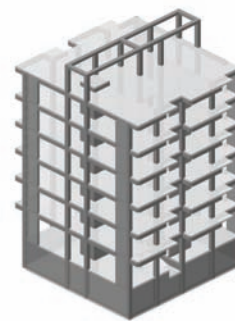
Krovna konstrukcija je prosta drvena. Pored uticaja od sopstvene težine konstrukcija je proračunata i na dejstvo vetra i snega. Opterećenje od krovne ravni preuzimaju drveni rogovi. Predviđen je osovinski razmak rogova $e=89,1$ cm, a rogovi su dimenzija 10/14 cm. Opterećenje sa rogova prenosi se na venčanice i rožnjače. Dimenzije rožnjača su 14/16 cm, a dimenzije venčanica su 12/10 cm. Opterećenje sa rožnjača se prenosi na drvene stubove, dimenzija 14/14 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 JUS 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/m² osnove krova, opterećenje vetrom je računato prema važećim standardima JUS 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).



Izometrija

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 0,3 m). Tlo je modelirano pomoću Vinklerovog (Winkler) modela elastične opruge koje odgovaraju koeficijentu posteljice od 10 MN/m²/m. Statički i dinamički proračun sproveden je na modelu kod koga su kombinovani linijski i površinski elementi.

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. 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 krovničkih pozicija 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 I PRSLINA 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 prslina. Relativno vrlo niska čvrstoća betona pri zatezanju osnovni je uzrok njihove pojave. U toku građenja, prslina

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.

U AB elementu, izloženom složenom savijanju, kada naponi zatezanja u betonu dostignu čvrstoću betona pri zatezanju savijanjem f_{bzs} , pojavljuje se prva prslina. U armiranobetonskim elementima, izloženim zatezanju ili savijanju, praktično je nemoguće izbeći da naponi u betonu ne dostignu čvrstoću pri zatezanju, jer bi ovi elementi bili potpuno neracionalni. Pojava prsline je, prema tome, neizbežna. Neophodno je širinu prsline ograničiti.

3.2 Proračun graničnog stanja ugiba i graničnog stanja prsline prema PBAB 87

Proračunom prema graničnom stanju ugiba, potrebno je dokazati, da maksimalni ugib $v_{max}(t)$ AB elementa, usled najnepovoljnije kombinacije dejstava u toku eksploatacije, u proizvoljnom trenutku vremena t , nije veći od granične vrednosti ugiba v_u .

$$v_{max}(t) \leq v_u \quad (1)$$

Ugib $v(t)$ 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 $v(t)$ 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:

$$v(t) = \int_1 k_s(t) M^f dz_b \quad (2)$$

Ovim postupkom se dobijaju tačni rezultati, ali u praksi se češće primenjuje 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 $v(t)$, u trenutku vremena t , identičan je sa ugibom $v^I(t)$ za stanje I, sračunatim za proračunski model preseka bez prsline.

$$v(t) = v^I(t), \text{ za } M < M_r \quad (3)$$

Vrednost ugiba $v(t)$ isprskalog AB elementa, nalazi se između najmanje moguće vrednosti ugiba $v^I(t)$ za stanje I, sračunate za proračunski model preseka bez prsline i najveće moguće vrednosti ugiba $v^{II}(t)$ za stanje II, sračunate za proračunski model preseka sa prslinom. Određuje se iz izraza:

$$v(t) = (1 - \zeta_b) v^I(t) + \zeta_b v^{II}(t), \text{ za } M > M_r \quad (4)$$

Graničnu širinu prsline a_u neophodno je utvrditi pre izrade statičkog proračuna. U Pravilniku BAB 87, data je samo najveća vrednost, koja ne sme biti prekoračena. Usvajanje granične širine prsline zavisi od zahteva u odnosu na trajnost i funkcionalnost konstrukcije, vodeći računa i o estetici i nepovoljnim psihološkim utiscima. Najveća vrednost granične širine prsline, data PBAB 87, kreće se od 0,05 mm do 0,4 mm. Zavisi od trajanja dejstva, od agresivnosti sredine i od zaštitnog sloja betona, odnosno od parametara koji utiču na koroziju armature.

Proračun prema graničnim stanjima prsline, potrebno je dokazati, da karakteristična širina prsline $a_k(t)$ elementa, usled najnepovoljnije kombinacije u toku eksploatacije, u

proizvoljnom trenutku vremena t , nije veća od granične vrednosti širine prsline a_u :

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

Pojam karakteristične širine prsline $a_k(t)$ u proizvoljnom trenutku vremena t , uveden je radi uzimanja u obzir neujednačenosti stvarnih širina pojedinih prsline. Karakteristična širina prsline $a_k(t)$ definisana je kao vrednost koja je za 70 % veća od vrednosti srednje širine prsline $a_s(t)$:

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

Srednja širina prsline $a_s(t)$ u trenutku vremena t , predstavlja izduženje, koje odgovara srednjem rastojanju prsline l_{ps} i relativnoj srednjoj dilataciji donje zone zategnute armature $\varepsilon_{a1s,R}(t) < 0$, u odnosu na zategnuti beton u njenoj neposrednoj okolini, uzimajući u obzir uticaj skupljanja betona preko slobodne dilatacije skupljanja betona $\varepsilon_s(t, t_0)$:

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

Relativna srednja dilatacija donje zategnute armature $\varepsilon_{a1s,R}(t)$ se izračunava iz sledećeg izraza:

$$\varepsilon_{a1s,R}(t) = \zeta \varepsilon_{a1}^{II}(t) = \zeta \frac{\sigma_{a1}^{II}(t)}{E_a} \quad (8)$$

Koeficijent ζ zavisi od sadejstva zategnutog betona između prsline. Srednje rastojanje prsline l_{ps} određuje se na osnovu analize formiranja stabilizovane slike prsline. Prema Modelu propisa CEB-FIP, određuje se na sledeći način:

$$l_{ps} = 2 \left(a_0 + \frac{e_\phi}{10} \right) + k_1 k_2 \frac{\phi}{\mu_{1z,ef}} \quad (9)$$

Koeficijent armiranja $\mu_{1z,ef}$, koji ulazi u izraz za određivanje srednjeg rastojanja prsline l_{ps} , predstavlja odnos površina donje zategnute armature A_{a1} i efektivne površine zategnutog betona $A_{bz,ef}$. Visina efektivne površine zategnutog betona $h_{bz,ef}$ ne može biti veća od visine zategnute zone $h_{bz,ef} = d - x_r^I$, pri čemu je x_r^I rastojanje od gornje ivice do neutralne linije, neposredno pre pojave prsline u preseku.

3.3 Proračun graničnog stanja ugiba i graničnog stanja prsline 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. Najrigorozniji način procene ugiba jeste da se izračuna krivina u više preseka duž elementa, a zatim izračunati ugib numeričkom integracijom.

Treba da se usvoji granična vrednost računске širine prsline w_{max} , vodeći računa o predviđenoj nameni i prirodi konstrukcije kao i o koštanju ograničenja prsline. EC 2 preporučuje da vrednosti za w_{max} , u zavisnosti od klase izloženosti, budu 0,3 – 0,4 mm.

Karakteristična širina prsline w_k može se sračunati iz izraza:

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \quad (10)$$

gde je: $s_{r,max}$ - maksimalno rastojanje prslina; ε_{sm} - srednja vrednost dilatacije armature za merodavnu kombinaciju opterećenja, uključujući uticaj prinudnih deformacija i sadejstvo zategnutog betona, ε_{cm} - srednja vrednost dilatacije u betonu između prslina.

U slučajevima kada je armatura koja prijanja sa betonom raspoređena u zoni zatezanja na dovoljno malim rastojanjima, $\leq 5 (c + \varnothing/2)$, maksimalno konačno rastojanje prslina može da se sračuna prema sledećem izrazu:

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \frac{\phi}{\rho_{p,eff}} \quad (11)$$

Kada je međusobno rastojanje armature sa prijanjanjem veće od $5 (c + \varnothing/2)$, ili kada u zategnutoj zoni nema armature sa prijanjanjem, gornja granica širine prslina može se odrediti pretpostavljajući maksimalno rastojanje prslina:

$$s_{max} = 1,3 (h - x) \quad (12)$$

4. ANALIZA REZULTATA

Proračunom prema PBAB 87 ugib grede se dobija 17,22 mm, a prema EC 2 ugib je 8,79 mm.

Ta razlika se može objasniti analizirajući formule po kojima se računaju ugibi. PBAB 87 daje dve varijante za određivanje konačnog ugiba:

$$v(t) = v^I(t), \text{ za } M < M_r \quad (13)$$

$$v(t) = (1 - \zeta_b) v^I(t) + \zeta_b v^{II}(t), \text{ za } M > M_r \quad (14)$$

gde je M_r moment pojave prslina, dok je po EC 2, za slučaj kada je potreban proračun, formula za određivanje konačnog ugiba:

$$\alpha = \zeta \alpha_{II} + (1 - \zeta) \alpha_I \quad (15)$$

Formule (14) i (15) su potpuno identične, u njima se vrednost ugiba u stanju I množi sa $(1 - \zeta)$, a ugiba u stanju II sa ζ . Kako je i formula za određivanje konačnog ugiba identična, razlike u rezultatu proizilaze iz različitih formula za određivanje ukupnog momenta inercije. Deo formule 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 $n = E_a/E_b$, a u EC 2 koeficijent je $(m-1)$, gde je m odnos modula elastičnosti armature i efektivnog modula elastičnosti betona $m = E_a/E_{c,ef}$.

Takođe u izrazu za određivanje ugiba, PBAB 87 koristi običan modul elastičnosti betona, a EC 2 efektivni modul elastičnosti betona.

Karakteristična širina prslina u toku vremena, na sredini raspona grede, dobijena proračunom prema PBAB 87 je $a_k(t_0) = 0,1887$ mm. Karakteristična širina prslina za isti presek prema EC 2 je $w_k = 0,16$ mm. Različiti rezultati se mogu objasniti analizirajući formule po kojima se računaju karakteristične vrednosti širine prslina.

Po PBAB 87 karakteristična širina prslina se definiše kao vrednost koja je za 70 % veća od vrednosti srednje širine prslina. Po EC 2 vrednost karakteristične širine prslina se dobija kao proizvod maksimalnog rastojanja prslina i razlike srednjih vrednosti dilatacija u armaturi i betonu. Po PBAB 87 srednje rastojanje prslina se dobija kao zbir dva člana.

U prvom članu figuriše zaštitni sloj betona do armature a_0 i prečnik podužne armature $\varnothing$ podeljen sa 10. Njihov zbir se množi koeficijentom 2. U drugom članu figurišu koeficijent koji uzima u obzir prionjivost betona i armature k_1 , koeficijent kojim se uzima u obzir dijagram dilatacija k_2 , prečnik podužne armature $\varnothing$ i koeficijent armiranja donje zategnute armature $\mu_{1z,ef}$.

Po EC 2 maksimalna vrednost se, takođe, računa kao zbir dva člana. U prvom članu, za razliku od PBAB-a figuriše samo zaštitni sloj betona do armature a_0 , ali se on množi sa većim koeficijentom (preporučena vrednost je $k_3 = 3,4$).

U drugom članu dodaje se još i koeficijent k_4 (preporučena vrednost je $k_4 = 0,425$). Razlikuju se i vrednosti koeficijenata k_1 i k_2 . Po EC 2 se vrednosti za koeficijent k_1 propisuju duplo veće nego po PBAB 87. Za koeficijent k_2 vrednosti se razlikuju četiri puta.

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.

Prema PBAB 87 dobijaju se manje vrednosti srednjih rastojanja prslina nego prema EC 2, ali po EC 2 se dobijaju manje dilatacije pa je konačna vrednost karakteristične širine prslina po EC 2 manja od vrednosti koja se dobija po PBAB 87. EC 2 daje veće gornje granične vrednosti karakteristične širine prslina nego PBAB 87.

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:



Dražen Berber rođen je u Zadru 1986. godine. Diplomski - master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo - usmerenje konstrukcije odbranio je 2014. godine.

МЕТОДОЛОГИЈА ПРОРАЧУНА БИЛАНСА ВОДА И ХИДРОМОДУЛА НАВОДЊАВАЊА

METHODOLOGY OF WATER BALANCE CALCULATION END RATE OF RUNOFF

Јована Топалић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област - ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У раду је потребно приказати како се одређују потребе за водом биљака приликом наводњавања, шта је то евапотранспирација и коју улогу она игра у одређивању хидромодула наводњавања, које врсте хидромодула постоје и на који начин се рачунају, и за крај коју улогу имају хидромодули код димензионисање система за наводњавање.

Abstract – In this work is needed to show how can we calculate water needs for different plants in irrigation, what is the evapo-transpiration and what is the role of her in rate of runoff calculation, what kinds of rate of runoff does exist and how to calculate them, and for the end what is there role in dimensioning of irrigation system.

Кључне ријечи: Евапотранспирација, хидромодел наводњавања, водни биланс, хидрофитотермички коефицијент

1. УВОД

Хидромодел наводњавања представља количину воде коју треба довести на земљиште у јединици времена на јединицу површине (веза између дневне количине воде коју треба довести на земљиште у радном дану и дужине дневног радног времена). Овај податак је основни податак, поред познате површине система који ће се наводњавати, приликом одређивања протока воде за димензионисање система.

2. ЕВАПОТРАНСПИРАЦИЈА КАО КЉУЧНИ ЕЛЕМЕНТ У ПРОРАЧУНУ ПОТРЕБА ЗА ВОДОМ У НАВОДЊАВАЊУ

Кључан елемент за дефинисање хидромодула система је одређивање потреба за водом у системима за наводњавање. Потребне за водом пољопривредних култура изражавају се преко евапотранспирације у коју су укључени транспирација биљака и испаравање са земљишта покривеног биљним покривачем.

Евапотранспирација је сачињена од веома сложених, међусобно зависних процеса кретања воде из земљишта и кроз биљке у атмосферу. Вриједности евапотранспирације се добијају директним мјерењима или индиректним методама прорачуна на основу различитих климатских параметара.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био проф. др Срђан Колаковић.

Евапотранспирација се може одређивати директно (метода лизиметара) или индиректно (водни биланс, енергетски биланс и метода екстраполације).

Данас се најчешће користе индиректне методе одређивања евапотранспирације и то најчешће енергетске методе. Најзначајније методе за одређивање евапотранспирације наведене у Табели 1 и уз сваку су дефинисани неопходни подаци за прорачун. Уколико желимо што тачније резултате, неопходно је користити методу која је у климатским и педолошким приликама слична онима који ће бити у експлоатацији. То је прво и основно правило кога се требамо придржавати.

Табела 1: Важније методе прорачуна коришћене за процјену потребе култура за водом (Приручник за хидротехничке мелиорације, 2. Коло, Књига 2, Грађевински факултет Ријека)

Autor	Parametri											Rezultati
	Temperatura	Vlaga zraka	Termom. suhvl. vazd.	Dužina dana	Insolucija/nobla	Zrčenje	Brzina vjetrova	Isparitelj	Kulture	Fakt. pedologije	Korekc. faktor	
Makkink, 1957, Nizoz.	x					x						ET _p trave
Blaney-Cridle, 1964, SAD	x			x					x			Ukupne potrebe mjesec. i dnevne
Jensen-Haise, 1963, SAD	x		(x)	(x)	x				x	(x)		ET _p i ET _r
Penman, 1948-56, UK	x	x	(x)	(x)	x	x			(x)			E _p ili ET _c
Bouchet, 1962, Franc.	x	x					x				x	ET _p
Halkais, 1955, SAD							x				x	ET _c
Lowry-Johnson, 1942, SAD	x										x	ET polja
Thornthwaite, 1955, SAD	x			(x)							x	ET _c
Ture-Langbein, 1954, Franc.	x										x	ET _p i ET _c
Sarow, SSSR	x										x	ET za opt. proizv.
Haude, 1952, Njemačka			x	(x)		(x)				x		ET _c
Skvortsov, 1950, SSSR			x								x	ET _c
Blaney-Morin, 1942, SAD	x	x		x					x			ET _c mjesecni
Prescott, 1949, SAD	x	x	x							x		ET _c
Halstead, 1951, SAD	x	x	x									ET _c
Rohwer, 1931, SAD	x	x				x				x		x ET _c
Ivanov, 1957, SSSR	x	x										ET _c optim. vlažn.
Kostjakov, SSSR	x	x									x	ET _c

3. ИЗБОР РАЧУНСКЕ МЕТОДЕ

Прије самог прорачуна евапотранспирације, неопходно је размотрити све хидролошке и педолошке подлоге које посједујемо, као и мјерења о потрошњи воде појединих усјева.

На основу онога са чиме располажемо, бирамо адекватну методу за прорачун. Ако имамо све податке, онда ћемо радити најкомплетнију методу, а то је Penman-ова. Ова метода је поуздана и за јако кратке временске периоде за које посједујемо мјерене

податке. Климатски подаци морају укључити сунчеву радијацију, вјетар, температуру зрака, падавине и све то у временском интервалу прорачуна ET_0 . Када се проводи баждарење везано за локалне прилике, треба утврдити конзистентну везу између употребељеног референтног усјева, коефицијента културе и рачунске методе.

Француски истраживач *Turc* објавио је прву верзију своје формуле још 1951.-е године и била је у првом реду намијењена за одређивање дефицита отицања на основу водног биланса. Друга верзија ове методе (1960.) прилагођена је прорачуну ET , вишеструко је тестирана на лизиметарским станицама у Versailles-у као и у бројним хидролошким билансима широм свијета.

Амерички истраживач *Thornthwaite* предложио је своју формулу након што је провео велики број испитивања у субхумидном и семиаридном климату, и то мјерењем испаравања „ниске густе вегетације“. Баждарена је на основи прикупљених података мјерења испаравања на средњој земљописној ширини, у лизиметрима површине $4m^2$ и дубине подземне воде од 0.5 m.

У **Табели 2** је дефинисано који подаци су непоходни за прорачун појединим методама:

Табела 2: Подаци потребни за примјену појединих метода (Приручник за хидротехничке мелиорације, 2. Коло, Књига 2, Грађевински факултет Ријека)

Metoda	Temperatura	Vlaga zraka	Vjetar	Osunčanje	Zračenje	Isparavanje	Okolina
Blaney-Cridde	*	o	o	o			o
Radijacija	*	o	o	*	(*)		o
Penman	*	*	*	*	(*)		o
Isparitelj		o	o			*	o
Turc	*			*	(*)		o
Thornthwaite	*			(*)			o

* *mjereni podaci*

o *procijenjeni podaci*

(*) *poželjno, ali ne i prije nego potrebno*

4. ПРОРАЧУН ХИДРОМОДУЛА НАВОДЊАВАЊА НА ОСНОВУ ВОДНОГ БИЛАНСА

Водни биланс тла је дио хидролошког циклуса, који је базиран на чињеници да земљиште представља медиј преко кога се обавља „промет“ водом током године. Током године земљиште се ритмички пуни и празни зависно од динамике „прихода“ и „расхода“ тј. од улаза и излаза воде.

Основни параметри на којима се заснива анализа водног биланса тла јесу: падавине (Π), потенцијална евапотранспирација ($ПЕТ$), резерва лако приступачне воде у тлу ($РЛПВ$) и отицај (O).

Клима са својим чиниоцима: температуром ваздуха, падавинама и режимом испаравања, имплицира примјену наводњавања и одводњавања.

Главна ставка „прихода“ воде у једначини водног биланса тла су падавине (Π). Оне су неравномјерно распоређене у простору и времену, па као фактор водног биланса носе обиљежје највеће

варијабилности. То је иначе мјерљив члан једначине водног биланса.

Ставке „расхода“ воде у једначини водног биланса су евапотранспирација (ET) и отицај (O). Евапотранспирација (ET) је много „мирнији“, али најтеже мјерљив и најмање мјерени члан једначине водног биланса тла. Међутим, до тог елемента долази се рачунским путем на бази потенцијалне евапотранспирације ($ПЕТ$) рачунате по методама различитих аутора (*Thornthwaite*-а, Турк-а, Пенман-а и др.).

Отицај (O) је директно пропорционалан падавинама и појављује се у виду површинског, подповршинског и подземног отицања. Површински отицај у водном билансу тла је квантификован као дио вишка воде или потенцијалног отицања. Подповршински и подземни отицаји су у директној вези са водно-физичким својствима тла, а код хидро-морфних тла, отицаји се могу занемарити због слабе водопрпусности подлоге.

Сљедећи кључни улазни податак у водном билансу тла је резерва лако приступачне воде у тлу ($РЛПВ$). Од тог податка зависи да ли ће се и када након одређених падавина и динамике евапотранспирације у тлу јавити вишкови или мањкови воде.

Водни биланс вегетационог периода врши се ради утврђивања потреба у води као и њиховог распореда у анализираном периоду. Да бисмо извршили биланс, неопходно је да имамо хидролошки низ година са метеоролошким подацима (падавине, температура, влажност ваздуха, ниво подземне воде...).

Са тим хидролошким низом симулирамо прорачун потреба у води у случају одређене пољопривредне производње.

Потребе у води се израчунавају на основу потенцијалне евапотранспирације, а обрачунски интервал времена је обично мјесец дана. Да би прорачун био тачнији, требало би извршити биланс и за ванвегетациони период да бисмо знали какво је стање тла, односно да ли ће резерва бити попуњена. Због лакшег рада и прорачуна, резерва се усваја да је једнака лакоприступачној води.

Биланс вегетационог периода се врши тако што се у табеле унесу подаци о падавинама у вегетационом периоду, срачунате вриједности евапотранспирације, резерве на почетку вегетационог периода и стварне евапотранспирације. Онда се улази у прорачун билансирањем и добијају се вриједности мањкова и вишкова као што је приказано у **Табели 3**:

Табела 3: Биланс вегетационог периода за 1980.-у годину

BILANS ZA VEGETACIONI PERIOD 1980							
MJESEC	IV	V	VI	VII	VIII	IX	SUMA
P	71	106	59	44	39	40	
ETP	40	76	120	125	114	75	
Δ	0	0	61	39	0	0	
R	100	100	39	0	0	0	
SET	40	76	120	125	114	75	
V	31	30					
M				42	75	35	152

Мањкови за мјесеце у којима је потреба за водом највећа улазе у статистичку обраду података

(претпостављајући да исти подлијежу нормалном закону расподеле). За почетак се одреди силазни низ мањкова, а затим се рачунају вјероватноћа појаве и повратни период датог мањка. Повратни период мјеродаван за димензионисање јесте десетогодишњи.

$$P = \frac{n}{N+1}$$

$$Tp = \frac{1}{P}$$

P = учесталост по Weibull-
 n = ранг података у опадајућем низу
 N = број података, тј анализираних година
 Tp = повратни период појаве вишка

За сваку вјероватноћу појаве и мјеродавни мањак у датој години, подаци се наносе на нормални папир вјероватноће. Права са које се читава мјеродавни десетогодишњи мањак је права конструисана кроз три тачке:

84 %, $msr-\sigma$

50 %, msr

16 %, $msr+\sigma$

σ = стандардно одступање од средње вриједности
 msr = средња вриједност суме мањкова за 31 годину

Након читавања мјеродавних мањкова у mm, за карактеристичне мјесеце, закључи се који је мјеродавни мјесец за прорачун хидромодула *јер је у њему мањак највећи*.

Затим се рачуна хидромодул према формули:

$$q = \frac{m \cdot 1.15 \cdot 1.10}{Tn}$$

Вријеме наводњавања Tn зависи од аутоматизованости опреме као и од организационе структуре, техничке службе која врши наводњавање (што многи занемарују). Што се тиче опреме за наводњавање код кишних крила ефективно вријеме у једном дану може да износи од 12-14 часова. Код савремених аутоматских машина ефективно радно вријеме може да износи свих 24 часа, међутим због евентуалних поправки и застоја у раду обично се за ово вријеме усађа 22 часа.

5. ПРОРАЧУН ХИДРОМОДУЛА НАВОДЊАВАЊА НА ОСНОВУ ХИДРОФИТОТЕРМИЧКОГ КОЕФИЦИЈЕНТА

Директним мјерењима на огледном пољу за неко климатолошки хомогено подручје одређује се **хидрофитотермички коефицијент**. Одређивање овог коефицијента је повезано са дуготрајним, вишегодишњим мјерењима. Овај коефицијент је утврђиван по фазама развоја биљака за одређено климатско – хомогено подручје. Стручњаци Пољопривредног факултета у Новом Саду

и Земуну су након вишегодишњих истраживања дошли до ових коефицијената на подручју Војводине (Табела 4). Самим тим и евапотранспирација се изражава преко овог коефицијента (Kf) и средње дневне температуре (Tsr) ваздуха или њене мјесечне суме.

$$ETP = Kf * Tsr \quad [mm/dan]$$

$$ETP = Kf * \Sigma Tsr \quad [mm/mjesec]$$

Табела 4: : Хидрофитотермички коефицијенти култура добијени на огледним пољима у Војводини (скрипта Наводњавање, проф.др. Срђан Колаковић)

Месец	Ср. дневна температура (°C)	кукуруз	пшеница	соја	Култура Kf	боранија	аливи пат.м.	сума
мај	< 15.1 15.1 - 18.3 > 18.3	0.12 0.14 0.17	0.12 0.15 0.18	0.10 0.11 0.14	0.14 0.17 0.21		0.18	0.15
јун	< 18.4 18.4 - 21.0 > 21.1	0.14 0.16 0.18	0.17 0.20 0.22	0.15 0.17 0.19	0.11 0.13 0.15	0.22	0.22	0.18
јул	< 20.1 20.1 - 22.7 > 22.7	0.16 0.18 0.20	0.19 0.21 0.24	0.16 0.18 0.20	-	0.24	0.21	0.18
август	< 19.1 20.1 - 22.7 > 22.7	0.15 0.18 0.21	0.17 0.20 0.23	0.15 0.17 0.19	-		0.21	0.22
септембар	< 15.4 15.4 - 18.3 > 18.3	0.10 0.12 0.14	0.10 0.12 0.14	0.10 0.11 0.13	-		0.15	0.14

За почетак прорачуна хидромодула на основу хидрофитотермичког коефицијента, неопходно је познавати пројекцију биљне производње на датом подручју

Суштина прорачуна хидромодула на основу хидрофитотермичког коефицијента јесте одређивање потреба у води датих култура. За мјесец у коме су највеће потребе за водом, одредимо хидромодул. На њега димензионишемо водозахват и главну разводну мрежу.

Сам прорачун потреба у води се врши на основу следеће једначине:

$$A = \frac{Kf * Tsr * B * C}{10}$$

A = потребе за водом у m³/ha

B = број дана у датом мјесецу

C = проценат површине који заузима дата култура

Kf = хидрофитотермички коефицијент

Tsr = средња дневна температура

Када се одреди мјесец са највећом потрошњом, онда се хидромодул рачуна на основу формуле:

$$q = \frac{X \cdot 1.10}{Tn}$$

X = потребе за водом, добијене на основу прорачуна, за јули мјесец

1.10 = увећање за 10 % због губитака (да бисмо били на страни сигурности)

Дионични хидромодул, добија се на основу највећих потреба у води за одређену културу. На основу овог податка се рачуна дионични хидромодул, који се користи за димензионисање секундарног цјевовода, односно цјевовода од главног цјевовода до прскача.

6. ЗАКЉУЧАК

У овом раду се види да је прорачун хидромодула наводњавања полазни елемент за димензионисање система за наводњавање. Његова вриједност зависи, између осталог, од евапотранспирације и расположивих хидролошких подлога на предметном подручју.

Након усвајања методе прорачуна евапотранспирације и завршеног прорачуна, користи се или метода водног биланса или хидрофитотермички коефицијенти да би се добиле неопходне количине воде приликом заливања поједних култура.

На основу ових података и срачунатих хидромодула наводњавања (система и дионичног) димензионише се водозахват, разводна мрежа и секундарна мрежа, што је полазни корак у пројектовању система за наводњавање.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] С. Колаковић, С. Трајковић: *Хидротехничке мелиорације (одводњавање)*; Нови Сад – Ниш, 2006.;
- [2] С. Колаковић: *Скрипта – наводњавање*; ФТН, Нови Сад;
- [3] З. Кос, О. Вонаси, В. Просен и други: *Приручник за хидротехничке мелиорације*, 2. Коло, Наводњавање, Књига 2; Ријека, 1993.;
- [4] Х. Хреља: *Вјероватноћа и статистика у хидрологији*, ГФ, Сарајево, Сарајево, 2000.

Кратка биографија:



Јована Топалић, рођена је у Сарајеву (БиХ) 1990. године. Мастер рад је одбранила у октобру 2014. године на Факултету Техничких наука, студијски програм Грађевинарство, област Хидротехника.

TROŠKOVI SPROVOĐENJA MERA BEZBEDNOSTI I ZDRAVLJA NA RADU U GRAĐEVINARSTVU**COST OF IMPLEMENTATION MEASURES OF SAFETY AND HEALTH AT WORK IN CIVIL ENGINEERING**

Jovan Menićanin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – *Ovaj rad daje uvid u visinu troškova primene mera bezbednosti i zdravlja na radu u građevinarstvu i u važeću zakonsku regulativu iz ove oblasti.*

Abstract – *This thesis provides insight into the amount of the costs of application of safety and health in civil engineering and in the current legislation in this area.*

Ključne reči: *Bezbednost i zdravlje na radu, mere zaštite na radu u građevinarstvu.*

1. UVOD

U poslednjih par godina, najviše iz razloga aktuelnog približavanja naše zemlje Evropskoj Uniji, doneseni su novi pravni akti koji dodatno uređuju oblast bezbednosti i zdravlja na radu u građevinarstvu.

Prvo je, 2005. godine, na snagu stupio Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu, koji predstavlja kamen temeljac uređivanja kompletne oblasti bezbednosti i zdravlja na radu u svim delatnostima, a samim tim i u građevinarstvu. Kasnije, tačnije 2009. godine stupila je na snagu Uredba o bezbednosti i zdravlju na privremenim i pokretnim gradilištima izuzev odredaba člana 4. st. 1 i 2, člana 8. i čl. 10-13 koje su stupile na snagu 01. jula 2011. godine. Poslednji pravni akt koji je donesen i direktno utiče na oblast građevinarstva jeste Pravilnik o sadržaju elaborata o uređenju gradilišta iz 2012. godine.

Osim navedenog zakona, uredbe i pravilnika, u međuvremenu - od 2005. godine do danas usvojena su još mnoga pravna akta koja indirektno utiču na funkcionisanje oblasti bezbednosti i zdravlja na radu u građevinarstvu. Tu je pre svega potrebno napomenuti sledeće pravilnike: Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini („Sl. glasnik RS“, 2006.god. i izmena 2010.god.), Pravilnik o postupku pregleda i ispitivanja opreme za rad i ispitivanja uslova radne okoline („Sl. glasnik RS“ br. 94/2006 i 108/2006), Pravilnik o prethodnim i periodičnim lekarskim pregledima zaposlenih na radnim mestima sa povećanim rizikom („Sl. glasnik RS“, 2007.god. i izmena 2008.god) i Pravilnik o obezbeđivanju oznaka za bezbednost i zdravlje na radu. („Sl. glasnik RS“, br.95/2010).

Naravno, donošenjem svih tih zakonskih dokumenata nije rešen problem velikog broja povređivanja i smrtnih slučajeva u oblasti građevinarstva već je samo stvorena dobra zakonska osnova.

NAPOMENA:

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

Da bi se do rezultata u praksi došlo, neophodno je, pre svega, povećanje svesti iz oblasti bezbednosti i zdravlja u građevinarstvu, najpre kod investitora, zatim kod izvođača - poslodavaca, a na kraju i samih radnika.

Kako bi do tog povećanja svesti došlo, u današnje kapitalističko vreme, kroz ovaj rad je pokazana isplativost ulaganja u primenu mera bezbednosti i zdravlja na radu, u odnosu na rizike (novčane kazne i krivične prijave) koje neprimenjivanje tih mera donosi.

2. PRIMENA ZAKONSKE REGULATIVE

Da bi se došlo do analize troškova primene mera bezbednosti i zdravlja na radu u građevinarstvu prvo će biti obajšnjeno na koji način pravilno treba primenjivati zakonske propise.

Investitori objekata su prvi i najvažniji u lancu obezbeđivanja bezbednih uslova za rad zaposlenih na gradilištu. Oni su u obavezi da, pre početka radova na gradilištu, obezbede da se izradi Plan preventivnih mera kojim se propisuju sve mere bezbednosti i zdravlja na radu koje moraju da primenjuju izvođači radova. Time bi, između ostalog, trebalo da se eliminišu sa tržišta izvođačke firme koje su bile jeftinije iz razloga ne uračunavanja troškova koje prouzrokuje primena mera zaštite zaposlenih. Znači investitori bi trebali da daju prednost izvođačkim firmama koje pored kvaliteta izvedenih radova imaju i reference koje se odnose na mali broj povreda njihovih zaposlenih.

Sa druge strane, poslodavci - izvođači radova, trebalo bi studiozno da se upoznaju sa Planom preventivnih mera, i na osnovu njega da procene sve rizike koji se mogu javiti na konkretnom gradilištu i da na osnovu toga odrede mere za bezbednost i zdravlje na radu kojim će se ti rizici dovesti na dozvoljen nivo. Dakle, pošto su radovi na gradilištu specifični iz razloga što se procena njihovih rizika ne može uraditi na osnovu posmatranja i praćenja procesa rada, već se mora uraditi na osnovu tehničke dokumentacije i plana preventivnih mera, iskustvo i obrazovanje procenitelja mora biti na visokom nivou. Utvrđene mere za otklanjanje, smanjenje ili sprečavanje rizika do kojih se dolazi pomenutom procenom treba da budu sastavni deo Elaborata o uređenju gradilišta. Pored toga, sastavni deo elaborata kojim poslodavac prijavljuje svoje radove inspekciji rada, treba da budu prilozi i detaljan opis radova na gradilištu kojim se utvrđuje tehnologija bezbednog i sigurnog obavljanja svih radnih operacija na konkretnom gradilištu. Prilozi elaborata je neophodno da obuhvate sledeće spiskove: spisak radnih

mesta sa povećanim rizikom, spisak zaposlenih raspoređenih na radna mesta sa povećanim rizikom i spisak zaposlenih osposobljenih za bezbedan i zdrav rad, uključujući i potpisan spisak zaposlenih koji su upoznati sa merama za bezbednost i zdravlje na radu utvrđenim u odgovarajućem elaboratu.

Sve gore navedeno treba da bude ispoštovano i isplanirano pre samog izvođenja radova na gradilištu, a kontrolu poštovanja svih tih propisanih obaveza, ispred investitora kontroliše koordinator za bezbednost i zdravlje na radu u fazi izvođenja radova, ispred poslodavca njegovo lice za bezbednost i zdravlje na radu, a zakonsku kontrolu nad svima vrši inspeksijski nadzor - Inspektorat za rad.

3. ANALIZA TROŠKOVA PRIMENE MERA BZR

Analiza troškova primene mera bezbednosti i zdravlja na radu za izvođače radova u građevinarstvu, urađena je na konkretnom primeru izgradnje poslovnog objekta spratnosti Su+P+1+Pk, BRGP 2031,88m². Ovim primerom jasno su prikazani svi troškovi jedne građevinske izvođačke firme prilikom izvođenja "grubih" građevinskih radova.

Što se tiče građevinskog preduzeća koje se analizira, usvojena je jedna manja izvođačka firma, baš onakva kakve su danas najčešće na tržištu. Struktura te firme prikazana je na slici 1 - Šema organizacione strukture izvođačke firme.



Slika 1. Šema organizacione strukture izvođačke firme

Pošto zakon pruža dve mogućnosti kada je u pitanju obavljanje poslova bezbednosti i zdravlja na radu kod poslodavca, u ovom radu je odabran češći slučaj, a to je da obavljanje pomenutih poslova vrši pravno lice sa licencom. Drugi slučaj, kada poslodavac ima stalno zaposlenog sa položenim stručnim ispitom za vršenje poslova bezbednosti i zdravlja na radu nije uzet u obzir jer je na sadašnjem tržištu to skuplja varijanta za poslodavca, naročito kada se uzme u obzir plaćanje poreza i doprinosa na platu tog zaposlenog.

U daljem tekstu će biti navedeni troškovi za ispunjenje svake pojedinačne obaveze izvođača radova u obezbeđivanju primene mera bezbednosti i zdravlja na radu prilikom građenja predmetnog objekta. Cene navedenih obaveza su date sa PDV-om, na osnovu cenovnika jednog Instituta za bezbednost i zdravlje na radu i predstavljaju realne i uobičajene cene u današnjim uslovima građevinskog poslovanja. Troškovi obaveza čije ispunjavanje važi za određeni vremenski period će biti korigovani na period koji je potreban za izgradnju predmetnog poslovnog objekta. Prema dinamičkom planu za izgradnju usvojenog objekta je potrebno 7 meseci, međutim prilikom korekcije troškova računaće se sa vremenskim periodom od godinu dana. Što se tiče troškova koji su "stalni", odnosno čije ispunjavanje je potrebno samo jednom (npr. Akt o proceni rizika), oni će biti korigovani za predmetno gradilište umanjenoj ukupne cifre (uzeće se u obzir pretpostavka da će data

firma u budućnosti graditi bar 10 objekata, tako da će ukupna cifra biti podeljena sa 10).

Prva od obaveza koju treba ispuniti jeste donošenje akta o proceni rizika za svako radno mesto. Akt o proceni rizika se donosi prilikom osnivanja firme i nije ga potrebno ponovo donositi prilikom osnivanja nekog drugog gradilišta. Akt o proceni rizika treba doneti za radna mesta: direktor, pravnik, ekonomista, šef gradilišta, kranista, vozač, visoko kvalifikovani radnik i pomoćni radnik, što je ukupno 8 radnih mesta. Cena donošenja akta po radnom mestu iznosi 5.000,00 dinara, tako da je za donošenje akta potrebno izdvojiti: 5.000,00 * 8 radnih mesta = 40.000,00 dinara. Kako je akt o proceni rizika "stalni" trošak koji se donosi samo jednom i koji se ne može pripisati samo ovom gradilištu ukupnu cifru od 40.000,00 treba podeliti sa 10, pod pretpostavkom da će data izvođačka firma raditi još objekata i duži vremenski period. Tako se dolazi do konačne cifre od 4.000,00 dinara.

Sledeća obaveza su lekarski pregledi zaposlenih. Sva radna mesta na gradilištu su radna mesta sa povećanim rizikom tako da je potrebno da zaposleni na tim radnim mestima urade prethodni lekarski pregled, a nakon godinu dana i periodične lekarske preglede. Lekarski pregled moraju uraditi i pravnik i ekonomista zbog korišćenja opreme za rad sa ekranom iako to nisu radna mesta sa povećanim rizikom, dok direktor nije u obavezi da obavi lekarski pregled. Lekarski pregled za radna mesta sa

povećanim rizikom košta 3.000,00 dinara po zaposlenom, dok je za pravnika i ekonomistu po 2.000,00 dinara. Tako je ukupno za lekarske preglede potrebno izdvojiti:

- $3.000,00 * 16$ zaposlenih na gradilištu = 48.000,00 dinara,
- $2.000,00 * 2$ zaposlena (pravnik, ekonomista) = 4.000,00 / 2 godine = 2.000,00 dinara.

Za obavljanje poslova bezbednosti i zdravlja na radu poslodavac angažuje pravno lice sa licencom koje obavlja te poslove. Lice za bezbednost i zdravlje na radu se plaća na mesečnom nivou i ta naknada iznosi 20.000,00 dinara. Kako je predviđeno da izgradnja objekta traje 7 meseci dolazi se do cifre da je za ovu obavezu potrebno izdvojiti: $20.000,00 * 7$ meseci = 140.000,00 dinara

Sledeća obaveza koju treba ispuniti je osposobljavanje zaposlenih za bezbedan i zdrav rad. Osposobljavanje obavlja angažovano pravno lice sa licencom, a obuku treba da prođu svi zaposleni prilikom zasnivanja radnog odnosa, dok zaposleni na gradilištu obuku prolaze i na godinu dana. Pravno lice izdaje uverenje o završenoj obuci i osposobljenosti zaposlenih za BZR. Cena obuke za kranistu iznosi 8.000,00 dinara, dok je za vozače po 5.000,00 dinara. Međutim te cifre se dele sa 10, s obzirom da će obuka za kranistu i vozače važiti za svako naredno gradilište i da je to "stalni" trošak. Njihovo osposobljavanje se vrši na osnovu Pravilnika o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri korišćenju opreme za rad. Pored ove obuke koja se odnosi na korišćenje opreme za rad odnosno građevinskih mašina, kranista, vozači kao i svi ostali radnici moraju proći i osnovnu obuku koja se radi pred svako gradilište, a čije vršenje se dokazuje ličnim potpisom svih radnika u prilogu 3 Elaborata o uređenju gradilišta.

Kako je predviđeno da jedan radnik obavlja poslove na više radnih mesta (tesar, betonirac, zidar,...), obuku mora proći za svako od tih radnih mesta. Tako se dolazi do cifre da je za obuku visoko kvalifikovanih radnika potrebno izdvojiti 3.000,00 dinara po radniku. Osnovna obuka za pravnika i ekonomistu je 500,00 dinara. Tako je ukupna cena za osposobljavanje:

- $3.000,00 * 8$ zaposlenih (visoko kval. radnici) = 24.000,00 dinara,
- $1.000,00 * 8$ zaposlenih (inženjer, pomoćni radnici, kranista i vozači) = 8.000,00 dinara,
- $500,00 * 2$ (pravnik i ekonomista) = 1.000,00 dinara,
- $8.000,00 / 10 = 800,00$ dinara za kranistu,
- $5.000,00 * 2$ (vozači) / 10 = 1.000,00 dinara.

Sledeća obaveza koju treba ispuniti su preventivni i periodični pregledi i ispitivanja opreme za rad i uslova radne okoline. Izvođač za ovo angažuje pravno lice za obavljanje poslova pregleda i ispitivanja opreme za rad i ispitivanja uslova radne okoline. To ispitivanje pravno lice obavlja na osnovu Pravilnika o postupku pregleda i ispitivanja opreme za rad i ispitivanja uslova radne okoline i izdaje stručni nalaz za svaku građevinsku mašinu o tome da li su na njoj primenjene propisane mere BZR. Periodično ispitivanje građevinskih mašina se prema aktu o proceni rizika vrši na svake 3 godine. Privremene električne instalacije i elektro ormar se ispituju na godinu dana. Kad je u pitanju toranjska dizalica njeno ispitivanje se mora obaviti pri svakom premeštanju odnosno pri svakoj novoj montaži. Na ovom gradilištu je predviđen samo jedan položaj toranjske

dizalice tako da je potrebno samo jedno ispitivanje. Cene ispitivanja građevinskih mašina koje se koriste na gradilištu su:

- Toranjska dizalica = 10.000,00 dinara
- Bager = $3.000,00 / 3$ godine = 1.000,00 dinara
- Buldozer = $3.000,00 / 3$ godine = 1.000,00 dinara
- Kamion – kiper = $3.000,00 / 3$ godine = 1.000,00 dinara
- Vibro ploča = $2.000,00 / 3$ godine = 666,66 dinara
- Cirkular = $2.000,00 / 3$ godine = 666,66 dinara
- Mešalica = $2.000,00 / 3$ godine = 666,66 dinara
- Pervibrator = $2.000,00 / 3$ godine = 666,66 dinara
- Privremene električne instalacije i elektro ormar = 5.000,00 dinara

Izrada elaborata o uređenju gradilišta je jedna od najvažnijih obaveza koja se odnosi na dato gradilište. Elaborat izrađuje pravno lice, a cene elaborata variraju u zavisnosti od veličine i specifičnosti gradilišta. Za analizirano gradilište cena izrade elaborata je 15.000,00 dinara.

Pre početka radova na gradilištu zaposlenima treba obezbediti lična zaštitna sredstva i opremu. Lična zaštitna sredstva potrebna za zaposlene na predmetnom gradilištu navedena su zajedno sa njihovim cenama, a količina je usvojena srazmerno broju radnika u preduzeću koje se analizira.

- Zaštitno radno odelo, 16 komada * 2.000,00 = 32.000,00 dinara,
- Zaštitne rukavice, 14 komada * 200,00 = 2.800,00 dinara,
- Zaštitna obuća, 16 komada * 2.000,00 = 32.000,00 dinara,
- Zaštitni šlem, 16 komada * 500,00 = 8.000,00 dinara,
- Gumene čizme, 15 komada * 500,00 = 7.500,00 dinara,
- Opašać za rad na visini, 3 komada * 5.000,00 = 15.000,00 / 3 god. = 5.000,00 dinara,
- Gumeni kišni mantil, 16 komada * 400,00 = 6.400,00 dinara,
- Zaštitne naočare sa bezbojnim staklom, 4 komada * 300,00 = 1.200,00 dinara,
- Vetrovka, 3 komada * 1.000,00 = 3.000,00 dinara
- Prsluk sa fluo trakama, 2 komada * 300,00 = 600,00 dinara.

Što se tiče troškova primene mera BZR prilikom građenja predmetnog objekta oni su vrlo mali i obuhvataju zaštitu ivice iskopa i zaštitne ograde na ivicama objekta i oko otvora kao i table sa znakovima zabrane, upozorenja i obaveza. Ivica iskopa se obezbeđuje drvenom građom. Za stubove ograde oko ivice iskopa koristi se drvena štafla koja se zabija 60cm u zemlju, a iznad zemlje mora da viri minimum 1m i one se postavljaju na međusobnom rastojanju 1m. Za ispunu ograde koriste se drvene daske širine oko 12cm i to 3 daske po visini. Dužina ograde oko ivice iskopa iznosi 110 m. Cena materijala po metru dužnom ograde iznosi 304,00 dinara (daska: $3m * 0,12m * 0,025m * 21.500,00$ dinara = 194,00 dinara, štafla = $1,6m * 0,04m * 0,08m * 21.500,00$ dinara = 110,00 dinara). Za postavljanje ograde treba izdvojiti 2 dnevnicu budući da je dovoljno 2 radnika za njeno postavljanje, što iznosi 6.000,00 dinara. Za zaštitu ivica objekta i oko otvora je predviđeno korišćenje tipske zaštitne ograde "PERI". Zaštitna ograda se iznajmljuje na mesečnom nivou u periodu od 4 meseca (od trenutka izrade ploče prvog sprata do završetka zidanja objekta). Zaštitna

ograda može i da se napravi na samom gradilištu kao i da se kupi pa da se koristi na više gradilišta ali u ovom radu se analizira primena mera BZR samo za ovo gradilište ne uzimajući u obzir tu mogućnost smanjenja troškova. Iznajmljivanje zaštitne ograde na mesečnom nivou je 35.000,00 dinara.

- Ograda oko ivice iskopa : $304,00 * 110,00 + 6.000,00 = 39.440,00$ dinara,

- Zaštitna ograda oko objekta: $35.000,00 * 4$ meseca = 140.000,00 dinara.

Potrebno je obezbediti table sa znakovima zabrana, upozorenja i obaveza. Obezbeđivanje ovih oznaka za BZR na gradilištu izvođač radova vrši prema Pravilniku o obezbeđivanju oznaka za bezbednost i zdravlje na radu. Predviđeni su sledeći znakovi zabrane: zabranjen pristup neovlašćenim licima, zabranjeno unošenje alkohola, ograničenje brzine na 10 km/h, zabranjeno prolaženje i zaustavljanje u sektoru rada bagera, zabranjeno prolaženje i zaustavljanje u sektoru rada toranjske dizalice, zabranjeno penjati se i silaziti van skele, zabranjeno prolaziti ispod skele ili visećeg tereta. Od znakova upozorenja postavljaju se sledeći: opasnost visoki napon, opasnost od lista cirkulara, opasnost viseći teret, opasnost od pada, opasnost od pada materijala. Znakovi obaveza se sledeći: obavezna upotreba ličnih zaštitnih sredstava i obavezna upotreba zaštitnog pojasa za rad na visini. Cena jedne table (znaka) iznosi 2.000,00 dinara. Table koje se nabave za ovo gradilište mogu posle da se koriste na nekim drugim gradilištima, a pretpostavljeno je da će im vek trajanja biti 5 godina što dalje implicira ukupne troškove za ovu obavezu od: 14 znakova * $2.000,00 / 5$ godina = 5.600,00 dinara

Za pružanje prve pomoći treba osposobiti minimum dvoje zaposlenih, na primer inženjera i visoko kvalifikovanog radnika. Troškovi obuke za pružanje prve pomoći su 3.000,00 dinara po osobi. Ta obuka važi neograničen vremenski period. Pored toga, što se tiče prve pomoći, potrebno je obezbediti sredstva za pružanje prve pomoći na gradilištu (ormarić sa sanitetskim materijalom). Cena ormarića je 5.000,00 dinara.

- $3.000,00 * 2$ zaposlena / $10 = 6.000,00 / 10 = 600,00$ dinara,

- 5.000,00 dinara za ormarić.

Kako su u predašnjem tekstu navedene sve obaveze izvođača radova koje se tiču primene mera BZR za dato gradilište i date njihove cene, sumiranjem cena svih obaveza se dobija da je za usvojenu izvođačku firmu koja radi na izgradnji predmetnog objekta, potrebno izdvojiti ukupno 553.606,66 dinara. Ta vrednost je svega 1,8% od ukupne cene izvođenja "grubih" građevinskih radova.

Kao što je već bilo naglašeno neke obaveze imaju rok važenja duži od roka izgradnje predmetnog objekta. To znači da je ukupna suma primene mera BZR realno manja od navedene ali pošto je cilj ovog rada da prikaže opravdanost ulaganja u primenu mera BZR usvojena je maksimalna cena troškova koja je i kao takva manja od pojedinih kaznenih odredaba propisanih zakonom.

Drugi razlog takvog razmišljanja je što nijedan izvođač radova ulaganje novca za primenu mera BZR u toku jednog gradilišta ne smatra kao investiciju koja će mu se vratiti kroz drugo gradilište.

Treći razlog je želja da se ovim radom dopre do svesti izvođača, ne promovišući najjeftiniju primenu mera BZR već najbezbedniju i da je kao takvu prikažem kao opravdanu.

4. ZAKLJUČAK

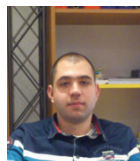
Gledajući ukupnu sumu koju izvođač treba da izdvoji da bi zadovoljio sve zakonske odredbe koje se tiču primenjivanja mera za BZR u praksi i njenim poređenjem sa nekim kaznenim odredbama dolazi se do zaključka da je za izvođača radova isplativije da ispuni sve obaveze nego da rizikuje kaznu koje se kreću od 800.000,00 do 1.000.000,00 dinara.

Takođe posmatrajući ukupnu sumu koja je prema predračunu potrebna za izvođenje "grubih" građevinskih radova koji su analizirani dolazi se do činjenice da primena mera bezbednosti i zdravlja na radu iznosi svega 1,8% tih radova što je jako mala vrednost i kao takva ne bi smela da utiče i da bude razlog izvođačima radova za neprimenjivanje mera bezbednosti i zdravlja na radu.

5. LITERATURA

- [1] Ćirović G. i Lazić Vojnović S.: „Bezbednost i zaštita zdravlja na radu u građevinarstvu“, Visoka građevinsko-geodetska škola, Beograd 2009.
- [2] Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu („Službeni glasnik R.Srbije“ br.101/2005).
- [3] Uredba o bezbednosti i zdravlju na radu na privremenim i/ili pokretnim gradilištima („Službeni glasnik R.Srbije“ br.110-685/2009).
- [4] Pravilnik o sadržaju elaborata o uređenju gradilišta („Službeni glasnik R.Srbije“ br.121/2012).

Kratka biografija:



Jovan Menićanin rođen je u Novom Sadu 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti građevinarstva – građevinski menadžment odbranio je 2014. god.

**ANALIZA PROCESA IZGRADNJE POSLOVNOG OBJEKTA SA ASPEKTA
POTREBNIH FINANSIJSKIH SREDSTAVA****ANALYSIS OF THE CONSTRUCTION OF OFFICE BUILDING FROM THE ASPECT OF
THE NECESSARY FINANCIAL RESOURCES**

Aleksandar Janjilović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj–Zadatak ovog rada jeste finansijska analiza izgradnje objekta visokogradnje sa posebnim osvrtom na zakonske regulative koje prate proces izgradnje. Analiza je izvršena za poslovni objekat nove autobuske stanice u Doboju spratnosti Po+P+1. U radu su pored troškova građenja detaljno prikazani i svi ostali troškovi sa kojim se investitor susreće prilikom realizacije projekta.

Abstract - The aim of this work is a financial analysis of construction high-rise building with a special focus on legislation that accompany the process of construction. The analysis was performed for the office building of the new bus station in Doboj with Po + P + 1. In this work, in addition to construction costs, are presented in detail all costs with whom faces an investor.

Cljučne reči: izgradnja, predračun, finansijska analiza, zakonske regulative.

Key words: construction, estimated bill, financial analysis, legislation.

1. UVOD

Finansijska analiza izgradnje objekta visokogradnje zasniva se na proceni troškova sa kojim se investitor sreće prilikom izgradnje objekta. Rad na proceni troškova umnogome zavisi od vrste projekta, modela procene, dostupnih informacija itd.

Obim i dužina trajanja radova na izgradnji građevinskog objekta uslovljavaju i zahtevaju angažovanje velikog broja učesnika raznih struka, veliku količinu raznovrsnih materijala i sklopova, kao i odgovarajuću mehanizaciju. Zbog ovako razgranate strukture aktivnosti, pri izvođenju radova, za sagledavanje cene koštanja radova potrebno je sprovesti detaljnu analizu.

Kada se uzme u obzir da je cena izvođenja radova samo jedna komponenta, u skupu komponenata koje utiču na finalnu cenu građevinskog objekta, može se sagledati složenost postupka formiranja

cene građevinskog objekta. U ovom radu biće obrađeni i na primeru pokazani troškovi građenja poslovnog objekta.

**2. ZAKONSKE REGULATIVE KOJE PRATE I
DEFINIŠU PROCES IZGRADNJE****2.1 Urbanistička saglasnost**

Prvi korak koji investitor pravi pri svakom procesu izgradnje kada su u pitanju pravni akti je dobijanje rešenja o urbanističkoj saglasnosti. Potrebna dokumenta za dobijanje rešenja o urbanističkoj saglasnosti su:

- Zahtev za lokacijske uslove
- Posedovni list
- Kopija katastarskog plana
- Zemljišno-knjižni izvadak u sudu (gruntovnica)
- Načelna vodovodna saglasnost – AD «Vodovod i kanalizacija»
- Predhodna elektroenergetska saglasnost – «Elektro distribucija»
- Druge saglasnosti u zavisnosti od lokacije i namjene objekta (načelni uslovi od željeznice, načelni uslovi od direkcije za puteve, protivpožarna saglasnost, ugovor o zakupu za privremene objekte ako investitor nije vlasnik zemljišta). Urbanistička saglasnost sadrži:
 - a) podatke o nameni, položaju, funkciji i oblikovanju građevine odnosno radova i izmeni namene
 - b) izvod iz plana na osnovu kojeg se izdaje urbanistička saglasnost sa granicama pripadajućeg zemljišta
 - c) propisane saglasnosti
 - d) urbanističko-tehničke uslove
 - e) uslove zaštite životne sredine
 - f) posebne uslove za slučajeve propisane zakonom ili na osnovu zakona
 - g) eventualne obaveze u odnosu na susede ili prava drugih lica.

2.2 Tehnička dokumentacija

Pod tehničkom dokumentacijom podrazumeva se projekat za izvođenje radova. Tehnička dokumentacija mora u potpunosti da bude usaglašena sa uslovima datim u urbanističkoj saglasnosti i na osnovu nje se dobija odobrenje za građenje.

Zavisno od vrste objekta tehničku dokumentaciju čine jedan ili više projekata, odnosno delova projekta za izvođenje – projekat tehnološkog procesa, projekat građevinskog odnosno arhitektonsko-građevinskog dela, projekat instalacija, projekat montaže i drugi, koji moraju biti međusobno usaglašeni.

NAPOMENA:

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

2.3 Odobrenje za građenje

Sa građenjem objekta i vršenju svih građevinskih radova počinje se tek po pribavljanju rešenja o odobrenju za građenje. Odobrenje za građenje se izdaje na osnovu:

- urbanističke saglasnosti
- tehničke dokumentacije odnosno projekta za izvođenje dva primerka, sa dokazom o izvršenoj kontroli dokumentacije i njenoj usklađenosti sa uslovima datim u urbanističkoj saglasnosti
- dokaza o pravu svojine, odnosno pravu korišćenja građevinskog zemljišta radi izgradnje objekta
- uslova u odnosu na gradilište
- posebnih uslova i saglasnosti za slučajeve utvrđene drugim propisima.

2.4 Građenje

Izvođač radova pismenim aktom određuje stručno lice koje kao odgovorni rukovodilac gradnje, rukovodi izvođenjem radova.

Dan početka građenja izvođač radova obavezno prijavljuje opštinskoj inspekciji nadležnoj za građenje najmanje osam dana pre početka radova. Stručni nadzor u toku građenja objekta vrši nadzorni organ građenja, koga imenuje investitor. Stručni nadzor obuhvata kontrolu i proveru kvaliteta izvođenja svih vrsta radova i primenu propisa i standarda, tehničkih normativa, kontrolu kvaliteta materijala i dr.

2.5 Odobrenje za upotrebu

Izgrađeni objekti se mogu koristiti nakon što organ uprave koji je izdao odobrenje za građenje izda rešenje o odobrenju za upotrebu na osnovu prethodno izvršenog tehničkog pregleda objekta.

Ukoliko se prilikom tehničkog pregleda utvrdi da objekat nije izgrađen prema tehničkoj dokumentaciji na osnovu koje je izdato odobrenje, organ koji je nadležan za izdavanje odobrenja za upotrebu naložiće investitoru da u određenom roku podnese zahtev za izdavanje odobrenja za građenje, prema izmenjenom stanju u toku građenja. Troškove tehničkog pregleda snosi investitor.

3. INVESTICIONI PROGRAM

Prema važećim propisima investicioni program nije obavezna stavka investiciono-tehničke dokumentacije, iako je njegovo postojanje ključno za upravljanje investicijom u finansijskom pogledu. Investicionim programom se zapravo određuje opravdanost ulaganja sredstava i analiziraju se svi uslovi izgradnje.

Utvrđivanje vrednosti nekog objekta odnosno vrednosti radova na izgradnji nekog objekta sa finansijske tačke gledišta značajno usložnjava i činjenica da se ona određuje u različitim vremenskim presecima.

Naime, izgradnja građevinskog objekta nije nešto što ima trenutni karakter, već je to proces koji traje, odnosno odvija se duži vremenski period, pa samim tim dolazi do promena na tržištu koje uslovljavaju i promene cena same izgradnje.

Sve komponente investicionog plana moraju biti svedene na jedinicu mere koja je izabrana kao reprezent cene objekta, u ovom slučaju m².

Na ukupnu cenu izgradnje objekta utiču:

- 1) troškovi pribavljanja lokacije
- 2) troškovi pripreme izgradnje infrastrukture i objekta na lokaciji na kojoj se gradi objekat
- 3) naknade javnim preduzećima za uređenje građevinskog zemljišta
- 4) troškovi izgradnje infrastrukturnih objekata na lokaciji
- 5) troškovi pripreme i izgradnje objekta
- 6) prateći troškovi

4. OPIS USLOVA GRAĐENJA

Poslovni objekat je lociran u Doboju, u ulici Jug Bogdana 78, na parceli broj 6809/2 K.O. Doboje centar I. Sastoji se iz iz autobuske stanice i poslovnih prostora i ima više nezavisnih ulaza. Teren na kome se izvodi objekat je ravan. Objekat se nalazi u VII seizmičkoj zoni, zbog čega je potrebno primeniti odredbe o gradnji u seizmičkim područjima, definisane Pravilnikom o tehničkim propisima za građenje u seizmičkim područjima. Radnu snagu odgovarajuće kvalifikacione struke obezbeđuje firma koja je ujedno i investitor i izvođač. Na projektu izgradnje ovog objekta angažovani su nk radnici, pomoćni radnici, kv i vkv radnici.

5. OPIS KONSTRUKCIJE OBJEKTA

Osnovni konstruktivni sistem je skeletni, tj sačinjen je od AB stubova i greda, međutim u konstrukciji postoje i noseći zidovi koji su ukrućeni horizontalnim i vertikalnim serklazima.

Zidovi su debljine d=25 cm i rađeni su od giter blokova ili armiranog betona. Međuspratna konstrukcija je tipa pune ploče debljine d=18 cm. Fundiranje objekta je rešeno na AB temeljnom pločom debljine d=50 cm. Ispod podne ploče i zvođe se 2 sloja betona d= 8+5 cm, gde gornji sloj služi kao zaštita hidroizolacije.

Predviđena je "alu-bond" fasada sa fiksnim staklima na pojedinim mestima. Unutrašnju obradu čine malterisane zidne površine, gletovane i bojene poludisperzivnom bojom u jednom tonu ili obložene keramičkim pločicama, do plafona.

Podovi su obloženi keramičkim pločicama, odnosno granitnim pločama.

Projektovane su sve potrebne el. instalacije, grejanje objekta je radijatorsko, a ventilacija prirodna preko prozorskih otvora.

Krov je projektovan kao viševodni, a krovne ravni su pod nagibom od 12°, za krovni pokrivač odabran je sendvič lim. Bruto kvadratura objekta je 1.228,88 m².

6. OBRAČUN POTREBNIH FINANSIJSKIH SREDSTAVA

1. Troškovi pribavljanja lokacije:
 - lokacija za izgradnju (parcela br 6809/2; 2042.5 m²) 160.000,00 €
2. Naknade javnim preduzećima za uređenje i opremanje lokacije:
 - opštinska taksa (zahtev za lokacijske uslove)..... 150,00 €
 - taksa na ime revizije projekt. dokumentacije..... 200,00 €
 - republička taksa za katastar..... 703,61 €

- opštinska taksa za izdavanje građ. dozvole..... 1.876,31 €
 - renta..... 13.223,04 €
 - uređenje..... 59.503,68 €
 - taksa za priključenje na gradsku kan. mrežu..... 2.203,84 €
 - taksa za priključenje na gradsku vodov. mrežu..... 1.101,92 €
 - taksa za priključenje na gradski sistem grejanja..... 2.876,01 €
 - taksa za priključenje na gradsku elektro mrežu..... 510,00 €
 - ostali troškovi za opremanje lokacije..... 10.000,00 €
3. Troškovi izgradnje infrastrukture na parceli:
- izgradnja i asfaltiranje prilaza i perona..... 17.173,17 €
4. Troškovi projektovanja i građenja:
- cena projekta..... 4.915,52 €
 - troškovi građenja..... 294.265,87 €
 - troškovi nadzora..... 2.800,00 €
5. Prateći administrativni troškovi
- troškovi tehničkog pregleda i dobijanja upotrebne dozvole 1.768,88 €
 - ostali troškovi..... 10.000,00 €
- UKUPNO:
..... 583.271,85 €

Grafički prikaz odnosa među troškovima sa odgovarajućim procentima dat je na slici 1. Na dijagramu vidimo da su troškovi izgradnje preko 50 %, dok su troškovi pribavljanja lokacije 27,43 %, što odgovara proseku kada je u pitanju uža gradska zona. U sklopu građenja radove delimo na grube, fine i instalaterske i njihov odnos je prikazan na slici 2.

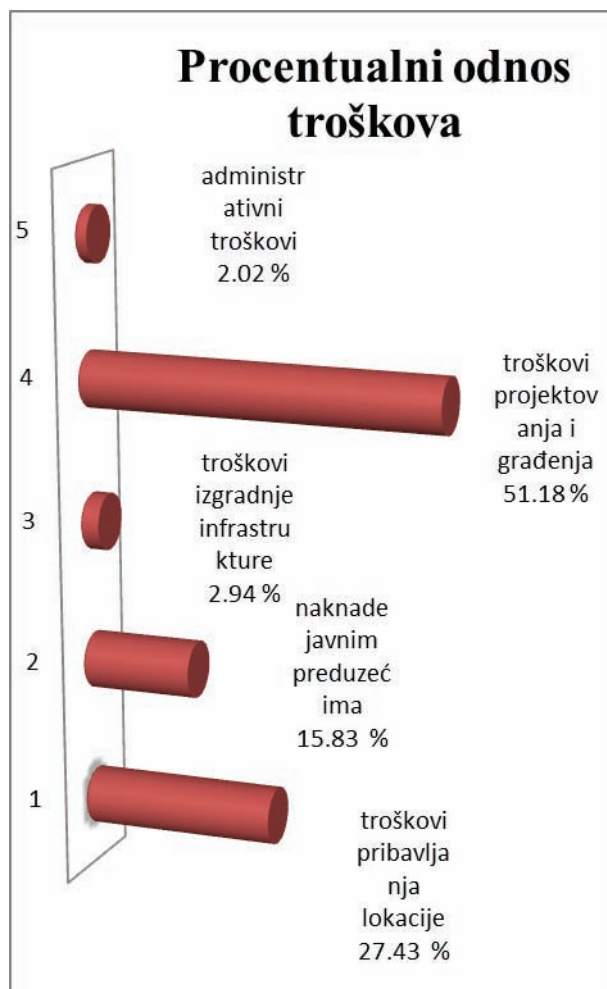
Cash flow analiza

Cash flow analiza je obavezna stavka svih finansijskih analiza i to je jedna od najčešće upotrebljivanih tehnika predviđanja i kontrole troškova. Cash flow ili u prevodu protok novca zapravo i predstavlja kao što samo ime govori prilive i odlive novca vezanih za neki posao ili projekat.

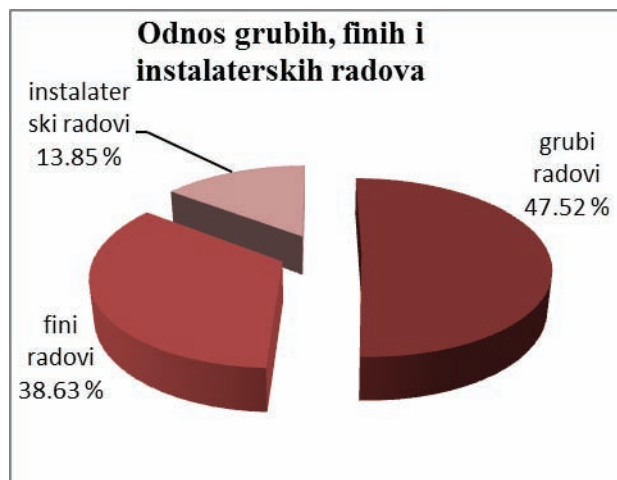
Uz pomoć Cash flow izveštaja jasno je definisano kada je došlo do upliva sredstava odnosno kada i kako su sredstva utrošena. Ovi izveštaji mogu da posluže i da nam na vreme ukažu na moguće probleme koji se razvijaju. Ova analiza korisna je iz razloga što investitoru pruža uvid u raspored rashoda, odnosno jasno definiše finansijska ulaganja za projekat u funkciji vremena.

Pošto su vreme i novac dve najvažnije stavke za sve projekte izgradnje, ova analiza je naročito značajna. Na taj način investitor unapred ima uvid u to kolika će mu sredstva trebati u kom periodu izgradnje, pa samim tim može da planira, kako da ta sredstva obezbedi. U zavisnosti od samog priliva sredstava investitor je u mogućnosti da neke radove prolongira.

Ova analiza je značajna investitoru zbog toga što mu omogućava da vrši i kontrolu troškova, a i da se ukoliko uvidi da nema dovoljno sredstava odluči za neko drugo varijanto rešenje, odnosno da na vreme signalizira projektantima da izvrše neke korekcije u samom projektu.



Slika 1. Procentualni odnos svih troškova izgradnje objekta



Slika 2. Procentualni odnos grubih, finih i instalaterskih radova

7. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Ovim radom je obrađena finansijska analiza izgradnje, uslovno rečeno manjeg poslovnog objekta, na teritoriji grada Doboja. Kroz ovu analizu su pokazane i zakonske regulative koje definišu proces izgradnje objekta na teritoriji Republike Srpske.

Prilikom predračuna, odnosno prilikom određivanja cene koštanja svih radova na procesu izgradnje, korišteni su podaci o cenama resursa koji odgovaraju lokalnim uslovima. Ovim radom je određeno da je za zatvaranje finansijske konstrukcije kompletne izgradnje autobuske stanice u Doboju u ulici Jug Bogdana 78, potrebno 583.271,85 €.

Bruto kvadratura objekta je 1.228,88 m², kada je podelimo sa cenom izgradnje dobijamo cenu koštanja od 474,63 € po kvadratu.

U sklopu ove autobuske stanice nalaze se i četiri nezavisna poslovna prostora sa pratećim prostorijama ukupne površine 614,88 m², što investitoru omogućava da još tokom izgradnje objekta ili neposredno po završetku radova vrati deo uložених sredstava.

Objekat je smešten u užem centru grada, gde cena kvadrata poslovnog prostora dostiže vrednost i do 1200 €. Međutim, pošto je reč o većim poslovnim prostorima gde dobar deo kvadrature zauzimaju magacini, realna cena je negde oko 850 eura/m².

Ukoliko se investitor odluči za prodaju, a ne iznajmljivanje poslovnih prostora, može da očekuje dobit od 522.648,00 €, što odmah njegove ukupne troškove smanjuje na 60.573,85 €.

Samim tim, jasno se može zaključiti da je izgradnja ove autobuske stanice ekonomski opravdana.

7. LITERATURA

[1] Trivunić M., Matijević Z.,: „Tehnologija i organizacija građenja“, praktikum, FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2004.

[2] Trivunić M.,: „Montaža betonskih konstrukcija zgrada“, monografija, Univerzitet u Novom Sadu, FTN, Novi Sad, 2000.

[3] Malešević E., Malešević Đ.,: „Upravljanje investicijama“, Građevinski fakultet, Subotica, 2003.

[4] Čirović G., Jovović S., Luković O.,: „Proizvodna i tržišna vrednost građevinskog objekta“

[5] Sudić Simo: „Optimalni modeli za planiranje i upravljanje troškovima realizacije građevinskih projekata“, doktorska disertacija, Beograd 2012.

[6] Benedeković J., Brković D., Simić V., Teodorović I.,: „Investicioni projekti“, Centar za informacije i publicitet, Zagreb 1977.

[7] Maylor H., : „Project Managment“, Pearson Education Ltd, 2005.

[8] Malešević E., Menadžment u građevinarstvu, slajdovi sa predavanja, Novi Sad, 2012.

[8] Zakon o uređenju prostora, „Službeni glasnik Republike Srpske“ broj 19/96.

Kratka biografija:



Aleksandar Janjilović rođen je u Doboju 1989. godine. Diplomirao je na FTN u novembru 2013. godine na odseku građevinarstvo, smer konstrukcije. Student je master studija na FTN smer građevinarstvo, odsek tehnologija i organizacija građenja.

REKONSTRUKCIJA I PRORAČUN STABILNOSTI NASIPA NA LEVOJ OBALI TISE OD KM 10+400 DO KM 16+400**RECONSTRUCTION AND ESTIMATE OF EMBANKMENT STABILITY ON LEFT SHORE OF RIVER TISA FROM KM 10+400 DO 16+400**

Branislav Kovačević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRADJEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je predstavljen proračun stabilnosti i ojačanje nasipa na levoj obali reke Tise na stacionaži km 10+400 do km 16+400. U radu je obrađeno nadvišenje i ojačanje postojećeg nasipa na stogodišnju vodu. Pored toga, prikazani su principi rada dva softverska paketa koja su korištena prilikom rešavanja ovih problema. Dat je prikaz svih podloga koje su korištene prilikom proračuna, a koje su dobijene iz geoloških ispitivanja.

Abstract – This study provides estimating of embankment stability on left shore of river Tisa from km 10+400 to km 16+400. This study also presented a working methodology of two software packages, which were used in calculation of stability. This study used all needed informations which were used in showed calculations. The highest level of water used in calculations in „one in hundred“ level of water.

Ključne reči: proračun stabilnosti, nasipi, velika voda, odbrana od poplava, reka Tisa

1. UVOD

Postojeća deonica nasipa na reci Tisi ne zadovoljava standarde odbrana od poplava koji su predviđeni pojavom stogodišnje vode i samim tim je ovim radom određena visina novoprojektovane krune nasipa kao i određeni proračuni stabilnosti nasipa. Pomoću već postojećih podloga koje su korištene u radu (geodetske, geotehničke, hidrauličke) došlo je do najadekvatnijeg rešenja problema.

Dato je detaljno poređenje proračuna postojećeg nasipa kao i novoprojektovanog i ukazano je na nedostatke starog nasipa. Na jednoj deonici nasipa nije bilo moguće izvesti poprečni profil pravih dimenzija zbog već postojeće crpne stanice, pa je iz tog razloga na toj deonici odrađen potporni zid, čiji je proračun stabilnosti i sigurnosti takođe prikazan u radu.

Pored toga, prikazane su i teorijske osnove kretanja podzemne vode i nasipa kao jednog od glavnih objekata za odbranu od poplava. Proračuni su vršeni u dva softverska paketa, Geo Studio Slope/w i Geo Studio Seep/w. Takođe je prikazan i detaljan predmer radova kao i osnovni principi održavanja objekata kao što su nasipi.

NAPOMENA:

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

2. OPIS PODRUČJA

Deonica nasipa se nalazi u jugozapadnom delu Banata, počevši od ušća reke Begej, koja se sa severoistočne strane uliva u Tisu i pruža se u pravcu severa prema Joca jezeru gde se deonica nasipa završava. Područje spada u ravničarsko.

Stanovništvo Vojvodine koristi 260.000 ha priobalnog područja Tise zahvaljujući izgrađenim odbrambenim nasipima, od toga na levoj- Banatskoj obali 190.000 ha a na desnoj- Bačkoj preko 70.000 ha. Izgradnja nasipa pored tise započeta je u XVIII veku, odmah nakon oslobođenja od Turaka, a naročito je značajan period od 1845. godine do 1908 godine, kada je uglavnom regulisano osnovno korito presecanjem 112 meandara, od kojih je 13 na Vojvodanaskom sektoru toka. U tom periodu nasipi su više puta probijani, ponovo zatvarani, pojačavani, nadvišavani.



Slika 1. Prikaz Jugozapadnog Banata i ušće Begeja u Tisu

3. OBRADENE CELINE U RADU

Kako je već pomenuta tema ovog master rada, potrebno je još pomenuti celine koju su obrađene u njemu. U Teorijskim osnovama rada, obrađeni su nasipi kao objekti za odbranu od poplava, strujanje vode kroz poroznu sredinu i kroz nasipe, stabilnosti kosina nasipa, teorijske osnove o potpornim zidovima i o klizanju kosina nasutih objekata, kao i objašnjenje i vodič kroz dva softverska paketa koja su korištena pri rešavanju problema, a to su Geo Studio Seep/w i Geo Studio Slope/w.

U praktičnom delu ovog rada prikazani su proračuni za: stabilnost potpornog zida, za filtraciju kroz nasip u karakterističnim profilima, proračun stabilnosti kosina starog i novog nasipa, proračun klizanja kosina pri naglom opadanju vodostaja i proračun na lom nožice, takođe starog i novog nasipa.

4. RASPOLOŽIVE PODLOGE KOJE SU KORIŠTENE PRI IZRADI RADA

4.1 Geodetske podloge

Za potrebe izrade glavnog projekta izvršeno je kompletno geodetsko snimanje trase postojećeg nasipa u pojasu širine od 100m pomoću poprečnih profila na međusobnom rastojanju od 50m. Korištene geodetske podloge se sastoje od sledećih karata, situacija i profila:

- Pregledna situacija R 1:20.000
- Situacija postojećeg i novog nasipa R 1:2000
- Karakteristični poprečni profili terena po trasi nasipa R 1:100
- Geomeničke i geotehničke karakteristike terena i nasipa
- Podužni profil izvedenog stanja nasipa R 1:200/2000

4.2 Geotehničke podloge

Istražni radovi izvedeni su na 8 profila dubine 12 metara bušenim po kruni nasipa i 8 profila dubine 7 metara bušenim u branjenoj nožici postojećeg nasipa. Bušotine su urađene na međusobnom rastojanju od 800m. Podloga nasipa pripada aluvionu reke Tise i složenog je litološko strukturalnog sastava.

Uočene su određene zakonitosti sedimentacije u zoni prirodne konstrukcije terena dok je nasip kao veštačka tvorevina uniformnog sastava.

Telo postojećeg nasipa izgrađeno je pre svega od glinovitog materijala srednje do visoke plastičnosti dok su manje zastupljeni glinovito-prašnasti materijali male plastičnosti.

Podtlo nasipa kao prirodna konstrukcija terena ispod nasipa i pored njega, izgrađena je u površinskoj zoni od glina srednje do visoke plastičnosti. Ispod njih zaležu prašnaste gline do glinovito-peskovite prašine male plastičnosti, a najdublje se prostire peskovita serija predstavljena prašinasto-sitnozrnim peskom u gornjim zonama sa zaglinjenim proslojcima i retko čistim peskom. Na ispitanim uzorcima došlo se do zaključka da je maksimalna zapreminska težina suvog skeleta po Protoru: $d = 14.5-15.5 \text{ kn/m}^2$

4.3 Hidrološke podloge

Nasip projektovati prema merodavnoj računskoj velikoj vodi koja se javlja jednom u sto godina i čije su kote:

Stacionaža nasipa	kota 1% VV m.n.m
10+400	77.99
16+400	78.32*

* podaci preuzeti iz elaborata stogodišnje vode, koju je postavilo JVP „Dunav“.

5. TEHNIČKO REŠENJE

5.1 Trasa nasipa

Duž čitave deonice trasa rekonstruisanog nasipa poklapa se sa trasom postojećeg nasipa, tako da su im osovine približno paralelne. Početak ove deonice nasipa usvojen je na stacionaži km 10+400 kod uliva Begeja u Tisu, odnosno od begejskog nasipa, a završetak je na profilu 16+400, odnosno na početku izvedene deonice nasipa kod

crpne stanice Mužlja. Osovinska dužina nasipa iznosi nepunih 6000m.

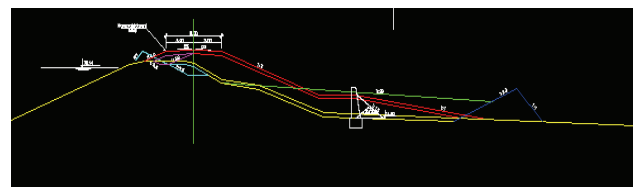
5.2 Poprečni profil nasipa

Predmetna deonica nasipa se radi nadvišenjem postojećeg nasipa po tehnološkoj šemi koja je priložena u radu. Deonici u zoni rampi odrađene su posebno. Poprečni profil nadvišenog nasipa sadrži sledeće elemente:

- uzvodna kosina postojećeg nasipa produžena je u prosečnom nagibu 1:3 do nivoa krune,
- nadvišeni deo glinenog ekrana debljine 1.00m, izgrađen je od materijala sa branjene kosine postojećeg nasipa,
- nizvodna kosina ispod krune, do visine 3.5m je u nagibu 1:3,
- bankina širine 4m na nizvodnoj kosini je 3.5 m niža od krune,
- nizvodna kosina, ispod bankine, je u nagibu 1:7 do preseka sa terenom,
- ceo profil, sem ekrana, ispunjen je refulisanim peskom i humusom.

Nadvišenje krune nasipa iznosi 1.00m iznad nivoa 1% VV, a širina krune nasipa je minimum 6.00 metara. Mesta postojećih rampi zadržati i posle rekonstrukcije. Ekran nasipa se gradi u dve faze, tako što se u prvoj fazi materijal ugrađuje u projektovani profil istovremeno sa iskopom, a za drugu fazu se privremeno deponuje na nebranjenu kosinu da bi se nakon formiranja peščane drenažne prizme konačno vratio u projektovani profil. Drenažni deo od refulisanog peska formira se iz kasete u kojoj se pesak istaložio iz „pulepe“.

Kasetu za refulisanje čini prostor ograđen sa jedne strane postojećim nasipom, a sa druge strane humusnom prizmom sa nagibima kosina 1:2.5 i 1:1, čiji vrh nadvišava liniju istaloženog peska za 0.5m. Humus za izradu zida kasete skida se sa površine postojećeg nasipa ili terena, u sloju debljine 30cm, a nakon formiranja drenažno-peščanog profila nasipa vraća se na površinu rekonstruisanog nasipa, takođe u sloju debljine oko 30cm. Humuzirane površine zatravljaju se, protiv erozije, odgovarajućom smešom trava.



Slika 2. Izgled poprečnog profila na primeru sa potporni zidom

5.3. Potporni zid

U zoni postojeće crpne stanice koja je na stacionaži nasipa km 13+080.5 nije se mogao izvesti nasip predviđenih gabarita. Vodeći računa o potrebnom prostoru za normalnu eksploataciju na postojećoj crpnoj stanici predviđena je izrada potpornog zida u telu nasipa

dužine $l=16\text{m}$ i visine $H=3\text{m}$. Ovim rešenjem je obezbeđena projektovana kota krune nasipa a istovremeno i potreban radni prostor u zoni crpne stanice. Zbog smanjene širine tela nasipa na ovoj deonici predviđena je ugradnja filtera od kamenog nabačaja u branjenoj nožici nasipa na bočnim kosinama u zoni potpornog zida. Na ovaj način je obezbeđeno kontrolisano prihvatanje procedne vode preko ugrađenog filtera.

5.4 Zaštita nasipa od erozije talasa

Na celokupnoj dužini ove deonice postoji u predterenu šumski zaštitni pojas dovoljne širine za obezbeđenje sigurne zaštite nasipa od erozije talasa pri pojavi velikih voda na Tisi.

5.5 Pozajmišta materijala

Kao pozajmište koherentnog materijala za izradu ekrana predviđa se branjena strana postojećeg nasipa i to od krune do bankine. Kao pozajmište materijala za drenažni deo nasipa predviđa se minor korito reke Tise naspram deonice ovog nasipa, to jest deonica od km 9+800 do km 15+500 po matici Tise.

Na osnovu tih podataka potrebno je pre izvođenja radova definisati pogodne deonice za eksploataciju materijala koje su najbliže deonici trenutnog izvođenja radova. Materijal iz korita tise predviđen je da se vadi plovnim bagerima ili senkerima i cevovodom transportuje do mesta refulisanja. Maksimalna dužina transporta iznosi 2.0 kilometra.

5.6 Odvođenje refulerne vode

Nakon istaložavanja peska iz „pulpe“ refulerna voda iz kasete otiče gravitacijom kroz specijalno izrađene ispuste na humusnom zidu kasete u postojeći kanal pored nasipa crpne stanice, koja će ovu vodu prepumpavati u Tisu. Predviđa se izrada ispusta u deponiji humusa na lokacijama prema topografskim i drugim uslovima prema tehničkom opisu odgovarajuće pozicije. Na deonicama pored kojih nije iskopan kanal, voda iz pulpe će se evakuisati prepumpavanjem preko nasipa pomoću porektnih crpnih agregata.

5.7 Tehnički uslovi za izradu nasipa

- Materijal koji se ugrađuje u nasip mora biti čist, bez organskih sastojaka i optimalno vlažan.
- Zbijenost koherentog materijala mora da bude minimum 95% po Proktorovom opitu.
- Tolerancije dimenzija:
 - za kosine nasipa +/- 10cm
 - za krunu nasipa +/- 5cm

6. HIDRAULIČKI PRORAČUN

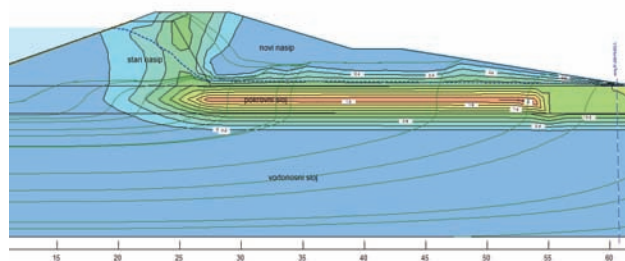
U ovom radu odabrana su određena poglavlja iz zahtevanog hidrauličkog proračuna koji je dao prof. Karlo Režniček.

To su: proračun filtracije i kritičnog hidrauličkog gradijenta, proračun klizanja kosina nasipa, proračun branjene nožice nasipa na lom i proračun klizanja pri naglom opadanju nivoa vode.

6.1 Filtracija vode kroz nasip

Ovaj deo proračuna izvršen je u softverskom paketu Geo Studio Seep/w. Pre početka modeliranja programa, bilo je potrebno jasno definisati slojeve zemljišta, vrstu materijala ugrađenu u nasip i dati vrednosti koeficijenata filtracije za svaki od njih. Treba napomenuti da je model rešen pomoću studentske verzije programa koja ima određenih ograničenja, a jedno od njih je da se u modelu maksimalno mogu koristiti 3 različita materijala, stoga je ovom prilikom materijal pokrovnog sloja i materijal tela nasipa uzet kao materijal sa istim koeficijentom filtracije, jer su njihove karakteristike približno iste. Upoređen je rezultat starog i novog nasipa, i dobijeni su sledeći rezultati:

	stari nasip	novi nasip
protok (Q)	0.0039 l/s	0.000172 l/s
kritični gradijent	0.41	0.0325



Slika 3. Izgled modela starog nasipa

Sledeći proračun je izvršen za profil sa potpornim zidom, koji je ranije pomenutu u tekstu, i za njega su dobijene sledeće vrednosti:

protok (Q)	0.000812 l/s (po kruni nasipa)	0.00000401 l/s (u branjenoj nožici nasipa)
kritični gradijent		0.045

6.2 Proračun na lom nožice starog i novog nasipa

Odrađen je proračun stabilnosti nožice starog nasipa, nožice starog nasipa sa balastom od peska koji je ugrađen pri nadvišenju nasipa i proračun stabilnosti nožice novog nasipa. Zahtevani koeficijent sigurnosti mora biti veći ili jednak 1.3. dobijeni su sledeći rezultati:

nožica starog nasipa	0.76
nožica starog nasipa sa balastom od peska	6.022
nožica novog nasipa	1.475

Iz priloženih rezultata se može zaključiti da nožica starog nasipa nije bila sigurna na lom tla, kada je u pitanju 1% VV.

6.3 Proračun stabilnosti kosine nasipa

Proračun je izvršen pomoću softverskog paketa Geo Studio Slope/w. Potrebno je bilo definisati slojeve i vrste zemljišta, njihove karakteristike (zapreminsku težinu,

ELEKTRONSKE DOZNAKE**ELECTRONIC REMITTANCES**Milan Radivojević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – Informacione i komunikacione tehnologije tokom proteklih nekoliko decenija značajno su uticale na promenu načina života ljudi i dovele su do velikog kvalitativnog pomaka u oblasti privrede, ekonomije, kulture, nauke i društvenog života u celini. Deregulacijom i transformacijom telekomunikacionog sektora na globalnom nivou, formirana je međunarodna infrastruktura javnih i privatnih računarskih mreža koja čini tehnološku osnovu nove ekonomije i ekonomskih odnosa, tzv. digitalna ekonomija, u kojoj, između ostalog, sve veći broj proizvoda i usluga poprima oblik digitalnih tokova koji cirkulišu računarskim mrežama. U radu su posebno obrađene elektronske doznake koje predstavljaju rezultat primene informacione komunikacione tehnologije u bankarskom i poštanskom poslovanju. Elektronske doznake danas su jedan od najčešće korišćenih načina legalnog prenosa novčanih sredstava. U cilju utvrđivanja stepena potreba korisnika poštanskih usluga u oblasti elektronskih doznaka i obima i sadržaja kvaliteta usluga koje korisnici očekuju u ovoj oblasti, na području Radne jedinice za pružanje poštanskih usluga "Bor", realizovano je odgovarajuće istraživanje. Jedan deo rezultata ovog istraživanja prikazan je u ovom radu.

Abstract – During the past few decades information and communication technology has significantly affected almost every aspect of everyday life and led to a qualitative improvements in many fields such as economy, culture, science, as well as the social life in general. Deregulation and the transformation of the telecom sector caused global establishment of international infrastructure of public and private computer networks, which represents the technological basis of the new economy and economic relations, or, the so-called digital economy -in which, among other things, an increasing number of products and services takes the form of digital flows that circulate through computer networks. This thesis specifically deals with electronic remittances that represent result of application of information and communication technologies in banking and postal operations. Today, electronic remittances are one of the most common means of legal fund transfers. In order to determine the level of postal users' needs, in the field of electronic remittances and the extent of the quality of service that customers expect in this field, an appropriate research has been conducted in the area of Work unit for providing postal services "Bor". One of the results of the research is presented in this thesis.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila docent dr Dragana Šarac.

Ključne reči: *Informacione tehnologije, Elektronska doznaka, Transfer novca, Pošta, Banka*

1. UVOD

Pojava digitalne ekonomije zahtevala je i novu formu novca. Postojeći monetarni sistem, baziran na papirnom novcu, više nije bio primeren novoj ekonomiji, što je zahtevalo izmenu preovlađujuće forme novca na globalnom nivou. Kao rezultat ovih tendencija, krajem 20. veka, nastaje elektronski novac, koji zahvaljujući svojim osobinama, između ostalog, omogućava formiranje novih sistema plaćanja i transfera novčanih sredstava. Elektronski novac uslovio je i nastajanje elektronskog bankarstva, novog vida bankarskog poslovanja, odnosno pružanja bankarskih usluga fizičkim i pravnim licima, koje se nude i realizuju korišćenjem računarskih mreža i telekomunikacionih medija. Elektronsko bankarstvo ima određene prednosti u odnosu na klasično poslovanje. To se pre svega ogleda u omogućavanju klijentima da rutinske transakcije (transfer novca, upit u stanje računa i drugo) obave na jednostavniji i brži način. Korišćenjem različitih elektronskih kanala korisnicima usluga omogućeno je obavljanje finansijskih transakcija sa svakog mesta i neprestano, svakog dana tokom 24 časa. Zahvaljujući tome, danas se, u razvijenim zemljama, većina poslova neposredno vezana za bankarsko poslovanje obavlja od kuće, bez odlaska u banku, poštu, ili potansku štedionicu.

Analizirajući stanje i pravce daljeg razvoja informatičkog društva u Republici Srbiji, Vlada Republike Srbije usvojila je, 2010. godine Strategiju razvoja informatičkog društva u Republici Srbiji do 2020. godine. To je akt kojim se na celovit način definišu osnovni ciljevi, načela i prioriteti razvoja informatičkog društva i utvrđuju aktivnosti koje je potrebno realizovati u periodu koji je obuhvaćen kako bi Srbija, u ovim oblastima, u što kraćem roku, dostigla postojeći nivo u Evropskoj Uniji. U Strategiji se posebno potenciraju informatička pismenost stanovnika, povećanje obima korišćenja interneta, dostupnost interneta visokog kvaliteta sa protokom najmanje 100 Mb/s, razvoj širokopojsnog pristupa internetu, tehničkoj opremljenosti građana, poboljšanju kvaliteta telekomunikacione mrežne infrastrukture i drugo.

2. DOZNAKA, POJAM ELEKTRONSKE DOZNAKE

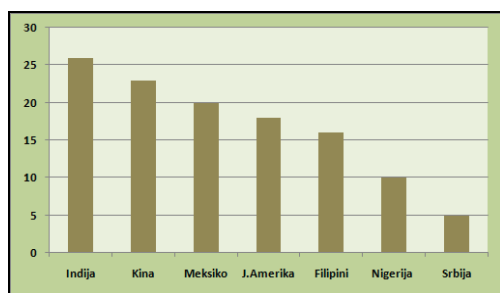
Doznaka predstavlja pošiljku novca koja se realizuje na osnovu naloga fizičkog, ili pravnog lica da se na teret njegovog računa (ili neposredne uplate) doznači, u obliku gotovine, ili na korisnikov račun, određen iznos novca. Doznake se obavljaju preko banke ili pošte i spadaju u

bezgotovinski prenos novčanih sredstava. Bankarska doznaka je nalog koji izdaje jedna banka drugoj za isplatu određene sume novca trećem licu. Ovaj nalog banka izdaje na osnovu naloga svog komitenta, koji je upućuje da na bazi njegovog pokrića, izvrši novčanu doznaku fizičkom, ili pravnom licu (korisnici), koje je on u svom nalogu naznačio. Svaka bankarska doznaka sadrži određen broj obaveznih elemenata (datum i broj doznake, iznos i oznaku valute koju treba isplatiti i druge) koji se navode u nalogu.

Postoje više vrsta doznaka. U zavisnosti od toga kako se izvršavaju, bankarske doznake se dele na *obične* (usmeravaju se ka korisnikovoj banci pismenim putem sa zahtevom da se određena suma isplati pravnom, ili fizičkom licu odmah, ili na određeni dan) i *elektronske*. Elektronska doznaka, pored delova koje sadrži svaka bankarska doznaka, sadrži i šifru (code) što obezbeđuje visok stepen sigurnosti pri njenoj realizaciji. Ona se, od nalogodavčeve do korisnikove banke prenosi privatnim telekomunikacionim mrežama.

Danas su doznake najmasovniji instrument platnog prometa. Najnoviji podaci pokazuju da se više od 81% svih transakcija u svetu obavljenih legalnim formalnim kanalima, realizuje korišćenjem ovog instrumenta. Kada je reč o transakcijama između fizičkih lica, ili pak u korist fizičkih lica, prisustvo ovog instrumenta je još značajnije. Posebno su značajne doznake stranih lica zaposlenih u pojedinim državama. Strana lica privremeno, ili povremeno zaposlena u drugim državama i ona koja tamo stalno borave i rade, u odnosu na državu iz koje potiču, po pravilu, imaju porodicu, ili rođake kojima šalju novac. Uprkos činjenici da su doznake veoma pouzdan i siguran način prenosa novca, danas postoje i drugi, neformalni kanali kojima se prenosi novac između fizičkih lica. Egzistencija neformalnih kanala kojima se prenosi novac iz jedne u drugu zemlju, najčešće su uzrok pojava koje su označene kao pranje novca i finansiranje terorizma.

Doznake imaju ogroman uticaj na ekonomski razvoj zemalja u razvoju. Ekspanzija doznaka na globalnom nivou tokom poslednje dve decenije dvadesetog veka dovela je do toga da za mnoge zemlje u razvoju predstavljaju najveći pojedinačni izvor deviza, koji premašuje izvozne prihode, pomoć za razvoj, strane direktne investicije i ostale oblike priliva deviznih sredstava. Na slici 1. prikazan je pregled država sa najvećim ostvarenim transferom novca (u milijardama dolara) u 2009. godini.



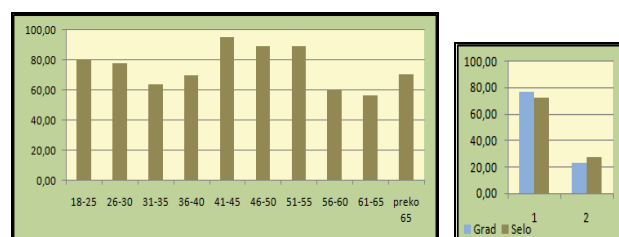
Slika 1. Pregled država sa najvećim ostvarenim transferom novca (u milijard. \$) u 2009. godini

Kada je reč o Republici Srbiji, Srpska dijaspora spada u najdarežljivije i među prvih deset je u svetu po doznakama koje šalju u maticu. Prema podacima Svetske

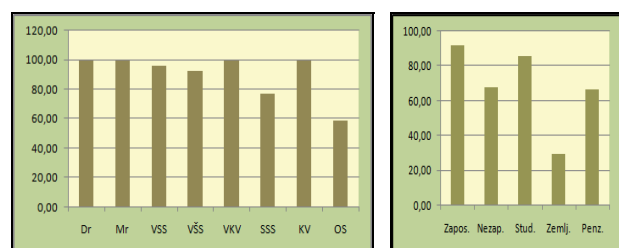
banke godišnje u Srbiju, formalnim kanalima, stigne od 5,5 do 5,6 milijardi dolara. Procenjuje se da neformalnim kanalima stiže još toliko. Za Srbiju je ovo jedan od najstabilnijih izvora deviznih sredstava.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U toku realizacije procesa istraživanja, pored ostalih aktivnosti (analiza strukture osnovnog skupa, izbor reprezentativnog uzorka i dr.), izvršeno je anketiranje određenog broja stanovnika sa područja (uzorak) navedene radne jedinice i prikupljeni su podaci neophodni za dobijanje i analizu odgovarajući rezultata. Predmet istraživanja je posebno bio usmeren na utvrđivanju: tehničke opremljenosti građana (posedovanje personalnih računara), povezanosti na internet, informatičku pismenost, poznavanje sadržaja pojmova elektronski novac i transfer novca, realizacija doznaka posredstvom banke, ili pošte - transfer novčanih sredstava formalnim kanalima, mišljenja građana o sigurnosti i zaštiti interneta u oblasti plaćanja i prenosa novca i mišljenja stanovnika o doprinosu pošte i banaka u edukaciji građana za korišćenje njihovih elektronskih usluga. Pri tome je istražena i povezanost ovih pojava sa stručnom spremom, godinama starosti i zaposlenosti građana, kao i sa tim da li građani žive u gradu, ili na selu. Kada je reč o tehničkoj opremljenosti, rezultati istraživanja pokazuju da više od tri četvrtine građana (75,73%) poseduje personalne računare, pa se može smatrati, kada se uporedi sa prosekom posedovanja personalnih računara u Srbiji (61%), zadovoljavajućom. Najmanje računara nalazi se u posedu zemljoradnika, stanovnika sa osnovnom školom i građana starosti od 61 - 65 godina. Takođe je evidentno da nema velike razlike u tehničkoj opremljenosti između stanovnika koji žive u gradu i stanovnika sa sela - slike 2. i 3.



Slika 2. Tehnička opremljenost i godine starosti; mesto stanovanja

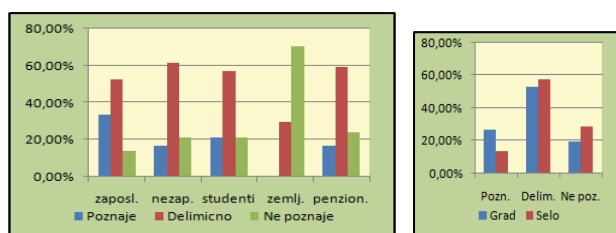


Slika 3. Tehnička opremljenost i stručna sprema; zaposlenost

Povezanost personalnih računara građana na internet je neposredno povezana sa tehničkom opremljenošću i omogućava da se personalni računari koriste kao delovi svetske mreže uz istovremeni pristup odgovarajućim servisima. Dobijeni podaci o povezanosti personalnih

računara na internet pokazuju da 66,50% ima konekciju na internet. Najmanja povezanost je prisutna kod građana sa osnovnom školom, zemljoradnika i građana starosti od 55 - 60 godina. Povezanost na internet je znatno manja kod stanovnika koji žive na selu nego ljudi u gradu. Na pitanje šta je razlog zbog čega njihov personalni računar nije povezan na internet većina građana je odgovorila da je to cena (67,92%), nešto manji broj, da nema tehničkih uslova (24,07%), a ostali nisu dali nikakav odgovor.

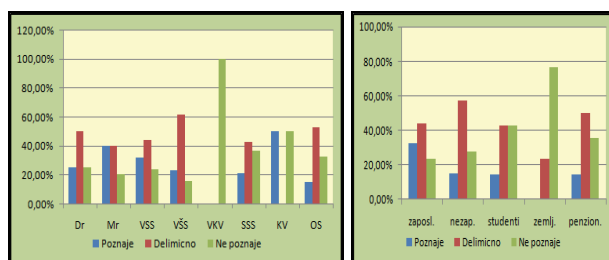
Kada se radi o poznavanju pojma "elektronski novac", istraživanja pokazuju da relativno mali broj građana (22,82%) poznaje sadržaj ovog pojma. Šta je elektronski novac nabolje znaju ljudi starosti od 51-55 godina (52,63%), najmanje zemljoradnici i stanovnici koji žive na selu (slika 4.). Dobijene vrednosti za odgovarajuće koe



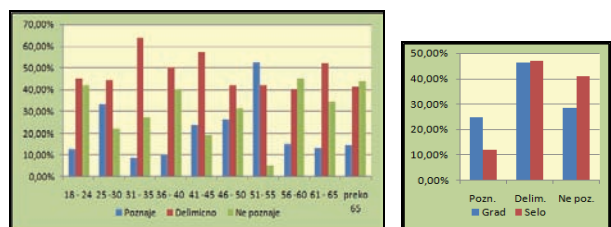
Slika 4. El. novac i zaposlenost; mesto stanovanja

ficijente korelacije pokazuju da poznavanje sadržine navedenog pojma neznatno zavise ($r=0,43$) od stručne spreme i zaposlenosti ($r=0,49$), dok između ove pojave i godina starosti ne postoji značajnija povezanost ($|r|=0,07$).

Sadržinu pojma "transfer novca" poznaje samo 20,87% anketiranih stanovnika, dok više od 32% to ne poznaje. Najmanji procenat poznavanja sadržaja ovog pojma je kod građana sa osnovnom školom, starosti od 31 - 35 godina i zemljoradnika. Takođe, je znatna razlika u poznavanju sadržine ovog pojma kod građana koji žive u gradu i onih sa sela (slike 5. i 6.)



Slika 5. Transfer novca i stručna sprema; zaposlenost

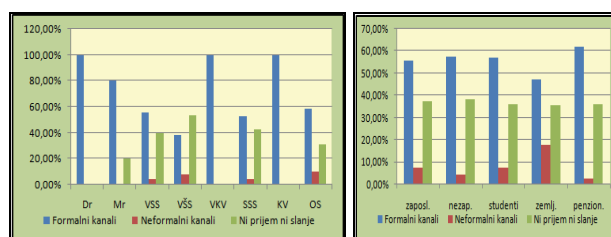


Slika 6. Transfer novca i god.starosti; mesto stanovanja.

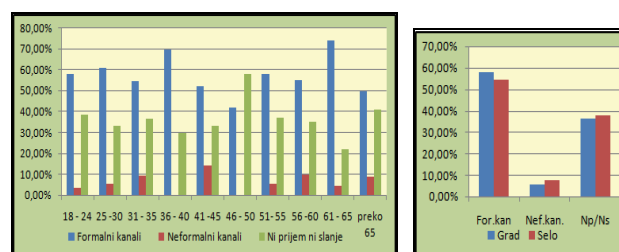
Dobijene vrednosti koeficijenta korelacije pokazuju da je zanemarljiva povezanost između poznavanja pojma "transfer novca" i stručne spreme ($r=0,15$), odnosno godina starosti ($r=0,05$). Međutim, vrednost koeficijenta korelacije između poznavanja sadržaja ovog pojma i

zaposlenosti je blizak jedinici ($r=0,89$), što znači da između ovih promenljivih postoji visoka korelaciona veza. Može se zaključiti da sadržinu ovog pojma najviše razumeju zaposleni jer se, u praksi, najčešće i najviše sreću sa prenosom sredstava, odnosno novca, u odnosu na ostale kategorije u oblasti zaposlenosti.

Koliko građani sa područja na kome je realizovano istraživanje, primaju doznake i na koji način, formalnim - preko banke ili/i pošte, ili neformalnim, utvrđeno je na osnovu podataka koji su neposredno dobijeni prilikom anketiranja stanovnika. Više od 56% stanovnika prima doznake formalnim kanalima, odnosno posredstvom banke, ili pošte, dok 6,31% to čini neformalnim kanalima. Formalne kanale najmanje koriste zemljoradnici i stanovnici godina starosti od 46-50 godina. Skoro na istom nivou, formalne kanale za realizaciju doznaka koriste stanovnici grada i sela (slike 7. i 8.). Ono što je značajno za ovo područje, je činjenica da mali procenat ljudi (6,31%) koristi neformalne kanale, odnosno svoje prijatelje koji putuju iz inostranstva u Srbiju, vozače autobusa, ili kurire.



Slika 7. Doznake i stručna sprema; zaposlenost



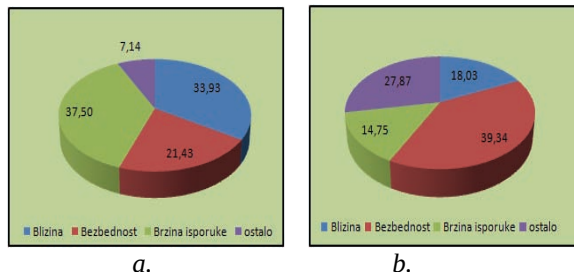
Slika 8. Doznake i godine starosti; mesto stanovanja

Vrednost koeficijenta korelacije ($r=0,61$) za doznake i zaposlenost ukazuje da su doznake i zaposlenost korelaciono povezane, što je sasvim prirodno, jer sredstva (novac) najčešće šalju i primaju zaposleni i penzioneri. Između doznaka i stručne spreme, odnosno godina starosti građana ne postoji značajnija povezanost.

Koliko su pošta i banke, u uslovima izrazite konkurencije, doprinele edukaciji građana da znatno više koriste njihove usluge u oblasti realizacije doznaka, prijema i slanja novca korišćenjem implementiranih informaciono komunikacionih rešenja? Podaci o tome kakav je stav građana o ovoj problematici pokazuju da nije mali procenat (39,32%) građana koji misle da pošta i banka nisu dale značajniji doprinos u upoznavanju stanovnika sa ovom mogućnošću prijema i slanja novca. Među građanima koji imaju takvo mišljenje, najviše je onih od 36-40 i preko 65 godina (50%), zatim slede ljudi godina starosti od 61-65 i od 51-55 godina. Zaposleni smatraju (njih 58,14%) da su pošta i banke dale značajan doprinos u ovoj oblasti, penzioneri, naprotiv misle sasvim suprotno, dok građani koji žive u gradu i u selima imaju

skoro podjednako mišljenje (od 40% - 46%) o ovoj problematici.

Na kraju, potrebno je istaći još jednu činjenicu: u anketnom listiću građanima je, uz pitanje, "Ako ste nekad bili u prilici da pošaljete novac van Republike Srbije, ili da dobijate novac iz inostranstva, da li ste pri tome koristili usluge pošte, ili odgovarajuće bakne?", data mogućnost da navedu i razlog zbog koga su se opredelili za poštu, odnosno banku. Odgovori građana grafički su prikazani na slici 9.



Slika 9. Realizacija doznaka - razlozi korišćenja usluga: a. pošte, b. banke

Očigledno je da su, kada je posrednik pošta, presudni razlozi blizina pošte i brzina isporuke, dok je, kada su u pitanju banke, presudan razlog sigurnost u transferu novca.

4. ZAKLJUČAK

U istraživanjima koja su realizovana na području RJ za pružanje poštanskih usluga "Bor", akcenat je stavljen na obim i kvalitet realizacija doznaka posredstvom pošte, kao i očekivanja građana šta bi trebalo uraditi u ovoj oblasti da se kvalitet ove usluge poboljša. Rezultati istraživanja pokazuju da 56,80% ukupnog broja anketiranih građana sa ovog područja koristi formalne kanale za prenos novca. Od onih građana koji koriste legalne formalne kanale za transfer novca, 47,90% kao posrednika koristi poštu, ostali realizuju doznake preko banke. Da li je ovaj obim korišćenja usluge pošte zadovoljavajući? Svakako da nije, pogotovo kada se ima u vidu dostupnost pošte, odnosno mogućnost fizičkog pristupa poštanskim šalterima, čak i sa najudaljenijih mesta od gradskih centara u ovom delu Srbije, i kada se ima u vidu da ovu uslugu skoro podjednako koriste stanovnici grada i sela. Dominantni razlozi za korišćenje usluga pošte su brzina isporuke novca i blizina poštanskih objekata. Bezbednost je na trećem mestu. Pri korišćenju banke kao posrednika, situacija je obrnuta. Postavlja se pitanje šta je pošta do danas uradila i šta preduzima na upoznavanju građana sa bezbednošću interneta, njegovim servisima i prednostima, zatim sa prednostima korišćenja usluga Western Union-a u oblasti prijema i slanja novca i drugo. Istraživanja pokazuju da građani misle (41,75%) da su pošta i banke dale skroman doprinos u ovoj oblasti. Stoga je potrebno da pošta, u okviru sektora za marketing, preko reklamnih panoa postavljenih u njenim objektima i na druge načine, znatno više radi, pored isticanja prednosti korišćenja interneta i Western Union-a, i na upoznavanju stanovnika sa sadržajima pojmova kao što su: transfer novca, elektronski novac, elektronsko i kućno bankarstvo i drugo. Za sada pošta to čini preko interneta, ali je činjenica, bez obzira što većina građana koristi internet, da su retke prilike u kojima stanovnici koriste sajt "Pošte Srbije" za sopstvenu edukaciju u ovoj oblasti.

5. LITERATURA

[1] Momčilo Kujačić, *Osnovi poštanskog saobraćaja*, FTN Novi Sad, 2009. godine

[2] Obrad Peković, *Organizacija i automatizacija u poštanskom saobraćaju*, FTN Novi Sad, 2009. godine

[3] Obrad Peković, Ivan Tričković, *Uticaj razvoja informacionih tehnologija na kvalitet poštanskih usluga*, XXXI Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju, PosTel 2013, Beograd, 3. i 4. decembar 2013.

[4] *Strategija razvoja informatičkog društva u Republici Srbiji do 2020. godine*, "Sl. glasnik RS", br. 51/2010.

[5] Republički zavod za statistiku Srbije, *Popis stanovništva, domaćinstava i stanova 2011. u Republici Srbiji, Kijica 3: Školska sprema, pismenost i kompjuterska pismenost*, Beograd, 2012.

[6] <http://www.posta.rs>, *IT usluge*

[7] Dušan B. Regodić, *Elektronska trgovina I deo*, Univeritet Sinergija, 2011.

[8] Dejan Đurović, Nataša Preradović, Republička agencija za poštanske usluge, *Poštanska digitalna platforma*, XXX Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju, PosTel 2013, Beograd, 3. i 4. decembar 2013.

[9] Narodna banka Srbije, *Nastavak rada na implementaciji režima platnih usluga Evropske unije u pravni okvir Republike Srbije*, Beograd, 2013.

[10] *Zakon o platnom prometu*, "Sl. glasnik RS" br. 43/2004, 62/2006. 111/2009-dr.zakon i 31/2011.

[11] Radmila Gaćeša, *Iseljeničke/radničke doznake*, Komercijalna banka Beograd, 2011.

[12] *Zakon o sprečavanju pranja novca i finansiranja terorizma*, "Sl. glasnik RS" br. 91/10.

[13] Republički zavod za statistiku, *Upotreba Informaciono-komunikacionih tehnologija u Republici Srbiji u 2010. godini*, Beograd, 2010.

Kratka biografija:



Milan Radivojević rođen je u Beogradu 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije odbranio je 2014.god.

OBLIKOVANJE SKLADIŠNIH PROCESA U LANCIMA SNABDEVANJA

WAREHOUSE PROCESS DESIGN IN THE SUPPLY CHAINS

Sanja Jovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj: Master rad obrađuje osnovne postavke skladišta i procesa skladištenja i njihov uticaj na efikasnost lanaca snabdevanja. Od polaznih osnova, preko osnovnih karakteristika skladišta i skladištenja, specifičnih karakteristika centralnog skladišta, politike zaliha i poručivanja, master rad obrađuje i sisteme za upravljanje skladištem, troškove i korisnički servis. Poseban akcenat u radu stavljen je na problem centralnih skladišta u kontekstu njihovog uticaja na smanjenje ukupnih troškova u lancu snabdevanja.

Ključne reči – Skladište, skladišni procesi, centralno skladište, lanci snabdevanja

Abstract – In this master thesis basic principles of warehouses and warehousing processes are being analyzed, along with their influence on supply chains efficiency. Starting from basic statements, over the general characteristics of warehouses and warehousing, master thesis was analyzing and the specific characteristics of central warehousing, ordering and stock policy, warehouse management software, costs and customer service. Special focus in this research was made on the central warehouses problem in aspect of their influence on reducing general costs in supply chains.

Keywords – Warehouse, warehousing processes, central warehouse, supply chains

1. UVOD

Razvoj globalnog tržišta je sve brži, kompanije sve više postaju međunarodne i prodaju svoje proizvode širom sveta. Fokus se stavlja na smanjenje troškova, te se proizvodnja često izmešta u zemlje sa nižim troškovima proizvodnje. S druge strane, javljaju se sve zahtevniji kupci koji žele kvalitetan proizvod, isporučen u dogovoreno vreme i po niskoj ceni.

Globalni tržišni koncept predstavlja novi okvir za definisanje lanca snabdevanja i novih načina i metoda poslovanja. U cilju savlađivanja prostorne i vremenske neusklađenosti proizvodnje, razmene i potrošnje, formiraju se zalihe.

Zalihe se moraju zaštititi, čuvati i kada je to potrebno dopremiti i otpremiti, pa je neophodno da za to bude obezbeđen određeni prostor. Otuda dolazi do potrebe za formiranjem skladišta.

Skladište i skladištenje tako postaje jedan od najbitnijih delova logističkog sistema.

NAPOMENA:

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

2. SKLADIŠTE I SKLADIŠTENJE

Skladište je važan elemenat logističkog sistema i predstavlja organizovan i opremljen prostor za čuvanje različitih materijalnih dobara (često su to zalihe). Pojam skladišta, pored materijalnog aspekta (skladišni objekti, oprema, transportno-manipulativna sredstva itd.), obuhvata i skladišne procese kao organizovanu realizaciju transportno-pretovarno-skladišnih operacija koje se odvijaju prema utvrđenom redosledu sa određenim ciljem. Osnovni razlozi postojanja skladišta su:

- Funkcija izjednačavanja – u slučaju pojave međusobnog odstupanja potreba za materijalom i količinskog priliva u odnosu na vremensku raspodelu.
- Funkcija sigurnosti – kod pojave nepredvidivih rizika u toku proizvodnje uz oscilacije potreba na tržištu i kašnjenja isporuka na tržištu nabavke.
- Funkcija razvrstavanja – značajna je kod oblikovanja asortimana robe u trgovini ili kod oblikovanja vrsta proizvoda u industrijskim preduzećima.
- Špekulativna funkcija – bitna je u slučaju kada se očekuje povećanje cena na tržištu nabavke ili prodaje.
- Funkcija dorade – kada kod uskladištene robe dolazi do promene kvaliteta.

Osnovni zadaci skladištenja su:

- prostorno, vremensko i kvantitativno usaglašavanje tokova robe,
- obezbeđenje sigurnosti u radu sistema i
- prilagođavanje asortimana robe između proizvodnje i potrošnje.

Skladište predstavlja sistem koji ima složenu unutrašnju strukturu i koji je kompleksnim vezama povezan sa okruženjem. Njegovu strukturu čine elementi koji su objedinjeni zajedničkim ciljem delovanja, pri čemu su svojstva jednog elementa određena ponašanjem i funkcijom ostalih elemenata.

Na slici 1, prikazane su osnovne komponente skladišnog sistema – ulazi (inputi) ulaze u sistem, obrađuju se, izlaze iz sistema i daju izlaze (outpute), koji mogu biti proizvod ili usluga.



Slika 1: Sistem skladišta – ulazi, procesi, izlazi

3. CENTRALNA SKLADIŠTA

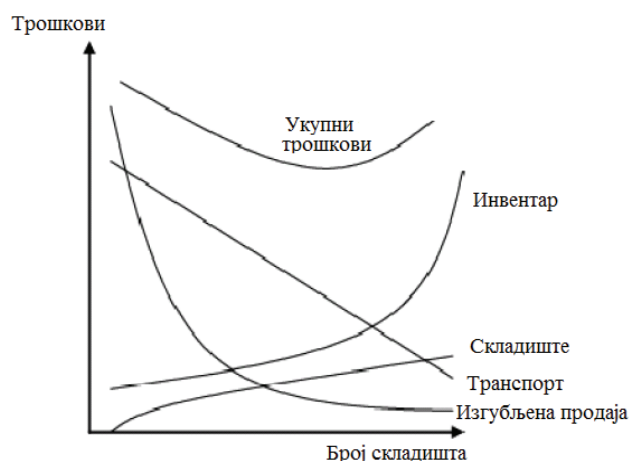
Glavni cilj kompanija je da imaju robustan i strukturiran lanac snabdevanja koji će biti efikasan i pouzdan. Promene strukture lanca snabdevanja, u kontekstu konsolidacije skladišno-distributivnog sistema, podrazumevaju smanjenje broja skladišta i koncentraciju tokova materijalnih dobara. Ciljevi ove strategije su optimizacija lanca snabdevanja u pogledu kvantiteta, kvaliteta, troškova i vremena isporuke. Osnovni cilj sistema centralnog skladišta jeste smanjenje operativnih troškova. Četiri glavna faktora preovlađuju u ovoj strategiji:

1. tržišna globalizacija,
2. evolucija tržišta,
3. težnja za ekonomičnošću,
4. razvoj komunikacione infrastrukture.

Primenom strategije centralnog skladišta, očekuje se realizacija sledećih ciljeva:

- smanjenje troškova zaliha,
- smanjenje skladišnog osoblja,
- poboljšana komunikacija,
- brži transportni proces.

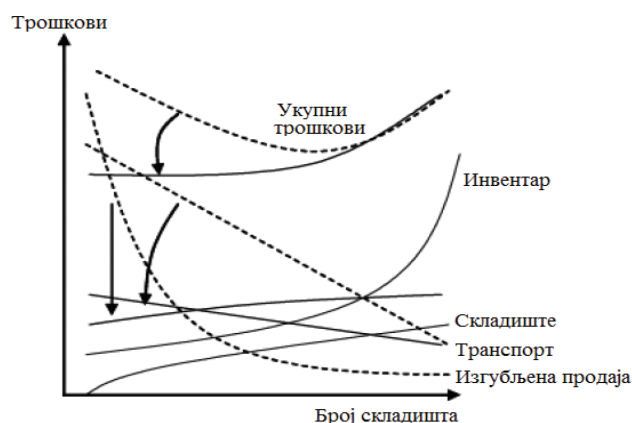
Centralizovano skladište ili nekoliko regionalnih skladišta predstavlja jedno od ključnih pitanja u logističkom menadžmentu. Više autora je raspravljalo na ovu temu i neki od pristupa navedeni su u ovom poglavlju. Prvi pristup je tradicionalni predstavljen od strane *Lambert i Stock-a* (2001), kao i *Coyle-a* (1988), a drugi je novi pristup predstavljen od strane *Abrahamsson-a* (1992). Pri vrednovanju distributivne strukture, tradicionalni pristup je da se troškovi fizičke distribucije predstave kao funkcija broja skladišta. *Lambert i Stock* (2001) i *Coyle i ostali* (1988) tvrde da se kompromis između transportnih troškova i troškova zaliha zajedno sa troškovima skladištenja, vrši u cilju pronalaženja najnižih ukupnih troškove. Kao što je to prikazano na slici 2, transportni troškovi se smanjuju sa povećanjem broja skladišta, dok se skladišni i troškovi zaliha povećavaju.



Slika 2: Uticaj broja skladišta na troškove, tradicionalni pristup

Abrahamsson (1992) i *Mattsson* (2002) kritikuju prethodno naveden tradicionalni pristup. Oni tvrde da je moguće da se poveća nivo usluge i smanje ukupni troškovi kroz centralizovanu strukturu skladišta. Slika 3

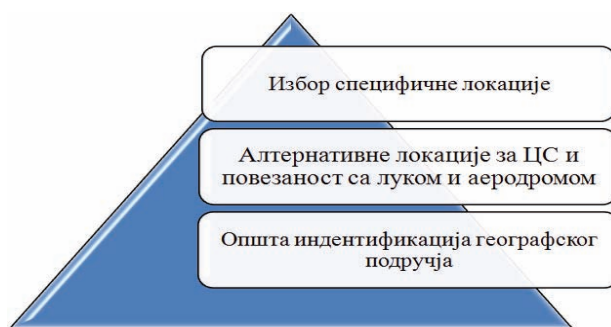
prikazuje *Abrahamsson-ov* (1992) novi pristup koji predstavlja rezultat empirijskih istraživanja na planu troškova, usluge i skladišnog prostora.



Slika 3: Трошкови у зависности од броја складишта, нови приступ Абрахамссон (1992)

4. IZBOR LOKACIJE CENTRALNOG SKLADIŠTA

Da bi realizovali sve tržišne zahteve, organizacije moraju da imaju skladišta. Naravno, kapitalne investicije, operativni troškovi i korisnički servis su pod uticajem odluka vezanih za lokaciju i strukturu skladišta. Kao rezultat toga, skladište treba smatrati resursom. Investicije u objekte za skladištenje treba da budu identifikovane kroz inicijalne studije i mora se slediti analiza izvodljivosti. Lokacija skladišta mora biti pažljivo proučena pre preduzimanja drugih složenih pitanja studije skladišta. Izbor lokacije ima veliki uticaj na logističke troškove i operativnu efikasnost. Loša lokacija skladišta može biti jako skupa i veliki izdatak za funkcionisanje organizacije. Proces selekcije lokacije počinje na najvišem strateškom (makro) nivou i spušta se sve dok određena mikro lokacija nije izabrana. Tada proces selekcije lokacije obično uključuje procenu prioriteta, određivanje kritične funkcije i eliminisanje neadekvatne lokacije. Pošto svaka lokacija ima svoje prednosti i mane, konačan izbor lokacije će verovatno uključiti i neke kompromise (slika 4).



Slika 4: Faze izbora lokacije centralnog skladišta

Postoji veliki broj modela za izbor lokacije, koji pomažu u analizi različitih scenarija, kao što su: matematički modeli za optimizaciju, simulacioni modeli, programi za donošenje odluka, model raspodele lokacije, metod centra gravitacije, metod režima i dr. Od navedenih modela,

gravitacioni model je najjednostavniji i najšire primenjivan model pri analizi lokacije.

5. SIGURNOSNE ZALIHE I POLITIKA PORUČIVANJA

Sigurnosne zalihe su roba koja postoji kako bi se sprečile nestašice robe u skladištu. Nestašice se javljaju usled promenljive potražnje kupaca, štete u skladištu, netačnih prognoza i varijabilnosti u rokovima za sirovine ili proizvodnji. Sigurnosne zalihe u isto vreme maksimiziraju korisnički servis i minimiziraju troškove zaliha. Postoje tri tehnike koje se koriste za izračunavanje sigurnosnih zaliha:

- statistički metod,
- fiksna količina,
- sigurnosne zalihe bazirane na vremenskom periodu, i to u slučaju:
 - varijabilnosti u potražnji,
 - varijabilnosti u vremenu isporuke,
 - varijabilnosti u potražnji i vremenu isporuke.

5.1. Ekonomična količina naručivanja

Ovaj klasični model pokazuje odnose između troškova nabavljanja i čuvanja (držanja) robe. Potrebno je optimizirati narudžbine, tako da ukupni troškovi sastavljeni od troškova realizacije narudžbine i troškova čuvanja zaliha budu minimalni, a da se ni u jednom trenutku ne pojavi nedostatak robe. Ovo je krajnje pojednostavljena verzija realne situacije. Jednačina za utvrđivanje ekonomične količine naručivanja Q^* je:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot D}{h}} \quad (1)$$

gde su:

K – fiksni troškovi realizacije jedne narudžbine,

D – konstantna potražnja,

h – trošak čuvanja zaliha

5.2. Sigurnosne zalihe u centralnom skladištu

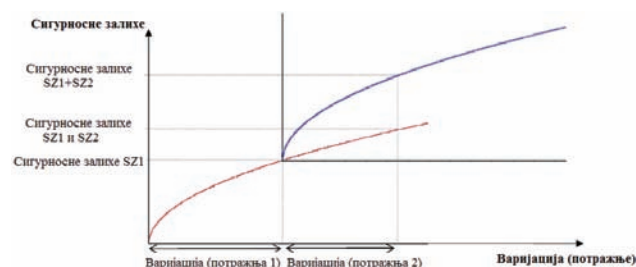
Uvođenjem sistema centralnog skladišta dolazi do eliminisanja posredničkih zaliha koje se drže u regionalnim skladištima. Pored toga, vezani kapital moguće je dalje smanjivati, uz istovremeno povećanje nivoa usluge korisnicima preko konsolidacije tražnje. Zbog objedinjavanja potražnje, sigurnosne zalihe u centralnom skladištu će se umanjiti.

Na slici 5 prikazan je slučaj jednog proizvoda kojim se upravlja u dva različita skladišta (skladišta 1 i 2) u odnosu na centralni sistem upravljanja. Smatra se da su sigurnosne zalihe srazmerne standardnoj devijaciji (odnosno kvadratnom korenu varijacije).

U odvojenim slučajevima upravljanja zalihama, sigurnosnim zalihama $SZ1$ i $SZ2$ se nezavisno upravlja i sabiraju se odvojeno.

Dobijena vrednost sigurnosnih zaliha očitava se na plavoj liniji, na apscisi ($\text{var}1 + \text{var}2$). Kada su zalihe grupisane, suma varijacija je jednaka zbiru varijacija, te se vrednost sigurnosnih zaliha očitava na istoj apscisi ($\text{var}1 + \text{var}2$) i predstavljena je crvenom linijom.

U ovom slučaju, zalihe $SZ1$ i $SZ2$ su grupisane i njima se upravlja kao jedinstvenim zalihama.



Slika 5: Grafička ilustracija sigurnosnih zaliha pri dva različita načina upravljanja

6. KONCEPT UKUPNIH TROŠKOVA

Prilikom izbora između različitih opcija ukupni logistički troškovi su centralni koncept za procenu. Koncept ukupnih troškova podrazumeva da prilikom procene odluka ili unutrašnjih promena sistema logistike treba uzeti u obzir sve elemente troškova. Na slici 6 prikazani su modeli ukupnih troškova razvijeni od više autora. Najčešće korišćen model ukupnih troškova su predstavili *Stock i Lambert* (2001).

Oskarsson u ostali(2006) Stock u Lambert (2001) Christopher (1986)

Трошкови држања залиха	Трошкови држања залиха	Трошкови држања залиха
Трошкови складиштења	Трошкови складиштења	Трошкови капацитета
Транспортни трошкови	Транспортни трошкови	Транспортни трошкови
Административни трошкови	Тр. обраде налога и информациони	Комуникациони трошкови
Додатни трошкови	Трошкови велике количине	Трош. руковања материјалом
	Ниво корисничког сервиса	Трош. заштитног паковања
		Трош. управљања дистрибуцијом

Slika 6: Modeli ukupnih troškova

7. SISTEMI ZA UPRAVLJANJE SKLADIŠTEM

Tokovima robe se mora ovladati pa skladišta moraju biti izuzetno dobro, ako ne i najbolje usklađen deo lanca snabdevanja. Za upravljanje lancem snabdevanja ključne su informacije, na njima se zasniva pravovremeno i delotvorno odlučivanje ne samo u skladištima, već u celom lancu snabdevanja. Kvalitetna informatička podrška omogućava snižavanje troškova poslovanja, pojednostavljenje procesa prijema od dobavljača, praćenje toka robe kroz skladište, smanjenje grešaka u isporuci, pojednostavljenje isporuke kupcima i partnerima u proizvodnji. Informatička podrška pomaže u upravljanju zalihama i povezano sa tim, kapitalom preduzeća. Na tržištu sve je bogatija ponuda softverskih rešenja za upravljanje procesima logistike, a posebno za upravljanje

skladišnim sistemima. Ovde su navedeni samo neki od njih: WMS - Warehouse Management System, Accellos One i SAP - Extended Warehouse Management. Na slici 7. može se videti pregled tipičnih procesa u skladištu onako kako ih „vidi“ Accellos One.



Slika 7: Procesi i protok podataka u skladištu

Nakon što skladište postane u potpunosti operativno, mnogi od ovih procesa se zapravo dešavaju istovremeno. Slika 7 pokazuje kako treba da ide protok podataka kroz sistem od trenutka kada je proizvod primljen u skladište, do trenutka kada je napravljena nabavna porudžbina. Štampač etiketa prikazan je u sredini ciklusa iz razloga što operacija štampanja etiketa može da se obavlja tokom svakog koraka u tom procesu.

8. ZAKLJUČAK

Cilj rada jeste sistematizacija literature iz oblasti skladišta i skladištenja, sa namerom što boljeg sagledavanja pozicije skladišta u okviru lanca snabdevanja. Skladište, kao deo lanca snabdevanja, svojim poslovanjem utiče na poslovanje ukupnog lanca. Na osnovu sprovedenog istraživanja o unutrašnjoj organizaciji skladišta, skladišnim procesima i politici zaliha, može se zaključiti sledeće:

- Glavni zadatak skladišta je dinamičko uravnoteženje tokova robe, količinski i prostorno, u svim fazama poslovnog procesa.
- Proces skladištenja treba realizovati uz najniže troškove skladištenja i uz najmanja moguća finansijska sredstva vezana u zalihe.
- U skladištu se mora stalno održavati kvalitet zaliha, i to odgovarajućim čuvanjem, zaštitom i održavanjem.
- Skladište treba da ubrza tok materijala.
- Svojim poslovanjem skladište treba da utiče na povećanje konkurentne sposobnosti poslovnog sistema.

Fundamentalna osnova za poslovanje skladišta kao i funkcionisanje celog lanca snabdevanja jeste određivanje lokacije skladišta. U dosadašnjoj teoriji i praksi kao najpogodniji model za izbor lokacije jednog skladišta se pokazao metod centra gravitacije. Međutim, i pored svoje velike primene ovaj metod ima svoja ograničenja. Metod

gravitacije generiše optimalnu lokaciju kada su dobavljači i kupci simetrično raspoređeni. Takođe, količina robe do kupaca i od dobavljača mora biti jednaka za sve tačke, kao i transportni troškovi za svaki prevoz robe.

Greška u metodi centra gravitacije kada ovi kriterijumi nisu ispunjeni smanjuje se sa povećanjem broja dobavljača i kupaca. U uslovima kada metod centra gravitacije ne daje optimalno rešenje najpogodnije je koristiti metod režima.

Uvođenjem sistema centralnog skladišta postići će se sledeće:

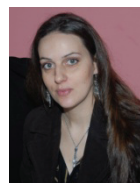
- smanjenje gubitaka usled zastarelosti,
- preciznije prognoze prodaje,
- poboljšana komunikacija,
- veća stopa prometa zaliha,
- bolji korisnički servis,
- kraći rokovi,
- viši nivo usluge.

Osnovni rezultat rada je sistematizacija osnovnih postavki o skladištima i skladišnim procesima i može naći svoju upotrebnost vrednost prilikom izvršenja početnih faza rešavanja praktičnih problema iz ove oblasti.

9. LITERATURA

- [1] Abrahamsson, M., Tidsstyr direkt distribution, Studentlitteratur, Linköping University, Sweden, 1992.
- [2] Bidkud, J., Safir, C., Pre-study for a central warehouse, Master Thesis, Kungliga Tekniska Högskolan, Sweden, 2007-2008.
- [3] Christopher, M., *The Strategy of Distribution Management*, Heineman Professional Publishing, Oxford, 1986.
- [4] Coyle, J. J., Bardi, E. J., Langley, C. J., *The Management of Business Logistics*, West Publishing, New York, 1998.
- [5] <http://www.logistika-info.net/>
- [6] Stock, J. R., Lambert, D. M., *Strategic Logistics Management*, 4th ed., McGraw-Hill, 2001.
- [7] Tompkins, J.A., Smith, J.D., *Warehouse Management Handbook*, Tompkins Press, New York, 1998.
- [8] Oskarsson, B., Aronsson, H., Ekdahl, B., *Modern logistik – för ökad lönsamhet*, 3 rd ed, Liber AB, 2006.
- [9] Vukićević, S., *Skladišta*, Preving, Beograd, 1995.

Kratka biografija:



Sanja Jovanović rođena je u Kruševcu 1985. godine. Master rad iz oblasti Saobraćaja, uža oblast Logistika odbranila je na Fakultetu tehničkih nauka 2014.godine. Udata je i majka deteta.

ПРИМЕНА САВРЕМЕНИХ ПРОЦЕДУРА УНАПРЕЂЕЊА БЕЗБЕДНОСТИ ПУТА НА ПОДРУЧЈУ КИПРА**MODERN PROCEDURES FOR ROAD SAFETY IMPROVEMENTS IN CYPRUS**Вељко Стаменковић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област - САОБРАЋАЈ**

Кратак садржај: *Управљање безбедношћу саобраћаја односи се на одржавање и унапређење постојећег нивоа безбедности путне мреже, смањењем броја саобраћајних незгода и пружањем безбедне околине пута за све кориснике, да би се омогућило стално коришћење мреже путева на безбедан и ефективан начин. У раду је описан метод који је коришћен за развијање системског приступа управљању безбедности саобраћаја, које могу користити органи из јавног сектора који се баве планирањем, при чему је као студија случаја узета држава Кипар.*

Abstract - *Road safety management seeks to maintain and improve the existing safety of a road network by reducing crashes and providing a safe road environment for its users to enable its continued use in an effective and safe manner. Methodology described in the study was used for developing a systematic approach to road safety management, that can be used by public services involved in traffic planning. The state of Cyprus was presented as a case of study.*

Кључне речи: *Безбедност саобраћаја, савремене процедуре унапређења безбедности пута, искуства Кипра.*

1. УВОД

Кипар је у 2010. години имао осми најмањи пад броја погинулих по становнику у Европској Унији. Иако се број погинулих у саобраћајним незгодама на Кипру смањило за 39% између 2001-2010. године и даље остаје девети највећи узрок смртности, а Кипар и даље мора много да ради на томе да постигне циљ из директиве Европске Уније за 2020. годину.

У 2009. години идентификовано је десет проблема Националног савета за безбедност саобраћаја, од стране шефа департмана за безбедност саобраћаја при Министарству Комуникација и Рада Кипра.

Шест од десет проблема односило се на процесе менаџмента. Да би се овај проблем идентификовао, ово истраживање тражи сврху системског приступа и повезаних алата за планирање, који ће бити коришћени од стране јавних организација на Кипру, за сврху управљања безбедношћу саобраћаја.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр.проф.

2. ИСКУСТВА КИПРА У ПРИМЕНИ АЛАТА И МОДЕЛИ КОЈИ СУ РАЗМОТРЕНИ

Размотрен је одређен број методологија и модела од стране организација широм света, за које се сматра да обухватају управљање безбедношћу саобраћаја, као и то да ли су методе које су коришћене погодне за примену у области безбедности саобраћаја на Кипру.

1. Алат за управљање инфраструктуром, путевима и безбедношћу саобраћаја.

Интернационална федерација за путеве истиче да је за унапређење безбедности саобраћаја потребно користити одређен број процедура. Ове процедуре укључују:

- *Ревизију безбедности саобраћаја (RSA):* да се проучи безбедност карактеристика дизајна новог пута, или поправке постојећег, у различитим фазама планирања, дизајна и ранијих операција.

- *Инспекцију безбедности саобраћаја (RSI):* периодични преглед оперативне мреже путева од стране обучених експерата, да би се идентификовале постојеће опасности.

- *Управљање безбедношћу мреже:* да би се смањило будући број незгода, третирањем делова мреже путева за које су трошкови саобраћајних незгода високи.

- *Управљање високоризичним деоницама пута:* да би се смањило будући број саобраћајних незгода на црним тачкама (односно на оним локацијама на којима постоји велика концентрација саобраћајних незгода по јединици времена).

2. Опрема за Интелигентне транспортне системе (ITS) је дизајнирана од стране Департмана за транспорт у Великој Британији, да би се помогло планерима и саобраћајним инжењерима при одабиру одговарајућих ITS алата који треба да буду укључени у транспортне планове. Опрема укључује различите мере безбедности саобраћаја и препоруке, и узима у обзир укупне трошкове мера које треба да буду имплементирани, тако да омогућују максималне бенефите уз минималне трошкове.

3. PIARC упутство за безбедност саобраћаја се користи од стране инжењера за безбедност саобраћаја, како би боље разумео утицај инфраструктуре пута на безбедност саобраћаја у свим фазама, од пројекта пута, сакупљања и анализе података, до пружања решења као и будућих циљева. Поред тога, омогућени су аутоматски прорачуни који се односе на саобраћајне незгоде, хоризонталне кривине, економске процене и друго, што се може користити од стране власти да би се лако добили резултати.

3. БЕЗБЕДНОСТ САОБРАЋАЈА НА КИПРУ

Број саобраћајних незгода на Кипру је опао у великој мери од 2001. године, али је и даље потребно много рада да би се постигао циљ за 2020. годину. Статистика саобраћајних незгода на Кипру за период 2001-2010. године, као и будуће опадање броја незгода које је потребно постићи да би се испунили захтеви Европске Уније за 2020. годину.

а) Статистика саобраћајних незгода према типу пута
Класе пута на Кипру су следеће:

Путеви А: Примарне трасе (мотопутеви)

Путеви Б: Регионалне трасе (национални међуградски)

Путеви Е: Локалне трасе (путеви који повезују општине)

Путеви Ф: Обухватају важније локалне путеве. Ф путеви такође повезују општине, али се обично граде по нижим стандардима (мањи радијуси кривина, ширина коловоза).

Путеви У: Путеве који се не сврставају ни у једну од раније поменутих категорија и сматрају се за „некласификоване“ путеве. Ова група укључује велики део градских путева са ограничењем брзине на 80 km/h.

Табела 3. показује да се већина незгода које се дешавају на Кипру, заправо дешава у градским насељеним областима и путевима нижег ранга са ограничењима брзине мањим од 80 km/h, за разлику од Велике Британије, где се већина незгода јавља на путевима типа А и земљаним путевима, са ограничењима брзине изнад 100 km/h.

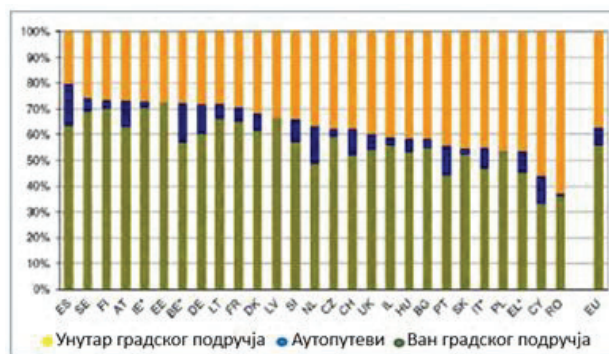
Табела 1. Број погинулих и повређених лица за одређени тип пута према годишњем броју пређених милиона километара, подаци из 2010. године

Тип пута	Погинули	Погинули / година / мил. km	Погинули /100 мил. km год	Повређени	Повређени и/година мил. km	Повређени/100 мил. km год
А	8	0.00085	0.8467	154	0.0163	1.6298
Б	6	0.00063	0.0635	94	0.0099	0.9948
Е	6	0.00063	0.0635	105	0.0111	1.1112
Ф	1	0.00011	0.01058	17	0.0018	0.1799
У	39	0.00413	0.41274	1392	0.1473	14.7317
Укупно	60			1762		

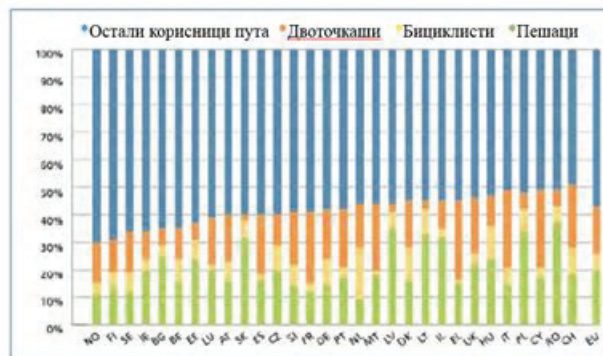
У поређењу Кипра са другим европским државама, на Кипру се дешава 25% више саобраћајних незгода у градским областима и 5% више незгода на мотопутевима у поређењу са европским просечним вредностима.

б) Статистика саобраћајних незгода према корисницима пута: На Кипру се деси око 10% више незгода са двоточкашима, мотоциклистима и мопедима, него што је просек за Европску Унију.

Са друге стране, саобраћајне незгоде са бициклистима се дешавају у мањем обиму него што је просек у Европској Унији, пошто бициклизам није популаран у држави.



Слика 1. Процент погинулих лица према врсти пута у Европској Унији



Слика 2. Саобраћајне незгоде по кориснику пута у ЕУ

ц) Околности саобраћајних незгода на Кипру, пет главних околности саобраћајних незгода на Кипру су:

- Непажња,
- Конзумирање алкохола
- Лево скретање без упозорења
- Некоришћење леве саобраћајне траке и
- Неуступање првенства пролаза

д) Акције које се предузимају од стране законодавних тела:

Тренутно је Национални савет за безбедност саобраћаја одвојен у 6 одељења за безбедност саобраћаја на Кипру.

Одељење за обуку и тестирање возача, одговорно је за аутошколе и ниво обучавања и тестирања који је потребан за нове возаче и предаваче у ауто школама.

Одељење за хитну медицинску помоћ, одговорни су за приправност амбуланти, као и да ли постоји довољан број запослених, чиме се осигурава да постоји довољан број хитних служби у свим областима државе, а посебно у руралним областима.

Одељење за легислацију, закон о путевима и апарат принуде, имплементирани су и ажурирани закони, као и апарат принуде који покрива те законе. Апарат принуде је одговоран за систем евиденције казних поена.

Одељење за безбедност путне инфраструктуре: одговорно је за побољшање нивоа безбедности саобраћаја инспекцијом и одржавањем постојеће мреже путева, применом нових мера безбедности саобраћаја, провером да ли и где постоје црне тачке, и омогућавање изградње безбеднијих путева за учеснике у саобраћају. Стратегије за праћење (инспекције) се извршавају само на путевима који су под надзором одељења.

Одељење за едукацију о безбедности саобраћаја у јавности (подизање свести), је контролисано од стране полиције, а бави се едукацијом јавности о мерама и стању безбедности саобраћаја, извођењем бесплатних семинара, активности и кампања. Такође је одговорно за одобравање кампања.

Одељење за безбедност возила, одговорно је за унапређење и контролу нивоа безбедности возила, као и проверу да ли нова возила која су увезена у државу задовољавају одређене критеријуме безбедности.

Ова одељења ефективно делују да би смањила број саобраћајних незгода, али постоје одређене слабости Националног савета за безбедност саобраћаја. Неке од ових слабости су:

- број саобраћајних незгода опада сваке године, али не на жељеном нивоу као што се захтева у Стратешком плану за период од 2005-2010. године.

Из раније наведеног се може закључити да постоји потреба за систематском анализом безбедности саобраћаја на Кипру, која може да представља основу за ефективну стратегију безбедности саобраћаја. Ово може бити постигнуто стварањем алата за подршку у одлучивању, да би се помогло менаџменту безбедности саобраћаја.

Утврђено да се у развијенијим државама дешава већи број саобраћајних незгода по становнику, али је жестина тих незгода мања и мањи је број погинулих. Поред тога, идентификовано је да је погрешно извештавање о саобраћајним незгодама у неразвијенијим државама приближно 4,3 пута веће од стварног броја незгода.

Из анализе саобраћајних незгода, корисницима пута је показано да већи број возача него путника у путничким аутомобилима погине у саобраћајним незгодама.

Верује се да је резултат овога то што већи број возила постоји у развијенијим државама, и према томе већи број људи користи путничке аутомобиле, што за резултат даје да се у тим возилима налази мањи број путника. У неразвијенијим државама проблем је супротан, већи број људи је изложен ризику повређивања у саобраћајној незгоди, пошто се више путника у просеку налази у возилу.

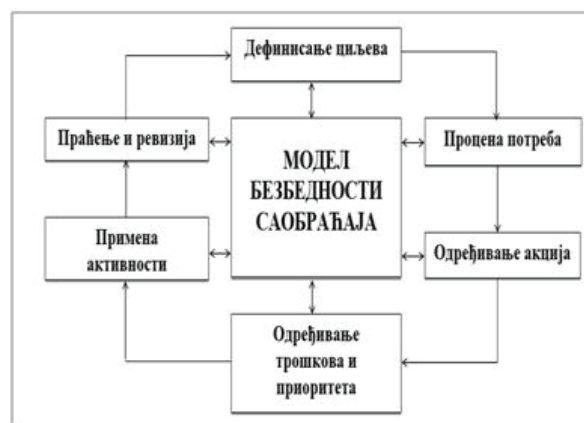
Дошло се до закључка да су узроци саобраћајних незгода и повреда у саобраћајним незгодама слични у свим државама, а разлика се јавља у фреквентности незгода. Према томе, државе су у могућности да се потпомажу зарад смањења броја саобраћајних незгода.

4. АЛАТ ЗА ПОДРШКУ ПРИ ОДЛУЧИВАЊУ

Алати за подршку при одлучивању пружају информације о управљању за оне који праве стратегију, чиме им се помаже у процесу доношења одлука.

Такви алати могу бити базе података или модел, који захтева специфичне податке да би функционисао. Ови подаци се често трансформишу да би дали информације које ће помоћи организацијама при доношењу одлука.

Модел ће поред свега омогућити повратну спрегу са решењима које даје, и биће у могућности да задовољи потребе циклуса менаџмента (Слика 3).



Слика 3. Циклус одржавања путева

Концепт циклуса менаџмента је користан због тога што омогућује радни оквир у којем се предузимају одговарајући кораци зарад доношења одлуке. У том циљу је било погодно да се представи циклус менаџмента за безбедност саобраћаја за потребе Кипра, да би се демонстрирало на који начин се модел који је развијен у овој студији може користити од стране органа за безбедност саобраћаја. Модел може бити описан на следећи начин.

Дефинисање циљева: Циљ модела је да асистира органима саобраћаја у одабиру мера безбедности саобраћаја које треба да се примене на опасним деоницама путева на Кипру. Модел неће захтевати додатне податке које тренутно сакупљају органи саобраћаја и може бити коришћен од стране одељења за путну инфраструктуру као и допуна за процес доношења одлука за друга одељења. Модел може бити коришћен за анализу потреба безбедности сваке деонице пута која је одвојено размотрена, као и за комплетну мрежу путева.

Процена потреба: Да би се процениле потребе мреже путева у смислу мера безбедности саобраћаја, потребни су подаци о саобраћајним незгодама за мрежу путева на Кипру, као и карактеристике опасних деоница. Подаци о саобраћајним незгодама ће бити коришћени да се идентификују опасне деонице пута за мрежу путева, као и да се анализирају типови саобраћајних незгода који се на њима јављају. Инспекције мреже путева ће идентификовати карактеристике путева и било какве могуће опасности које могу постојати.

Одређивање акција: Модел ће бити коришћен за идентификовање мера безбедности саобраћаја које могу бити примењене на опасне мреже путева, према карактеристикама околине пута и према типовима саобраћајних незгода које су се десиле. Одабир од препоручених мера може бити направљен од органа саобраћаја, према захтевима одређених деоница пута које се проучавају.

Одређивање трошкова и приоритета: Мере безбедности саобраћаја ће бити у могућности да се упореде и поређају у временском смислу према трошковима и ефективношћу смањења броја саобраћајних незгода.

Примена активности: Сходно буџету и приоритетима органа саобраћаја, одабране мере безбедности саобраћаја могу бити примењене на мрежу путева.

Праћење и ревизија: Модел ће се користити за процену ефективности примењених мера. Ово ће захтевати годишњу статистику о саобраћајним незгодама. Поред тога, можда ће бити потребна годишња инспекција безбедности саобраћаја на мрежи путева, да би се помогло у идентификацији било којих додатних опасности. Горе наведени циклус доношења одлука за безбедност саобраћаја ће бити размотрен за једногодишњи период анализе.

5. РАЗВОЈ И ПРИМЕНА МОДЕЛА

Алат iRAP је погодан за коришћење на Кипру, али му је потребан даљи развој да би задовољио потребе државе. До сада се осетила потреба да се аутоматизује алат за безбедност саобраћаја iRAP, да се тестира коришћењем симулираних података, да се процени у смислу операција и потреба, са освртом на предлог нових модела. Кораци који су предузети при изградњи модела су били:

- Аутоматизација алата iRAP за безбедност саобраћаја.

- Додавање већег броја мера безбедности том алату, као и карактеристике при којима се мере могу применити на сваку област.

- Економска анализа низа безбедносних мера за спречавање саобраћајних незгода и настрадалих лица, као и одабир најповољније.

- Омогућавање годишњег прорачуна ефективности за саобраћајне незгоде и погинуле, за имплементацију одређене мере безбедности, годину дана од њене имплементације.

Аутоматизовани алат је први пут примењен коришћењем вештачких података, да би се проучила његова употреба у оквиру мреже путева. Подаци о мрежи путева који су коришћени су били вештачки, бавили су се малим деоницама пута дужине 100m. Проучавањем саобраћајних незгода дошло се до тога да се већина саобраћајних незгода догађа услед слетања возила са коловоза. Мере безбедности саобраћаја су одабране према мерама које могу да смање број слетања са коловоза, као и према мерама које задовољавају захтеве путних власти.

Развијени модел је у могућности да изведе: одабир једне од мера за уочене опасности сходно различитим карактеристикама пута, да изврши економску анализу која може помоћи при одабиру економски оптималне мере безбедности саобраћаја, као и прорачун ефективности одабране мере у датој области.

6. ЗАКЉУЧАК

У раду је представљена систематска методологија за развој и управљање алатима за доношење одлука који могу бити коришћени од стране власти које су одговорне за безбедност саобраћаја на путевима.

Алат за безбедност саобраћаја iRAP је идентификован као одговарајућа методологија за идентификовање проблема безбедности саобраћаја на Кипру.

iRAP алат за безбедност саобраћаја је аутоматизован и даље развијан коришћењем додатних информација из литературе. Нови модел предлаже да се може асистирати властима на Кипру при одабиру одговарајуће мере безбедности саобраћаја за опасне локације на путној мрежи.

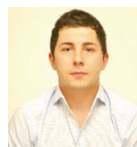
Модел не захтева додатно сакупљање података везаних за саобраћајне незгоде. Захтева детаљну процедуру инспекције, коришћењем специјално опремљених возила, која може да се изведе као део тренутних инспекција безбедности саобраћаја које се већ врше на Кипру.

Истраживање је показало да је модел који је створен ефикасан и лак за употребу, али захтева већи број података у односу на тренутни ниво сакупљања података на Кипру. Ако се употреби системски, може бити прилагођен потребама било које државе.

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Elvik R., Høyе A., Vaa T. and Sørensen M, (2009) The Handbook of Road Safety Measures, 2nd edition, Emerald Group, United Kingdom
2. Evans L. (1991), Traffic safety and the driver, VanNostrand Reinold, New York
3. Cyprus Police department of road safety (January, 2011), Loss of 2010 and aims for 2011 on road safety matters- presentation, Nicosia
4. Morfakis G(2009), Road Safety in Cyprus- information provided by personal meeting at the Ministry of Communications and Works" offices on the 9th of September 2010, Nicosi
5. Nilsson, G. (2002), The three dimensions of exposure, risk and consequence, Swedish national road and transport research institute, Linköping
6. PIARC Technical committee on road safety (2003), Road Safety Manual; Recommendations from the world road association, France
7. Robinson, R, U Danielson and Snaith, M.S (1998), Road maintenancemanagement: concepts and systems, Basingstoke and London: Macmillan Press
8. Scott J. A. et al (March, 1996), Driveway and street intersection spacing, Transportation Research Board, Washington D.C
9. Seiderman C., Bicycling info Case study 18: Contraflow Bicycle Lanes on Urban Streets, Transportation Program Manager, Cambridge, MA
10. Wilde G. J. S. (1994), Target Risk. Dealing with the danger of death, disease and damage in everyday decisions. Edward Elgar, Aldershot

Кратка биографија:



Вељко Стаменковић рођен је у Врању 1987. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај-Друмски саобраћај одбранио је 2014. 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.

**EFEKTIVNOST NEKONVENCIONALNOG GRAFIČKOG DIZAJNA TETRA BRIK
AMBALAŽE ZA VOĆNI SOK****EFFECTIVENESS OF UNCONVENTIONAL GRAPHIC DESIGN OF TETRA BRIK FOR
JUICE BOX**

Nemanja Vučićević, Uroš Nedeljković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Rad istražuje efektivnost nekonvencionalnih grafičkih rešenja ambalaže voćnog soka u odnosu na konvencionalna rešenja sa kojima se potrošači svakodnevno sreću. Nadovezivanjem na rezultate istraživanja Mandlera [1] postavljena je hipoteza da će nekonvencionalna grafička rešenja kod ispitanika izazvati pozitivniji emocionalni odgovor. Hipoteza rada je potvrđena rezultatima eksperimenta sa ispitanicima.

Abstract – This paper examines the effectiveness of unconventional graphic design solutions for fruit juice packaging, compared to conventional solutions that consumers see on daily basis. Following the results of research by Mandler [1] we form a hypothesis claiming that unconventional packaging solutions will result in a more positive emotional reaction. The study hypothesis was confirmed by the results of experiments with subjects.

Cljučne reči: Grafički dizajn, ambalaža, emocije, šema podudarnosti

1. UVOD

Na tržištu republike Srbije postoji velik broj proizvođača voćnog soka, ali se većina grafičkih rešenja tetra brik ambalaže može svesti na istu konvenciju koja uključuje logo proizvođača pri vrhu tetra brika, zatim naziv i vrstu soka, fotografije plodova voća, dok je pozadina najčešće dvobojni gradijent. Budući da ambalaža predstavlja osnovni vid promocije na mestu prodaje i prvi kontakt između kupca i proizvoda, dobra ambalaža ima zadatak da prenese poruku o brendu pokazujući nam gde se jedan proizvod nalazi u odnosu na proizvod koji mu je konkurentan [2].

Ukoliko se osvrnemo na aktuelnu situaciju na tržištu Srbije uočavamo da se na rafovima sa voćnim sokovima u supermarketima poslagane konvencije bez naglašene distinkcije u vidu dizajna ambalaže koji će u cilju bolje promocije odstupiti od konkurencije.

Oslonivši se na osnove teorije šema podudarnosti, pomoću eksperimenta sa ispitanicima, ovaj rad istražuje da li potrošači različito emocionalno reaguju na različite tipove dizajna, tj. konvencionalna i nekonvencionalna grafička rešenja dizajna ambalaže za prirodni voćni sok. Istraživanje se sprovodi u cilju iznalaženja odgovora na pitanje da li je nekonvencionalan, odnosno sa šemom nepodudaran dizajn efektivniji u pobuđivanju pozitivnog

emocionalnog odgovora kod potrošača. Rezultati će ili potvrditi ili negirati Mandlerovu [1] pretpostavku da će umereno nepodudarna šema rezultovati najpozitivnijim emocionalnim odgovorom.

2. ŠEMA PODUDARNOSTI

Teorija šema podudarnosti je prvobitno definisana u psihologiji društva, objašnjavajući da ljudi obrađuju informacije prvo kategorizacijom, a zatim evaluacijom da li se te informacije poklapaju ili ne poklapaju sa njihovim očekivanjima za datu kategoriju [3, 4]. Prema teoriji šema podudarnosti, reakcija posmatrača zavisi od toga da li se ostatak informacija poklapa sa očekivanim [5].

George Mandler je 1982. objavio teoriju [1] po kojoj šema podudarnosti može kod potrošača da dovede do ponašanja poput uključivanja ili izbegavanja. Podudarne informacije se obrađuju sa mnogo manje truda od nepodudarnih, pa je utisak uglavnom pozitivan jer se novi nadražaji uklapaju u postojeće iskustvene šeme.

Ipak, pošto je manje razmišljanja uključeno, podudarne informacije se ne pamte dobro kao nepodudarne. Sa druge strane, nepodudarni nadražaji traže obimnije razmatranje, ali može da rezultuje negativnim opštim utiskom ukoliko se nove informacije ne mogu uklopiti u postojeće šeme. Mandler je savetovao da je najbolji scenario za maksimiziranje razmišljanja i istovremeni pozitivan utisak, šema umerene nepodudarnosti, kod koje se informacije razlikuju dovoljno da budu zapamćene, ali ne toliko da izazovu zbunjenost ili nelagodnost kod posmatrača.

2.1. Koreni Teorije Podudarnosti

Šeme se definišu kao "organizovane strukture prethodno stečenog znanja, skladištene u memoriji" [6]. One mogu uključivati pojedinosti poput osobina kategorije, tipičnih primeraka kategorije ili formiranog stava prema kompletnoj kategoriji. Prema teoriji šematskog procesiranja informacija, ljudski mozak koristi prethodno akumulirano znanje u vezi odgovarajuće šeme pri svakom susretu sa novim informacijama. Ovakvo procesiranje omogućava lakšu i bržu procenu nove informacije jer se ne prolazi kroz sve korake svrstavanja, već se informacije samo svrstaju u postojeću grupu u memoriji [7].

2.2. Primena šema u oglašavanju

Šema podudarnosti određenog oglasa kod potrošača može izazvati reakciju pristupa oglasu, ili njegovo izbegavanje. Ukoliko je šema koju naš oglas aktivira neukusna ili bezvredna za određenog potrošača, on će automatski propustiti sadržaj oglasa i neće se potruditi da obradi njegovu poruku. Čak i u slučajevima kada potrošač ima pozitivan stav prema šemi, oglas koji se potpuno poklapa

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio mr Uroš Nedeljković, docent.

sa njegovim očekivanjima i koji ne zahteva obradu neće skrenuti pažnju na svoj sadržaj. Šematska obrada teži ka ne upotrebljavanju uma, ili ka brzom primeni ranije stečenog znanja [8].

Sa druge strane, kada dođe do nepodudarnosti, postoji više mogućih reakcija. Potrošači mogu prekinuti dalju obradu ako odluče da nova informacija za njih sadrži previše nepoznanica i da zahteva više truda za razumevanje nego što su spremni da odvoje za jednu reklamnu poruku. Jedna od opcija je i generalizacija, ako se potrošaču oglas ne uklapi u postojeću šemu za datu kategoriju proizvoda, on će oglas smestiti u širu kategoriju proizvoda i posvetiti mu manje pažnje.

Opcija kojoj težimo jeste dodatni napor potrošača da obradi nepodudarnost prilagođavanjem postojećih šema ili stvaranjem novih [8]. Ovakva reakcija pomaže prisećanju oglasa i prepoznavanju brenda u budućnosti.

Mandlerovu teoriju su 1989. god. testirali Meyers-Levy i Tybout [9] u okvirima studije ponašanja potrošača, davanjem opisa novog proizvoda čije su pomenute karakteristike bile potpuno podudarne sa očekivanjem, umereno nepodudarne, ili ekstremno nepodudarne za svoju kategoriju. Rezultati su potvrdili Mandlerovu teoriju jer je umerena nepodudarnost donela najpozitivniji emocionalni odgovor.

Čak i kada se ocenjivao negativan element proizvoda (npr. dodatni konzervansi u prirodnom voćnom soku) ispitanici su davali pozitivnije ocene nego u slučaju potpuno podudarnih ili ekstremno nepodudarnih proizvoda. Dalja istraživanja uključila su i predznanje (upućenost) ispitanika u vezi kategorije proizvoda. Ispitanici sa najmanje predznanja najbolje su rangirali umerenu nepodudarnost, dok su upućeni pojedinci sa lakoćom rešavali i ekstremnu nepodudarnost.

3. EKSPERIMENT

Cilj eksperimenta jeste definisanje razlike emocionalne reakcije ispitanika pri posmatranju konvencionalno i nekonvencionalno oblikovane grafičke ambalaže, tj. grafičkog dizajna koji kod ispitanika aktivira šemu podudarnosti, odnosno šemu nepodudarnosti. Na bazi pregleda literature dolazimo do pretpostavke da grafički dizajn koji je u skladu sa konvencijama kod potrošača može usloviti proces obrade prema šemi, odnosno da nekonvencionalna rešenja mogu usloviti aktiviranje šema nepodudarnosti. Kako je u istraživanjima [9, 10] već potvrđeno, procesuiranje informacija umereno nepodudarnih sa šemom rezultuje pozitivnijim ocenama na osnovu čega je izvedena hipoteza ovog rada:

H1: Umereno nepodudarna šema aktivirana nekonvencionalnim grafičkim dizajnom ambalaže proizvoda izazvaće pozitivniji emocionalni odgovor kod ispitanika, u odnosu na odgovor aktiviran nakon procesuiranja u skladu sa šemom, odnosno odgovor na konvencionalni grafički dizajn ambalaže.

3.1. Stimulusi

Za stimuluse su uzeti primeri grafičkog dizajna brik ambalaže voćnog soka, gde je uloga ambalaže ne samo da privuče pažnju potencijalnog kupca na sebe, već da posmatrača ubedi da se zaista radi o prirodnom soku, a ne o hemijskom produktu za koji su upotrebljeni veštačke boje i arome.

U eksperimentu je korišćeno 8 stimulusa kategorisanih u dve grupe. Prvu kategoriju stimulusa činile su četiri slike proizvoda konvencionalnog grafičkog rešenja ambalaže (Faktor 1, Slika 1), a drugu kategoriju slike proizvoda nekonvencionalnog grafičkog rešenja. Kao stimulusi korišćene su fotografije proizvoda koji se kod nas ne prodaju i ne reklamiraju, kako bi se eliminisali stavovi koje ispitanici imaju u odnosu na brendove dostupne na našem tržištu.

3.2. Metod

Ispitanici su bili vremenski ograničeni za davanje odgovora. Ispitanicima je bilo dato 6 sekundi za pregled stimulusa, a ubrzo zatim 5 sekundi da svaku od dimenzija PAD skale ocene selektovanjem odgovarajuće SAM figure. Kompletan eksperiment i ocenu svih skala proizvoda uradile su 144 ispitanice osobe mešovite po svim kriterijumima, od godina starosti, preko tipa zanimanja, pola i kupovne moći, do nivoa obrazovanja i sfera interesovanja.

3.3 Analiza i diskusija rezultata

Faktor 1 čine proizvodi koje smatramo konvencionalnim rešenjima (slika 1), a faktor 2 čine proizvodi koje smatramo umereno nepodudarnim rešenjima (tj nekonvencionalna rešenja koja koriste vektorsku grafiku i obimnije grafičke intervencije (slika 2).



Slika 1 – Stimulusi - Faktor 1.
Konvencionalna grafička rešenja ambalaže



Slika 2 – Stimulusi - Faktor 2.
Nekonvencionalna grafička rešenja.

Najpre je sprovedena ANOVA ponovljenih merenja za dimenziju emocija - zadovoljstvo. Ispitano je da li je dobijen različit emocionalni odgovor u odnosu na tip dizajna (konvencionalni - nekonvencionalni). Rezultati pokazuju da postoji statistički veoma značajna razlika ($p=,000$) između emocionalnog odgovora zadovoljstva konvencionalnim i nekonvencionalnim pakovanjem proizvoda.

Veličina uticaja (Partial Eta Squared = 0,545) spada u velike uticaje nezavisne na zavisnu varijablu. Srednja ocena emocionalnog odgovora skale zadovoljstva nekonvencionalnog pakovanja iznosi $M=1,21$, a konvencionalnog $M=0,07$.

Kada je u pitanju emocija uzbuđenja, veoma značajne statističke razlike u odgovoru postoje u odnosu na tip pakovanja ($p=,000$). Prosečna ocena na skali uzbuđenja za nekonvencionalne proizvode je $M=0,66$, a za konvencionalne $M=-1,06$. Veličina uticaja je velika (Partial Eta Squared= $0,673$).

Merenja za dimenziju emocija dominacije pokazuju veoma značajne statističke razlike u odnosu na tip pakovanja ($p=,000$). Prosečna ocena na skali dominacija za nekonvencionalne proizvode je $M=0,54$, a za konvencionalne $M=-1,19$.

Veličina uticaja je velika (Partial Eta Squared= $0,467$).

Detaljna statistička obrada podataka, ukazala je na postojanje veoma značajnih razlika između emocionalnog odgovora koji su ispitanici imali prema proizvodima sa konvencionalnim rešenjima, i emocionalnog odgovora koji su isti ispitanici imali ka nekonvencionalnim grafičkim rešenjima pakovanja. Drugim rečima, dizajn koji nije sa šemom podudaran uslovio je pozitivniji emocionalni odgovor.

4. ZAKLJUČAK

Grafička rešenja koja smo nazivali konvencionalnim (faktor 1) imaju zajedničke karakteristike poput redosleda elemenata i same izvedbe dizajna, koja se uglavnom ogleda u logotipu proizvođača pri vrhu tetrapaka, za kojim slede natpis vrste soka i fotografije odgovarajućeg voća na različitim, uglavnom dvobojnim gradijentima u pozadini. Nekonvencionalna rešenja iz faktora 2 su slobodnije koristila grafičke intervencije većeg obima, tipografiju i vektorsku grafiku, prazan prostor - razmak i nestandardan raspored elemenata, pri čemu slike voća uglavnom ne preovlađavaju dizajnom nego ga dopunjuju tekoliko da potrošač može brzo da zaključi o kom voću se radi.

Rezultati nedvosmisleno potvrđuju hipotezu. Pozitivniji emocionalni odgovor na sve tri dimenzije (PAD) ispitanici su dali na nekonvencionalni grafički dizajn brikan ambalaže za voćni sok. Rezultati idu u prilog nalaza prethodnih istraživanja [9, 10], odnosno van šematsko procesuiranje vodi ka pozitivnijem emocionalnom odgovoru na stimulus.

Shodno nalazima istraživanja Morris et al. [11] da je pozitivniji emocionalni odgovor medijator odluke o kupovini proizvoda (pozitivniji emocionalni odgovor ima veći uticaj od prethodnih uverenja, znanja i stava o brendu), ekološka validnost rezultata na tržištu bi se mogla reflektovati u boljem procentu odluke o kupovini proizvoda oblikovanog nekonvencionalnim grafičkim rešenjem ambalaže.

5. LITERATURA

- [1] Mandler, George (1982), "The structure of value: Accounting for taste," in Affect and Cognition: The 17th Annual Carnegie Symposium, eds. Margaret S. Clark and Susan T. Fiske, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 3-36.
- [2] Hembree, R. (2008). „Kompletna grafički dizajn“ Beograd: DON VAS.
- [3] Hastie, Reid (1980), "Memory for information which confirms or contradicts a general impression," in Person Memory: The Cognitive Basis of Social Perception, eds. Reid Hastie, E.B. Ebbesen, R.S. Wyer, Jr., D.L. Hamilton and D.E. Carlston, Hillsdale, NJ: Erlbaum, 155-77.
- [4] Srull, Thomas K., M. Lichtenstein, and M. Rothbart (1985), "Associative storage and retrieval processes in person memory," Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 11 (2), 316-45.
- [5] Heckler, Susan E. and Terry L. Childers (1992), "The role of expectancy and relevancy in memory for verbal and visual information: What is incongruity?" Journal of Consumer Research, 18 (4), 475-492.
- [6] Stayman, Douglas M., Dana L. Alden, and Karen H. Smith (1992), "Some effects of schematic processing on consumer expectations and disconfirmation judgments," Journal of Consumer Research, 19, 240-55.
- [7] Fiske, Susan T. and Mark A. Pavelchak (1986), "Category-based versus piecemeal-based affective responses: Developments in schemata-triggered affect," in The Handbook of Motivation and Cognition: Foundations of Social Behavior, ed. Richard M. Sorrentino and E. Tory Higgins, New York: Guilford, 167-203.
- [8] Stoltman, Jeffrey J. (1991), "Advertising effectiveness: The role of advertising schemas," in Marketing Theory and Applications, Vol. 2, ed. Terry L. Childers et al., Chicago: American Marketing Association, 317-8.
- [9] Meyers-Levy, Joan and Alice M. Tybout (1989), "Schema congruity as a basis for product evaluation," Journal of Consumer Research, 16 (1), 39-54..
- [10] Christy E. Ferris (2004), „The Effects of Advertising Schema-Congruity on Emotional Response“, University of Florida
- [11] Morris, Jon D., Chongmoo Woo, James A. Geason, and Jooyoung Kim (2002), "The power of affect: Predicting intention," Journal of Advertising Research, 7-17.

Kontakt adrese autora:

Nemanja Vučićević – nemanjans@gmail.com

Uroš Nedeljković – urosned@uns.ac.rs

**ANALIZA KVALITETA OTISKA TAMPON ŠTAMPE NA RAZLIČITIM PAPIRNIM
PODLOGAMA****PAD PRINTING IMPRINT QUALITY ANALYSIS ON DIFFERENT PAPER
SUBSTRATES**

Dragana Prodić, Živko Pavlović, Sandra Dedijer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U ovom radu izvršena je analiza kvaliteta otiska štampanog tampon tehnikom štampe na različitim papirnim podlogama. Različiti parametri mogu uticati na prenos boje iz udubljenih štampanih elemenata na štamparskoj formi na podlogu koja se štampa. Neki od njih su vrsta tampona, brzina štampe, ispunjenost čašica štamparske forme bojom, karakteristike boje, karakteristike podloge za štampu, odnos položaja štampanih elemenata na formi i pravca kretanja rakela i sl. Ispitivanja koja su izvršena u radu odnosila su se na ispitivanje kvaliteta reprodukcije linijskih elemenata u pozitivu i negativu u zavisnosti od karakteristika podloge koja se štampa kao i položaja štampanih elemenata u odnosu na pravac kretanja rakela. Ispitivanje je podrazumevalo generisanje odgovarajućih mikroskopskih snimaka i kasniju obradu primenom odgovarajućih funkcija softvera ImageJ, namenjenih digitalnoj obradi i analizi slike.

Ključne reči: tampon štampa, digitalna obrada slike, reprodukcija linija

Abstract - This paper analyzes the pad printing imprint quality on different paper substrates. Different parameters can affect the ink transfer from the recessed printing elements on the printing form (cliché) onto the surface to be printed. Some of them are pad material, printing speed, cliché inking, ink characteristics, the characteristics of printed surface, relation between the position of printing elements on the printing plate and direction of blade movement, etc. The tests that were carried out in this paper concerned the evaluation of the reproduction quality of line elements in the positive and negative, depending on the characteristics of surface to be printed, as well as the position of printing elements in relation to the direction of the blade trajectory. Testing involved the generation of appropriate microscopic images and later processing using the appropriate functions of the software ImageJ, designed for digital image processing and analysis.

Keywords: pad printing, digital image processing, line reproduction

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Živko Pavlović, docent.

1. UVOD

Tampon štampa se kao indirektna duboka štampa u poslednje dve decenije, zahvaljujući svojim fleksibilnim mogućnostima primene, razvila u nezavisnu tehniku štampe koja danas ima široku primenu. Najveća prednost tampon štampe jeste njena mogućnost za štampu na različitim materijalima nepravilnih oblika, zadržavajući mogućnost štampe na skoro svim vrstama materijala kao što su: papir, karton, plastika, staklo, metal, laminirane podloge, keramika [1]. Za tampon tehniku štampe najčešće se vezuje štampa jednobojnih punih tonova. Zbog područja primene i tehnoloških karakteristika same tehnike, linijski i tekstualni elementi su najčešće dominantni elementi tampon otiska. Stoga je kontrola reprodukcije linijskih i tekstualnih elemenata od izuzetnog značaja kada je tampon tehnika štampe u pitanju [1].

Postupak duboke štampe sa samim tim i tampon štampe, karakterišu udubljeni štampani elementi štamparske forme, dok neštampani elementi leže na konstantno izdignutom nivou. Boja se preko sistema za obojenje ravnomerno nanosi preko cele površine štamparske forme. Nakon toga metalni rakel skida višak boje sa neštampanih elemenata. Boju koja se zadržala u štampanim elementima-udubljenim mestima štamparske forme, prenosi tampon, određenog oblika i veličine, na površinu koja se štampa [1].

2. Digitalna obrada i segmentacija slike

Termin segmentacija slike se odnosi na grupu postupaka za podelu slike na regione sa sličnim atributima. Od atributa se najčešće koristi osvetljenost, kod monohromatskih slika, ili boja, kod slika u boji. U procesu segmentacije mogu se koristiti i druga obeležja: ivice, mere tekture, itd. Iako je segmentacija najvažnija faza u analizi slike, do danas ne postoji teorijska osnova segmentacije. Većina postupaka segmentacije koji su prihvaćeni u praksi je heurističkog karaktera. Osim toga, ne postoji ni način za kvantitativnu procenu koliko je postupak segmentacije dobar. Najčešće se koristi opisna kvalitativna definicija dobre segmentacije u kojoj se kaže da regioni dobijeni postupkom segmentacije treba da budu uniformni i homogeni u odnosu na neke karakteristike, kao što su nivo sivog (ton) ili tekstura. Unutrašnjost regiona treba da bude jednostavna i bez malih rupa, a granice regiona jednostavne, glatke i prostorno tačne. Susjedni regioni treba da budu dovoljno različiti po onom atributu po kome su uniformni [2]. Tehnike koje se najčešće opisuju i koriste za segmentaciju slike su: segmentacija pragom (thresholding), segmentacija klasterizacijom (clustering), segmentacija regionom

(region), segmentacija granicom regiona (edge) [2]. Istraživanje segmentacije slike počelo je sa razvojem tehnika za segmentaciju slika. Međutim, još uvek ne postoji opšta teorija za segmentaciju slike. Dakle, ovaj razvoj je tradicionalno bio ad-hoc proces. Kao rezultat toga, mnogi istraživački pravci su eksploatisani, usvojeni su neki veoma različiti principi pa se pojavio i širok spektar algoritama segmentacije u literaturi. Primećeno je od strane mnogih da se ni jedan od razvijenih algoritama za segmentaciju generalno ne može primeniti na sve slike i različiti algoritmi nisu podjednako pogodni za pojedine aplikacije. Sa povećanjem broja algoritama za segmentaciju slike, vrednovanje performansi ovih algoritama postaje neophodno u proučavanju segmentacije.

S obzirom na različite modalitete za dobijanje različitih slika i veliki broj aplikacija koje koriste segmentaciju slike, izbor odgovarajućih algoritama postaje važan zadatak [2].

Tokom poslednjih 50 godina, istraživanje i razvoj tehnika segmentacije se dešavao neprekidno. Veliki broj algoritama za segmentaciju se razvio i taj broj se stalno povećava. Pre 20 godina, napravljena je procena broja međunarodno predloženih algoritama za segmentaciju slike. Prvi put je rečeno da je zbirni broj u to vreme bio približno hiljadu (umesto "nekoliko stotina" kako su neki predviđali). Zapaža se veliko interesovanje na ovu temu u zadnjih 10 godina, sa tendencijom rasta u poslednjih 5. Novija istraživanja daju pregled i poređenje metoda segmentacije slike koje se koriste od strane istraživača i industrije tokom zadnjih 5 godina. Algoritmi segmentacije slike različito se klasifikuju u zavisnosti od autora. Prema [3] su podeljeni u tri grupe:

1. određivanje praga (thresholding) ili klasterizacija (clustering), 2. detekcija ivica, 3. izvlačenje regija. Problem sa ovom klasifikacijom jeste da je thresholding, u stvari, takođe tehnika izvlačenja regiona, grupa (1) je samo posebna podgrupa grupe (3).

Druga studija razmatra različite algoritme za segmentaciju u šest grupa [4]:

1. thresholding (određivanje praga), 2. klasifikacija piksela, 3. range image segmentation (segmentacija opsega slike), 4. segmentacija slike u boji, 5. detekcija ivica i 6. metode zasnovane na teoriji skupova.

2.1. Otsu metoda za segmentaciju slike

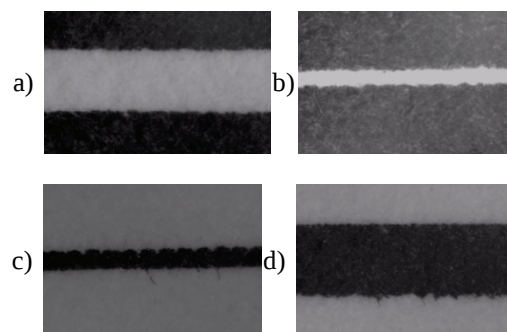
Među mnogim metodama za segmentaciju slike, Otsu je dobila najveću pažnju. Predloženo je nekoliko poboljšanih verzija Otsu metode kao što su dvodimenzionalna Otsu metoda i dvostepena multi-prag Otsu metoda. Iako je Otsu metoda naširoko proučavana, problem je odabrati kod koje vrste slika je koristiti. Kod ove metode je potreban veliki broj ponavljanja da bi se izračunala srednja vrednost i to je njen glavni nedostatak jer iziskuje puno vremena [4].

3. METOD RADA

Izrada štamparskih formi vršena je konvencionalnim postupkom, upotrebom filma. Test kartu su činila dva dela - elementi u pozitivu i elementi u negativu. U oba slučaja, definisane su linije inicijalnih širina od: 0.5 pt, 0.75 pt, 1 pt, 2 pt, 3 pt. Analizirani uzorci datih linija obeleženi su dalje u radu kao L1, L2, L3, L4 i L5, respektivno. Ploče na kojima se vršilo osvetljavanje su Nyloprint WS 73. Izrada štamparskih formi je izvršena u BASF nyloprint

uređaju (osvetljavanje, ispiranje i sušenje). Ploče su razvijane jedna po jedna, na 28° u vremenskom intervalu od 150 sekundi. Sušene su na 80° u intervalu od 15 minuta (ukupno su osvetljene 34 ploče). Pri osvetljavanju svake pete ploče je menjana voda. Pri osvetljavanju vršena je rotacija filma pod određenim uglom (0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° i 90°) oko ose koja prolazi kroz centar forme, u ravni okomitoj na istu. Osvetljavanje, razvijanje i sušenje je izvršeno na uređaju BASF Nyloprint CW 22x30. Mašina koja je korišćena u eksperimentalnom delu za štampanje uzoraka je tampon mašina THS print swiss 1-1010. THS print swiss 1-1010 je jednobojna mašina za štampu sa otvorenim sistemom za boju. Štampa je vršena na tri različite podloge. Korišćen je nepremazni (mat) papir gramature 170 gr/m², premazni (sjajni) gramature 170 gr/m² i ofsetni (bezdrveni) gramature 120 gr/m², dalje u radu obeleženi kao P1, P2 i P3, respektivno. U okviru eksperimentalnog dela rada izvršeno je generisanje 1.344 digitalna snimka uzoraka pomoću digitalnog mikroskopa Veho kompanije Discovery. Pri snimanju uzoraka korišćeno je uvećanje od 200x. Kao što se na slici 1 može videti snimane su linije u pozitivu i negativu, sedam linija različitih širina. Svaka linija je uzorkovana po 8 puta. Računanje površina uzoraka je vršeno u softverskom programu Image J. Pre početka računanja površina svi uzorci su prvo prebaćeni u grayscale mode.

Algoritam koji je korišćen za segmentaciju slika je - Otsu. Nakon segmentacije, alatkom za selekciju birane su površine segmentiranog linijskog elementa. Preko ugrađene funkcije ImageJ - Area dobijena je vrednost površine, izraženo u mm².



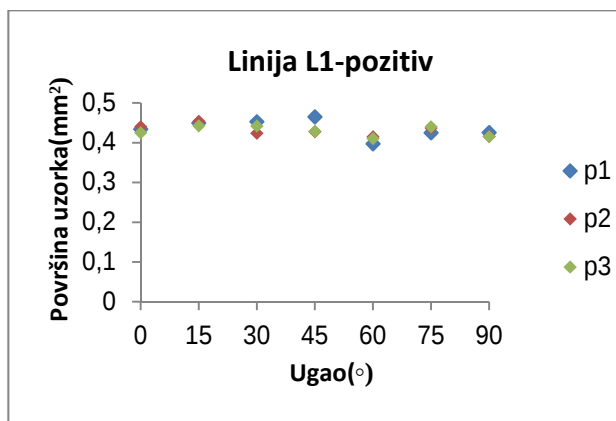
Slika 1. Prikaz mikroskopskih snimaka uzoraka dobijenih digitalnim mikroskopom (uvećanje 200x); linije u negativu inicijalne širine: a) 3 pt, b) 0.5 pt; linije u pozitivu inicijalne širine: c) 0.5 pt; d) 3 pt

4. REZULTATI MERENJA

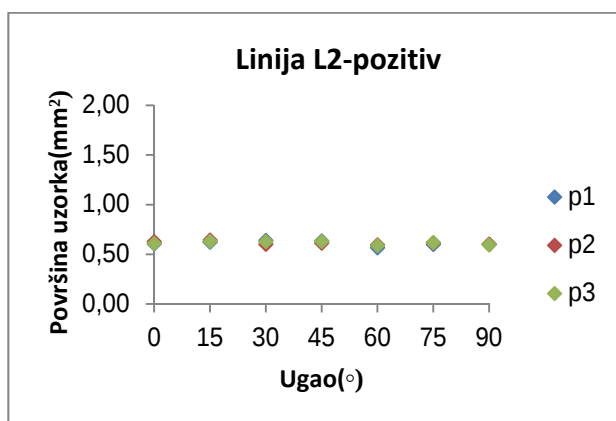
4.1. Analize linijskih elemenata u pozitivu

Na slici 2 predstavljena je izmerena površina uzorka za liniju L1 (pozitiv) u zavisnosti od položaja elemenata na štamparskoj formi, definisano preko ugla, i podloge na koju se štampa). Najveća površina uzorka izračunata je u slučaju ugla od 45° (P1), odnosno 15° (P2 i P3), dok je najmanja u slučaju ugla od 60° (P1, P2 i P3).

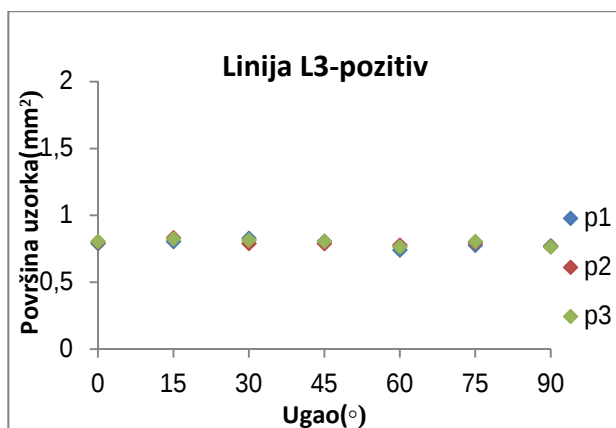
Na slici 3 je grafički predstavljena promena površine uzorka za liniju L2 (pozitiv). Promena površina u zavisnosti od ugla je manja u odnosu na iste u slučaju tanjih linija. Najveća površina uzorka izračunata je u slučaju ugla od 30° (P1), odnosno 15° (P2 i P3), dok je najmanja u slučaju ugla od 60° (P1, P2 i P3).



Slika 2. Grafički prikaz srednjih vrednosti površine linije L1



Slika 3. Grafički prikaz srednjih vrednosti površine linije L2



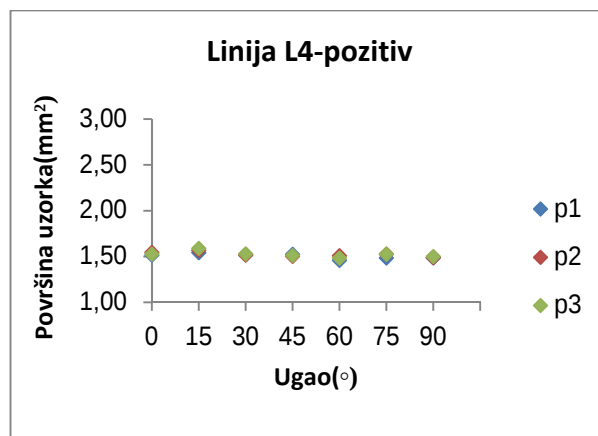
Slika 4. Grafički prikaz srednjih vrednosti površine linije L3

Na slici 4 grafički je prikazana promena površina uzoraka za liniju L3 (pozitiv). Izračunate površine linija, upućuju na znatno manji uticaj položaja štampajućeg elementa u odnosu na pravac prostiranja rakela na prenos boje, nego u slučaju širih linija.

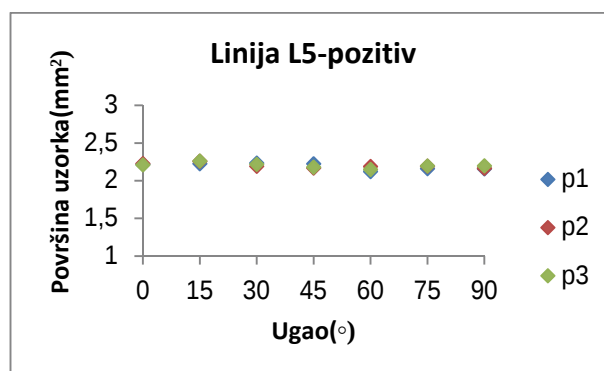
Najveća površina uzorka izračunata je u slučaju ugla od 30° (P1), odnosno 15° (P2 i P3), dok je najmanja u slučaju ugla od 60° (P1), odnosno 90° (P2 i P3).

Na slici 5 grafički je predstavljena promena površina uzoraka za liniju L4 (pozitiv) u zavisnosti od položaja elemenata na štamparskoj formi.

Najveća površina uzorka izračunata je u slučaju ugla od 15° (P1, P2 i P3), dok je najmanja u slučaju ugla od 60° (P1 i P3), odnosno 90° (P2).



Slika 5. Grafički prikaz srednjih vrednosti površine linije L4



Slika 6. Grafički prikaz srednjih vrednosti površine linije L5

Na slici 6 predstavljena je promena površina uzoraka za liniju L5 (pozitiv) u zavisnosti od položaja elemenata na štamparskoj formi, definisano preko ugla i podloge na koju se štampa. Najveća površina uzorka izračunata je u slučaju ugla od 30° (P1), odnosno 15° (P2 i P3), dok je najmanja u slučaju ugla od 60° (P1 i P3), odnosno 90° (P2).

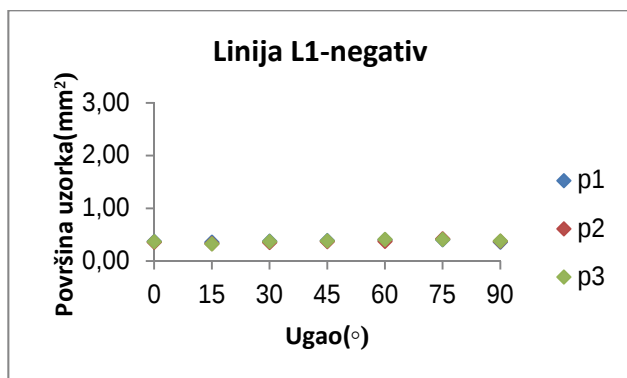
4.2. Analize linijskih elemenata u negativu

Na slici 7 predstavljena je grafički promena površina uzoraka za liniju L1 (negativ) u zavisnosti od položaja elemenata na štamparskoj formi, definisano preko ugla i podloge na koju se štampa. Najmanja površina uzorka izračunata je u slučaju ugla od 15° (P1, P2 i P3), a najveća za ugao od 75° (P1 i P2) odnosno 60° (P3).

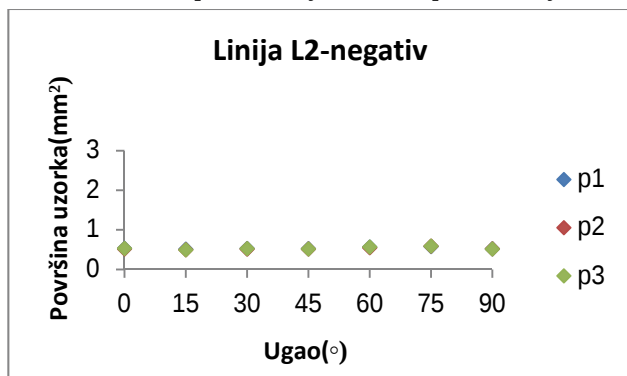
Na slici 8 grafički je predstavljena promena površina uzoraka za liniju L2 (negativ). Kako se sa grafika može videti, promene u površinama uzorka su iste za sve tri podloge za štampu. Uočava se manji uticaj položaja štampajućeg elementa u odnosu na pravac prostiranja rakela na krajnju površinu odštampanog uzorka L3. Najveća površina uzorka izračunata je u slučaju ugla od 75° (P1, P2 i P3), dok je najmanja u slučaju ugla od 15° (P1, P2 i P3).

Na slici 9 grafički je predstavljena promena površina uzoraka za liniju L3 (negativ). Najveća površina uzorka izračunata je u slučaju ugla od 75° (P1, P2 i P3), dok je najmanja u slučaju ugla od 15° (P1 i P3) 45° (P2).

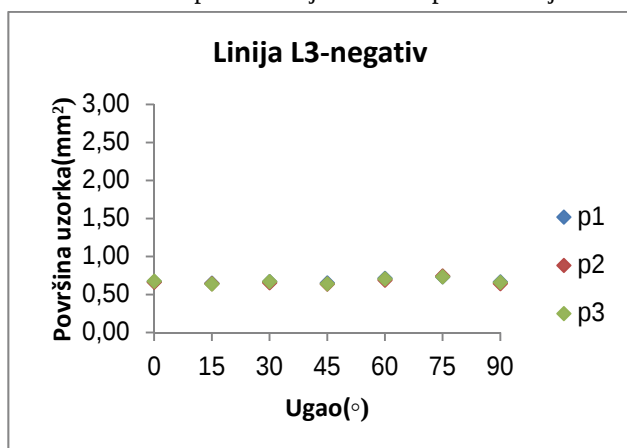
Na slici 10 je grafički predstavljena promenu površina uzorka za liniju L4 (negativ). Najveća površina uzorka izračunata je u slučaju ugla od 75° (P1, P2 i P3), dok je najmanja u slučaju ugla od 15° (P1), 30° (P2) i 45° (P3).



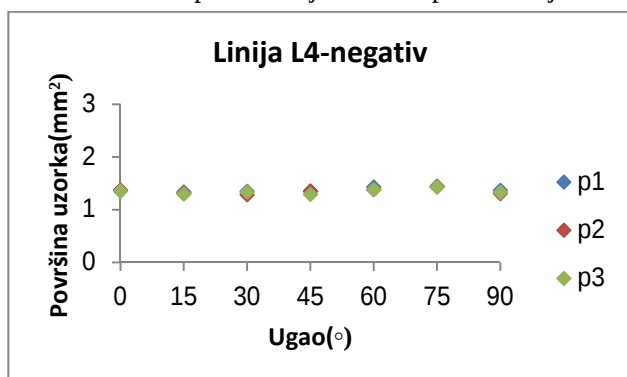
Slika 7. Grafički prikaz srednjih vrednosti površine linije L1



Slika 8. Grafički prikaz srednjih vrednosti površine linije L2

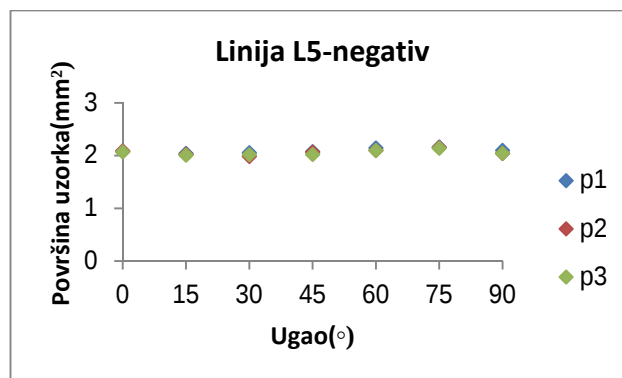


Slika 9. Grafički prikaz srednjih vrednosti površine linije L3



Slika 10. Grafički prikaz srednjih vrednosti površine linije L4

Na slici 11. grafički je prikazana promena površine uzorka L5 (negativ). Najveća površina uzorka izračunata je u slučaju ugla od 75° (P1, P2 i P3), dok je najmanja u slučaju ugla od 15° (P1 i P3), i 30° (P2).



Slika 11. Grafički prikaz srednjih vrednosti površine linije L5

5. ZAKLJUČAK

Ovaj rad se bavi analizom kvaliteta reprodukcije linijskih elemenata različite inicijalne širine u zavisnosti od položaja elemenata na štamparskoj formi, definisano preko ugla, i podloge na koju se štampa. Ispitivanjem sprovedenim u radu došlo se do zaključka da podloga na kojoj se vrši štampa utiče na kvalitet štampe linijskih elemenata kao i položaj samog elementa u odnosu na pravac kretanja rakela. Taj uticaj je izraženiji u slučaju štampe linija manje inicijalne širine (L1 i L2), nego u slučaju linija veće inicijalne širine (L4 i L5), kako u pozitivu tako i u negativu. U slučaju štampe linija u pozitivu, najveće površine linija (najveći prenos boje sa štamparske forme na tampon a potom i podlogu za štampu) postignute su u slučaju ugla od 15°, 30° i 45°, dok su namanje površine linija postignute u slučaju uglova od 60°, odnosno 90°. Prilikom štampe linija u negativu, najveće površine linija postignute su u slučaju ugla od 75°, odnosno 60°, dok su najmanje površine postignute u slučaju ugla od 15°, odnosno 30° i 45°. Za definisanje optimalnog položaja linijskog elementa na formi u odnosu na pravac kretanja rakela, neophodno je izvršiti dodatna ispitivanja koja bi obuhvatila karakterizaciju ivice linijskog elemenata uz utvrđivanje uticaja izrade štamparske forme i samog tampona (prevashodno njegove tvrdoće) na konačan rezultat.

6. LITERATURA

- [1] D. Novaković, Ž. Pavlović, N. Kašiković, "Tehnike štampe (praktikum za vežbe)", Prvo izdanje. Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, 2011
- [2] Anon, "Segmentacija slike.pdf", [Online] Dostupno: <http://elektronika.jazbina.com/stari%20sajt/44%20-%20DOSlike/Dosl11.pdf>, [Pristupljeno: 21.3.2014]
- [3] Y.J. Zhang, "Advances in image and video segmentation", Beijing, China, IRM Press, 2006
- [4] N.R. Pal, S.K. Pal, "A review on image segmentation techniques", Pattern recognition. Vol. 26, pp 1277-1294, 1993

Podaci za kontakt:

Dragana Prodić, prodicdragana@gmail.com
 Doc. dr Živko Pavlović, zivkopvl@uns.ac.rs
 Doc. dr Sandra Dedijer, dedijer@uns.ac.rs

LENTIKULARNA ŠTAMPAU FUNKCIJI ZAŠTITE GRAFIČKE AMBALAŽE**LENTICULAR PRINTING AS A SECURE LABEL OF GRAPHIC PACKAGING**

Sandra Ćirković, Dragoljub Novaković, Stefan Đurđević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Istraživanja prikazana u radu zasnovana su na ideji apliciranja lentikularne štampe na ambalažu kao njenog zaštitnog elementa. Ističe se značaj različitih vrsta ambalaža, dok je akcenat rada na samoj prirodi lentikularne štampe. U radu je prikazano istraživanje na polju dobijanja lentikularnog tabaka - sam sistem za ekstruziju, polimerna priroda tabaka, dobijanje lentikularne slike (teorijski, kao i praktično uz primenu odgovarajućeg programa). Uz tehničku nemogućnost izvedbe samih zaštitnih elemenata u formi logoa, nalepnica, etiketa i glavnog dizajna idejnog rešenja na projektovane ambalaže, urađena je animacija kojom je predstavljena simulacija konačnih proizvoda sa odgovarajućom ulogom lentikularne štampe na njoj.

Ključne reči: Ambalaža, Štampa, Papir, Lentikularna sočiva

Abstract – Presented researches in the labor are based on an idea of applying lenticular printing as a secure label on a packaging. Importance of different packaging types is emphasized but the accent is on the nature of lenticular printing. The research shows results in the field of making lenticular sheet – an extrusion system, polymer sheet nature, getting a lenticular image (theoretically and practically through an appropriate software). Because of technical inability in making secure labels as logos, stickers, tags and main graphic design of conceptual solution of projected packagings, simulation of final products is shown by an animation.

Keywords: Packaging, Print, Paper, Lenticular lens

1. UVOD

Neosporno je da je zaštitna funkcija jedna od glavnih funkcija ambalaže, ali se danas potreba za ambalažom objašnjava zadovoljavanjem velikog broja uslova. Ambalaža se definiše kao oblikovan ili neoblikovan ambalažni materijal u koji se pakuje roba. Konstruktivno rešenje za životne faze ambalaže nakon pojavljivanja u prodaji bazira se na detaljnoj analizi proizvoda iz vizure potrošača. Tako je jedna od bitnih funkcija ambalaže sposobnost isticanja. Za uspešno isticanje nije dovoljno upotrebiti zanimljiv tekst, ilustraciju, oblik ili dimenziju ambalaže, već su neophodni pravilno usaglašeni vizuelni elementi u smislu dizajna, kao i primena savremenih materijala i tehnologija izrade ambalaže [1].

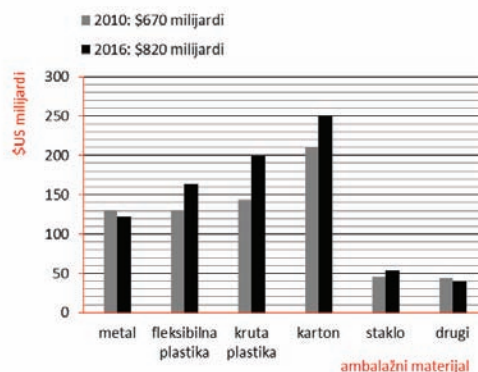
Deo tih elemenata svakako predstavlja i dobro ukomponovan zaštitni element, koji se kao deo ambalaže

Deo tih elemenata svakako predstavlja i dobro ukomponovan zaštitni element, koji se kao deo ambalaže može mimo svoje osnovne zaštitne uloge, iskoristiti i u kontekstu glavnog vizuelnog elementa. Određenom detalju na ambalaži se mora dati prednost kada je isticanje u pitanju, tako da se mora znati hijerarhija kako ne bi došlo do „zagušenja“ podataka. U ovom radu prikazana je lentikularna štampa u funkciji zaštitnog elementa na ambalažama. Kao tip štampe definiše je specifično generisana slika koja se štampa na tabaku polimerne prirode bilo da je u pitanju ofset, flekso ili ink-jet tehnika štampe. Istraživački deo opisuje metod dobijanja i funkcionisanja lentikularnog tabaka sa postignutim lentikularnim efektima kao zaštitnim elementima na projektovanim ambalažama.

2. AMBALAŽNI MATERIJALI NA TRŽIŠTU

Velika je ponuda materijala koji se primenjuju u ambalažnoj industriji zahvaljujući najrazličitijim procesima tretiranja osnovnih ambalažnih materijala. U skladu sa vrstom materijala, na ambalažu će biti apliciran određeni tip zaštitnog elementa: vidljivi, nevidljivi, interaktivan ili neinteraktivan.

Zanimljivo je da upotreba papira u ambalažnoj industriji konstantno beleži rast svoje primene i to na način da je uvek na prvom mestu kao najkorišćeniji ambalažni materijal. Svetska organizacija Smithers Pira koja kontroliše promene tržišta ambalaže na godišnjem nivou, objavila je rezultate predviđanja upotrebe ambalažnih materijala za 2016. godinu (slika 1).



Slika 1. Prodajna vrednost ambalaže po tipovima materijala na svetskom nivou za 2010. i 2016. godinu

Zahvaljujući svojoj prirodi papir je pogodan za dobijanje više upotrebnih materijala (različiti papiri, kartoni i lepenke), kombinaciji sa drugim materijalima, ali i najvećem broju apliciranja različitih vrsta zaštitnih elemenata [2].

NAPOMENA:

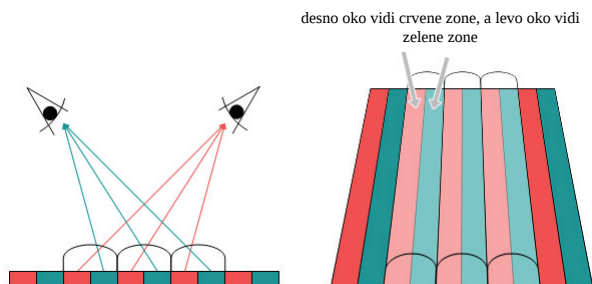
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragoljub Novaković, red.prof.

3. DOBIJANJE LENTIKULARNOG TABAKA

U cilju dobijanja lentikularnog tabaka postupak ekstrudiranja se pokazao kao najpogodniji za tretiranje polimernog materijala. Površina cilindra se CNC dijamantskom iglom gravira tako da se dobije invertovan oblik lentikularnog tabaka. Tako gravirani cilindar predstavlja centralni deo sistema za dobijanje, tj. ekstrudiranje lentikularnog tabaka. Polimer se preko dozera doprema do komore za izlivanje, a zatim se ravnomerno nanosi na gravirani cilindar. Sam cilindar ima sistem sa unutrašnjim vodenim hlađenjem, koji pomaže očvršćavanju polimera koji se izvlači pre nego što se cilindar zarotira za 3600. Polimerni materijal koji je dobio formu lentikularnog tabaka se izvlači između cilindra sa hlađenjem i pritisknog cilindra [3].

4. DOBIJANJE LENTIKULARNE SLIKE

Slika za lentikularnu štampu je sama po sebi kompozicija dve ili više slika koje su isprepletene međusobno. Slike koje se koriste za dobijanje efekata se dele na trake, koje se potom međusobno isprepliću, tj. naizmenično poređaju obrazujući sliku koja će se štampati (slika 2). Slika za štampu će „oživeti“ tek nakon što se nanese direktno ili indirektno na lentikularni tabak plastične prirode koji je sa jedne strane gladak, a sa druge je ekstrudiran sočivima rebraste strukture. U zavisnosti od ugla posmatranja svako sočivo se ponaša kao lupa koja uveličava i prikazuje delove slike koja je ispod (slika 3). Da bi se postigao željeni efekat, slika se mora podeliti na dva ili više delova. Slike se učitavaju u kompjuter preko kamere ili se kreiraju u nekom od programa za rad sa slikama i zatim pomoću specijalnog programa poravnavaju i preklapaju. Svaka linija tabaka se ponaša kao sočivo i zavisno od ugla gledanja posmatrač će videti drugačije slike [4].



Slika 2. Različiti pogledi desnog i levog oka

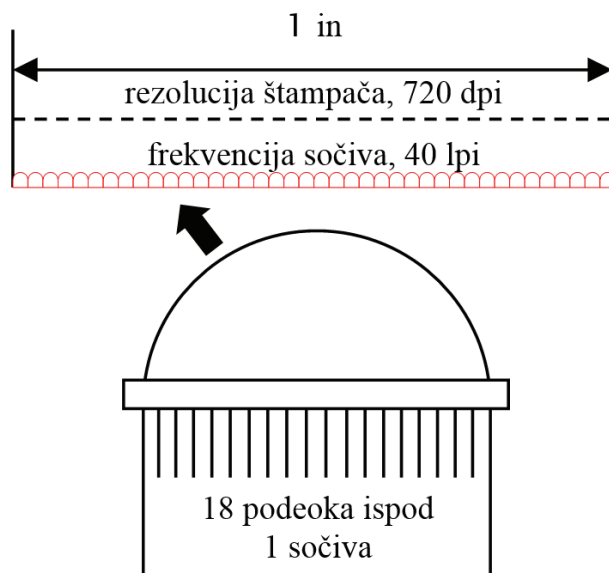
4.1. Matematički deo slike

Oprema koja će biti nosilac lentikularne slike daje odgovor na pitanje koliko je slika (koje će daljom obradom dati jednu, lentikularnu sliku) potrebno zabeležiti.

Postupak se oslanja na formulu (1) sa sledećim promenljivima: N - broj uzastopnih slika koje treba snimiti, RPR - rezolucija izlaznog uređaja i RL - broj lentikula po inču lentikularnog tabaka

$$N = RPR / RL \quad (1)$$

Ukoliko se želi dobiti kvalitet sa rezolucijom od 720 dpi, a tabak koji se koristi ima frekvenciju od 40 lpi (lentikula po inču), prateći formulu neophodno je pripremiti 18 slika kako bi se od njih dobila pravilna lentikularna slika, $(720 / 40 = 18)$ (slika 3) [5].



Slika 3. Uvećano sočivo lentikularnog tabaka

4.2. „Pitch“ test

„Pitch“ test je generisana slika koja prikazuje crno-bela polja sa +/- odstupanjima u odnosu na lpi vrednost lentikularnog tabaka. Na osnovu njega se analizira koliko je tačna naznačena frekvencija sočiva tabaka za štampu. Slediti pravila „pitch“ testa znači izbeći nepodudarnosti između lentikula i same lentikularne slike koja je spremna za štampu. Drugim rečima, neophodno je ustanoviti da li lentikularni tabak sa 40 lpi stvarno nosi 40 lpi prema specifikaciji proizvođača. Isto tako je važno ustanoviti i tačan podatak o preciznosti rezolucije samog izlaznog uređaja. Potrebno je kreirati takav šablon da je površina ispod sočiva polu crna i polu bela. Tako će širina i crnog i belog polja biti po 9 piksela. Nakon što se dobiju željene vrednosti polja „pitch“ šablona, on se štampa na izlaznom uređaju koji će se koristiti i za štampu same lentikularne slike. Optimalna vrednost tabaka se može odrediti kada se lentikularni tabak nanese preko „pitch“ test šablona. Ona se podudara sa vrednošću crnog ili belog polja kada se sam šablon posmatra iz više uglova, s jedne na drugu stranu. Odgovarajuća vrednost „pitch“-a stoji uz polje koje prilikom posmatranja iz više uglova postaje skroz crno ili skroz belo [6].

5. TIPOVI LENTIKULARNIH SLIKA

Lentikularna štampa je dopadljiva jer na specifičan način oživljava 2D scenu. Lentikularna slika nije u pasivnoj komunikaciji sa posmatračem, već na dinamičan način uvlači korisnika u svoju priču. Te priče se dočaravaju kroz „flip“, „morph“, „zoom“, video animaciju i 3D efekat.

5.1. „3D efekat“

„3D efekat“ se zasniva na manipulaciji konstantnih slika. One se raspoređuju tako da jedna u odnosu na drugu izazivaju efekat dubine i izgledaju isto iz bilo kog ugla. 3D dubinska slika koristi teoriju paralaksi. Čovečji mozak poredi različite poglede levog i desnog oka, procesuirajući podatke, i ono što vidi kreira kao trodimenzionalni prostor [7, 8].

5.2. „Flip efekat“

„Flip efekat“ je najjednostavniji lentikularni animacioni efekat. On podrazumeva brži prelaz jedne slike u drugu. Za razliku od animacije, „flip“ efekat dopušta upotrebu potpuno različitih slika. To znači da same slike nisu nosioci vezanih vizuelnih informacija. Ovaj efekat može da se sastoji od najviše tri odvojene slike koje se kombinuju i koje se vide kao nezavisne kada se lentikularna slika sa ovim efektom posmatra iz više uglova [7, 8].

5.3. „Morph efekat“

„Morph efekat“ predstavlja postepeni, a opet dinamičan prelaz jedne slike u drugu. On je u stvari kao kombinacija animacije i „flip“-a u jednom. Dok bilo koja dva objekta mogu biti morfovana, ova lentikularna tehnika se pokazala kao najbolja kada oba objekta imaju sličan oblik i istu pozadinu. Ako su objekti slični po obliku i boji, elementi će dati čist „morph“ efekat od početka do kraja [7, 8].

5.4. „Zoom animacija“

„Zoom animacija“ jeste kretanje objekta iz pozadine u prednji plan ili obrnuto kako bi se postigao efekat iskakanja predmeta napred ili nazad. Samo zumiranje se može odnositi na jedan ili više objekata na slici ili na celu sliku. Ovaj efekat radi najbolje kada je pozadina zajednička za svaki pokret objekta. „Zoom“ animacija se kreira tako da ne postoji precizan početak i kraj [7, 8].

5.5. „Video animacija“

„Video animacija“ se kao efekat postiže upotrebom više sekvenci jedne akcije kako bi se prezentovala od samog početka do kraja. Ona ima formu video klipa. Glavni aspekt ovog efekta je da su sve slike slične jedna drugoj. Kroz ovaj efekat se najverodostojnije prikazuju pokreti. Video animacija je najbolje optimizovana kada pozadina ostaje konstanta kroz sekvence. Mogući broj sekvenci koji će se implementirati zavisi od njihove sličnosti, a kreće se od 5 do 25. Video animacija zahteva izvorni fajl u Digital Beta zapisu, formi filma ili formi HD (eng. High Definition) snimaka [7, 8].

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Istraživački deo se odnosi na podatke prikupljene u vezi sa dobijanjem cilindra za ekstrudiranje polimernog materijala, izbor tabaka za štampu zaštitnog elementa, karakteristike 75 LPI Lenstar Plus lentikularnog tabaka, štamparske mašine koje se koriste za lentikularnu štampu i prikazan je postupak dobijanja „flip“ lentikularnog efekta u posebnom programu za pripremu štampe.

6.1. Dobijanje zaštitnog elementa

Kvalitetan cilindar za ekstrudiranje polimera i dobijanje lentikularnog tabaka zavisi od metode same izrade. Tradicionalnom metodom se smatra tretiranje čeličnog cilindra slojem bakra i hroma. Mane te metode se uklanjaju novom metodom JacoTech kompanije koja podrazumeva presvlačenje cilindra novom oblogom samo u jednom sloju. Samim tim je postupak jednostavniji, a daje bolje rezultate: veći nivo Rocwell C tvrdoće cca . 50-52; obloga nije podložna pojavi fleka, jer ne oksidira; nudi mnogo bolju zaštitu od ureza, ogrebotina i oštećenja prilikom rukovanja cilindrom; ostaje homogena kompaktnosti i nakon duže upotrebe, te neće doći do

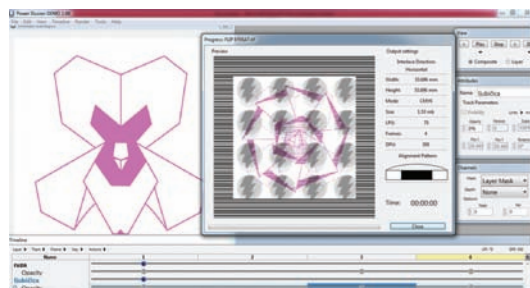
njenog odvajanja i uzrokovanja oštećenih zona; ne utiče na promenu oblika i dimenzija lentikula, jer se sama obloga direktno gravira, a nakon toga se ne tretira dodatnim slojevima [9].

Od više polimernih materijala koji su u upotrebi, za dobijanje najkvalitetnijeg lentikularnog tabaka se pokazao PET kao tip poliestera. PET je pogodan za dobijanje lentikularnih tabaka, jer je kristalno proziran, ima dobre barijerne karakteristike i vrlo malo propušta gasove, male je mase i otporan je na povišene temperature [10].

DP Lenticular i Pacur kao vodeći u proizvodnji i prodaji lentikularnih tabaka, na tržište su poslednji put plasirali tip tabaka koji se najviše kotira kada je u pitanju kvalitet - tzv. Lensta Plus tabak. Ovaj model prednjači u odnosu na ostale po: lakoći štampanja, stabilnosti pri štampanju, postojnosti boje, % zamagljenosti, žilavosti, prilagodljivosti štancovanju i reciklaži [11].

Tabak linijature 75 LPI se pokazao najuniverzalnijim, što znači da se na njemu mogu štampati svi lentikularni efekti do dimenzije 30 x 30 cm, što pokriva potrebe za ovaj rad. Linijatura tabaka se inače kreće u opsegu od 20 lpi do 150 lpi, a svaka ima namenu u odnosu na dimenziju u kojoj se izrađuje i efekat koji se želi postići [12].

U svrhu čuvanja svih podataka na jednom mestu kao i njihove preciznosti postoji nekoliko programa namenjenih isključivo za potrebe pripreme lentikularne štampe. Na slici 4 je prikazan način dobijanja „flip“ efekta u jednom od tih programa – Power Illusion 1.98. Power Illusion je kreiran tako da mu je interfejs prilagođen okruženju sa kojim se većina grafičkih dizajnera već sretala, a tiče se istovremene manipulacije više slika u formi slojeva u svrhu generisanja lentikularnih slika. Mimo specijalizovanih programa, priprema za štampu se može uraditi i u standardnim 2D i 3D programima, ali se mora kupiti poseban „plug-in“ za generisanje interlejsovane slike. U tom slučaju se „pitch“ test mora odraditi manuelno [13].



Slika 4. Prikaz interlejsovane slike za „flip“ efekat

7. VIZUELIZACIJA

Da bi idejno rešenje primene lentikularne štampe kao zaštitnog elementa na ambalaži bilo verodostojno, kutije su prvo projektovane u programu EngView Package Designer v5. EngView je integrisano CAD/CAM okruženje za strukturni dizajn i izradu prototipova od kartona za složive kutije i kutije od lepenki. On je set funkcionalnih modula koji podržavaju proces od koncepta do uzorka uz adekvatne programske alate. U radu su prikazane mreže kutija, kao i njihovi 3D modeli izvezeni iz istog programa, s tim što to nije bilo moguće za sve četiri kutije zbog njihove geometrije i mane programa da prikaže 3D panele sa više uzastopnih tačaka uvijanja.

Nakon toga je sprovedena provera stabilnosti i realističnosti kutija u stvarnom svetu, tako što su informacije iz EngView-a poslate na sempler mašinu modela Aristomat SL 1317. Zahvaljujući tome uočene su greške u dimenzijama, obliku jedne kutije i potreba za dodatnim komponentama na drugoj kutiji. Korekcije su vršene ponovo u programskom paketu Eng View-u sve dok na sempleru Aristomat SL 1317 nisu izrađeni zadovoljavajući prototipovi kutija.

Posle tehničkog ispitivanja bilo je moguće započeti rad u Maya 2011 - 3D programu u kom su modelovane kutije i u kom je animirano njihovo kretanje. Maya je program za animiranje i modeliranje kojim se postižu trodimenzionalni karakteri i „full-motion“ efekti. Kao program podržava prirodne zakone fizike kako bi se ponašanja virtuelnih objekata što verodostojnije prikazala i kontrolisala u kompjuterskoj animaciji. U daljem radu samo ponašanje lentikularnih efekata kao i postprodukcija postignuti su pomoću programa After Effects v6. After Effects je softverska aplikacija za stvaranje video zapisa, animacija i specijalnih efekata. Kao program koristi opšti radni proces sličan onom kod većine programa za obradu videa: svaki projekat sadrži kolekciju medijskih sredstava koji su organizovani po slojevima na vremenskoj osi. Na slici 5. je prikazan jedan kadar konačne animacije.



Slika 5. Realizovana ideja kroz 3D animaciju

8. ZAKLJUČAK

Učiniti proizvod takvim da inicira potražnju je profesionalni uspeh svakog proizvođača. Jedan od načina da se to uradi je putem kvalitetno osmišljene ambalaže sa primenjenom lentikularnom štampom. Osim što privlači kupca i drži njegovu pažnju, ova štampa ima i ulogu zaštitnog elementa. Lentikularna štampa se kao dodatni element na ambalažu mora aplicirati pomoću određenog vezivnog elementa tako da uklanjanje lentikularnog apliciranog dela ambalaže utiče na njenu verodostojnost. Rezultati istraživanja pokazuju da je za postizanje kvalitetnog lentikularnog proizvoda neophodno znanje u dobijanju preciznog lentikularnog tabaka, potrebno je znati usaglasiti tabak i rezoluciju štampe pomoću „pitch“ testa kao i sklonost radu u programima kojima se dobija generisana lentikularna slika.

9. LITERATURA

- [1] P. Ira, „Grafčki dizajn“, [Online] Dostupno na: <http://dizajn.hr/#87-graficki-dizajn> [Pristupljeno: 17.08.2014], 2007.
- [2] K. Pearson, „Market Statistic and Future Trends in Global Packaging“, [Online] Dostupno na: <http://www.docstoc.com/docs/146269211/Market->

Statistics-and-Future-Trends-in-Global-Packaging-World [Pristupljeno: 15.07.2014], 2008.

- [3] K. Conley; D. Roberts, „Method and apparatus for manufacturing lenticular plastics by casting“, [Online] Dostupno na: <http://www.google.com/patents/US20090267246> [Pristupljeno: 25.06.2014], 2009.
- [4] DPLenticular, „About lenticular imaging“, [Online] Dostupno na: <http://dplenticular.com/> [Pristupljeno: 10.07.2014], 2014.
- [5] I. Cheung, „3D Lenticular Printing Interlacing Algorithm Illustrated Using Photoshop“, [Online] Dostupno na: www.vicgi.com/lenticular-interlacing-algorithm.html [Pristupljeno: 11.09.2014], 2012.
- [6] I. Cheung, „How to make a good 3D lenticular print?“, [Online] Dostupno na: <http://www.vicgi.com/blog/> [Pristupljeno: 01.09.2014], 2013.
- [7] Lentimax, „World of lenticular“, [Online] Dostupno na: <http://www.lentimax.eu/> [Pristupljeno: 02.08.2014], 2014.
- [8] Outer Aspect, „Lenticular effects“, [Online] Dostupno na: www.outeraspect.com/basic_lenticular_effects.php [Pristupljeno: 05.09.2014], 2010.
- [9] JacoTech, „Jacotech advantages“, [Online] Dostupno na: <http://www.jacotech.com/advantages.shtml> [Pristupljeno: 15.07.2014], 2010.
- [10] I. Vujković, „Polimerna i kombinovana ambalaža“, Novi Sad, 1997.
- [11] D. Pierret, „Lenstar Plus: The best just got better!“, [Online] Dostupno na: <http://dplenticular.com/lenstar-plus-the-best-just-got-better/> [Pristupljeno: 16.07.2014], 2011.
- [12] DPLenticular, „75 LPI lenticular sheet“, [Online] Dostupno na: <http://dplenticular.com/products/75-lpi-lenticular-sheet/> [Pristupljeno: 10.07.2014], 2014.
- [13] Photo Illusion, „Power Illusion Features“, [Online] Dostupno na: <http://www.photo-illusion.com/power-features.html> [Pristupljeno: 20.06.2014], 2009.

Podaci za kontakt:

MSc Sandra Ćirković

cirkovics1145@gmail.com

Prof. dr Dragoljub Novaković

novakd@ums.ac.rs

MSc Stefan Đurđević

djurdjevic@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

VIZUELIZACIJA MUZIČKE KOMPOZICIJE MUSICAL COMPOSITION VISUALISATION

Milutin Milićević, Uroš Nedeljković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu je opisana vizuelizacija muzičke kompozicije, zasnovana na teorijskim osnovama vizuelnog i auditivnog segmenta, fenomena sinestezije i primerima njihove veze u vizuelizaciji zvuka i muzike.

Abstract – This paper describes the visualization of musical composition based on theoretical foundations of visual and auditory section, the phenomenon of synesthesia, and examples of their relationship in the visualization of sound and music.

Ključne reči: Vizuelizacija muzičke kompozicije, sinestezija, primeri vizuelizacije

1. UVOD

Dok je muzika prema Tajčeviću umetnost koja se služi tonovima kao sredstvom svog izraza i takva dopire u svest pomoću čula sluha [1], terminom likovna umetnost kako navodi Vučeta, se osim samih dela označava i međuodnos umetničkih disciplina u kojima likovna umetnost predstavlja uži pojam od vizuelnih umetnosti [2]. Prof. Milan Uzelac zaključuje da ako se umetnost smatra za otvoren i nedefinisani pojam, onda se i slikom može smatrati sve ono što slikar proglaši slikom [3].

U radu je dat pregled principa koji osnove vizuelnog i auditivnog dovode u korelaciju, počevši od fenomena sinestezije, preko teorija naučnika (Gete, Njutn), filozofa (Gurdijefa) i praktičnih realizacija instrumenata (Kastel, Rimington, Vilfreda). Sve to u cilju projektovanja digitalnog „instrumenta“ za vizuelizaciju zvuka i slikanje zvukom.

2. PRIMERI VEZE

2. 1. Sinestezija

Reč sinestezija vodi poreklo od dve starogrčke reči: *συν* (unija) + *αἴσθησις* (čulo) i u bukvalnom prevodu znači unija čula. Ljudi koji ispoljavaju oblike sinestezije nazivaju se *sinestetama*. Sinestezija je neurološki fenomen, odnosno prinudni proces koji se javlja kada informacije i nadražaji jednog čula dovode do percepcija u drugom čulu [4].

Postoje dve kategorije sinestezije: prava (istinita) i spoznajna (kognitivna). Mehanizmi sinestezije se razlikuju u obe kategorije. Tako kod „prave“ sinestezije jedan stimulus sa ulaza može da pokrene jedno ili više čula, dok kod „spoznajne“ sinestezije osoba kategoriše slova, brojeve ili imena u grupe pri tom istovremeno

dobijajući na neki način čulne osećaje toga, kao što su miris, boja ili ukus. Najčešći oblici ove vrste sinestezije uključuju obojena slova, obojene brojeve i obojene zvuke. Kombinacija zvuka sa vidom se naziva „obojeno slušanje“ (engl. *colored hearing*) [5].

2. 2. Instrumenti za reprodukovanje boje i zvuka

Gete je, kako Pikok navodi, najpre primio a kasnije odbacio ideju o analogiji između muzičkog tona i boje svetlosti, dok je Isak Njutn bio prvi koji je posmatrao korespondenciju između proporcionalne širine sedam prizmatičnih zraka i dužine žica potrebnih da se proizvede muzička skala sa osnovnim tonovima [6].

Luis-Bertrand Kastel je bio prvi koji je dao predlog o realizaciji nove forme koja je povezivala boju i muziku, što ga je i navelo da sam konstruiše model takvog instrumenta, 1734. godine. Najpoznatiji muzički instrument za reprodukciju boja u devetnaestom veku je patentiran od strane Rimingtona, 1893. godine. Nazvan je „obojene orgulje“ (engl. *Colour-Organ*) [7].

Najpoznatiji od eksperimentalnih instrumenata za interpretaciju boja bio je „Klaviluks“ (engl. *Clavilux*), razvijen je od strane Tomasa Vilfreda, predstavljen 1922. godine u Njujorku. Vilfred je prvi upotrebljavao svetlost na čisto apstraktan način, ali je kasnije odlučio da su ipak forma i pokret od esencijalnog značaja [6].

2.3. Vizuelizacija zvuka

Kako Alhabaš navodi, osim predstavljanja amplituda zvuka, kao talasa u zavisnosti od vremena, koristeći osciloskop, zvuk se može vizuelno reprezentovati i pomoću spektrograma [8].

Tzanetski i Kuk su predložili metod za vizuelno predstavljanje audio fajlova pomoću TimberGramsove slike (eng. *TimbreGrams images*), gde svetle boje obično odgovaraju govoru i pevanju, dok ljubičaste i plave boje predstavljaju klasične muzičke segmente [9].

Široka rasprostranjenost personalnih računara i prenosivih računarskih uređaja je dovela do razvoja muzičke vizuelizacije, koja generiše animirane slike zasnovane na muzici. Aplikacije kao što su Windows Media Player, iTunes i Winamp su u mogućnosti da kreiraju različite dizajne kao vizuelne predstave muzike koju reprodukuju. One proizvode tečan, tekstuiran, ritmički i animirani video prikaz koji je generalno nereprezentativan

U svom istraživanju Nanajakara i ostali dolaze do podataka koji ukazuju na to da se (od ispitanika) 65% osoba sa delimično oštećenim sluhom i 67% osoba sa potpuno oštećenim sluhom oseća uznemireno zbog toga što ne mogu da uživaju u muzici. Najveći procenat

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio mr Uroš Nedeljković, docent.

ispitanika, njih 32%, se izjasnilo da se najviše oslanjaju na gledanje vizuelnih displeja kao pomoć pri percipiranju muzike [10].

3. VIZUELIZACIJA MUZIČKE KOMPOZICIJE

Kao praktična realizacija vizuelizacije muzičke kompozicije napravljen je digitalni „instrument“ za vizuelizaciju i slikanje muzikom. Glavni izazov je bilo povezivanje boje i vizuelnih elemenata sa muzičkim elementima (tonovi, dinamika, tempo) na objektiv, činjenicama potkrepljen i zasnovan način.

Da bi se vizuelizacija realizovala na pomenuti način iskorišćene su teorije i saznanja do kojih u svojim radovima dolaze Fiorenza (boje tonova), Uroš Nedeljković (dijagram na osnovu zakona oktava) i Georg Gurdijef (zakon oktave). Shodno tome je svakom muzičkom tonu dodeljena određena boja i simbol za vizuelnu prezentaciju. Zatim je pomoću *zakona oktave* Gurdijefa i *dijagrama emanacija* Nedeljkovića formirana mreža koja služi kao osnova vizuelizacije. Nakon toga su u oviru postojeće mreže razrađeni simboli za osnovne nivoe dinamike. Kao poslednji korak su određeni principi veze između dužine trajanja nota u sekundama i količine frejmova u aplikaciji za animaciju (Adobe Flash CS6).

Na kraju je digitalni "instrument" za vizuelizaciju i slikanje muzikom testiran sa dve verzije vizuelizacije Betovenove kompozicije "Za Elizu": sa i bez zadržavanja tonova posle vizuelne prezentacije.

Kako Fiorenza navodi, svetlost istovremeno ispoljava osobine i talasa i čestica, pa se može meriti i pomoću talasne dužine i pomoću frekvencije. Vidljivi deo elektromagnetnog spektra je talasnih dužina od 380 nm do 780 nm, odnosno frekvencije (učestanosti) od 4×10^{14} Hz do $7,9 \times 10^{14}$ Hz.

Talasna dužina se dovodi u vezu sa frekvencijom preko konstante brzine svetlosti:

$$c = f \cdot \lambda, \text{ gde su} \quad (1)$$

c - brzina svetlosti (konstanta) 299820 [km/s]

λ - talasna dužina [m]

f - frekvencija [Hz, s^{-1}]

Talasna dužina se dobija iz relacije: $\lambda = c / f$, (2)

dok se frekvencija dobija iz relacije: $f = c / \lambda$. (3)

Da bi se konvertovale frekvencije muzičkih tonova iz prve i druge oktave u talasne dužine vidljive svetlosti prvo se moraju transponovati ("podići") za četrdeset oktava, odnosno njihova frekvencija se mora pomnožiti sa 2^{40} . Razlog toga je frekvencija "oktave" vidljive svetlosti koja je četrdeset oktava viša od prve i druge muzičke oktave. Za ton c^2 opisani postupak je:

$$523 \cdot 2^{40} = 5.75044581 \times 10^{14} \text{ Herca.}$$

Zatim je brzina svetlosti podeljena sa novodobijenom frekvencijom za muzički ton:

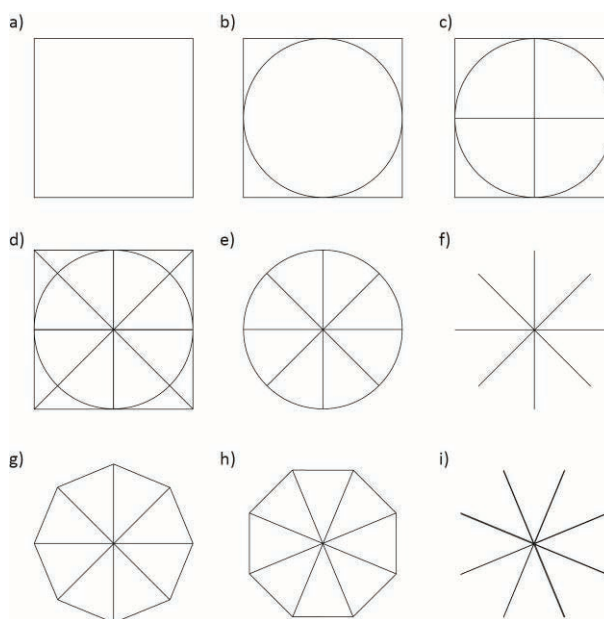
$$299727738 \text{ [m/s]} / 575044581326848 \text{ [ciklusa/s]} = 5.212252192837177e^{-07} \text{ [m]}.$$

Dobijeni broj je ekvivalentan sa 5212 [Å] tj. zeleni pojas vidljivog dela spektra. U tabeli 1 su prikazane vrednosti frekvencija i odgovarajuće boje za muzičke tonove [11].

Tabela 1. Vrednosti frekvencija i odgovarajuće boje

Imena muzičkih tonova	Frekvencije muzičkih tonova	Talasne dužine u Ångstromima	Odgovarajuće boje
Fis / Ges	369.995 Hz	7367.6984 [Å]	crveno-purpurna
G	391.996 Hz	6954.1727 [Å]	crvena
Gis / As	415.305 Hz	6563.8697 [Å]	crveno-narandžasta
A	440.000 Hz	6195.4725 [Å]	narandžasta
Ais / B	466.164 Hz	5847.7443 [Å]	žuta
H	493.883 Hz	5519.5419 [Å]	"limun"
C	523.251 Hz	5212.2522 [Å]	zeleni
Cis / Des	554.365 Hz	4917.3521 [Å]	zeleno-tirkizna
D	587.330 Hz	4641.3565 [Å]	plava
Dis / Es	622.254 Hz	4380.8604 [Å]	plava-indigo
E	659.255 Hz	4134.9825 [Å]	ljubičasta
F	698.457 Hz	3902.9001 [Å]	purpurna
Fis / Ges	739.989 Hz	3683.8492 [Å]	purpurno-crvena

Svaka nota je prikazana identičnim simbolom, čije je oblikovanje prikazano na slici 1.

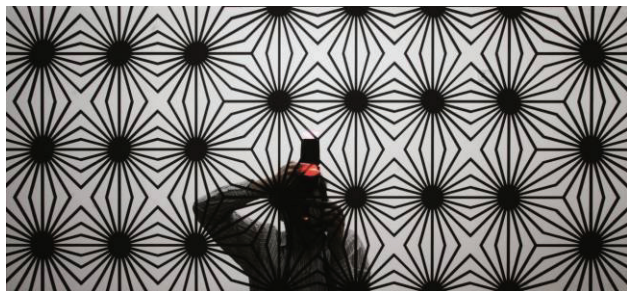


Slika 1. Proces oblikovanja simbola vizuelizacije

U smislu *zakona oktave* prema kosmološkom sistemu Georga Gurdijefa svaki završen proces je prenos note „do“ preko niza sledećih tonova do note „do“ sledeće oktave. Sedam osnovnih tonova označavaju zakon sedam. Dodatak na to je nota „do“ sledeće oktave, odnosno kruna celog procesa, daje osmi korak.

Gurdijef *zakon oktave* prepoznaje kao fundamentalan kosmički zakon kojim objašnjava *zrak stvaranja*, harmoniju i kosmološki poredak. Prema ovom zakonu, svaki proces je, bez obzira na kojoj skali se odvija, potpuno određen u svom postepenom razvoju, zakonom konstrukcije sedmotonske skale. U zakonu oktave Gurdijef objašnjava tonove i polu tonove. Odnosno nepostojanje jednog polu tona između „e“ i „f“ i „h“ i „c“, gde je potreban dodatni stres koji najčešće podrazumeva spoljašnji faktor [12]. Autor Uroš Nedeljković je 2008. godine, realizovao dijagram ovog zakona, kao i zakona tri sile, i predstavio ga u likovnom delu „Između dva kosmička daha“, u obliku paterna, odnosno kompozicije unutar mreže definisane prožimanjem „emanacija“ iz svakog punog tona [13] (slika 2). Prema dijagramu [13] (slika 2) tonovi su raspoređeni kao na na slici 3. Ovaj dijagram je za potrebe vizuelizacije muzičke kompozicije usložen dodavanjem polu tonova, odnosno polu stepena,

čime je oblikovana nova mreža u kojoj se prožimaju „emanacije“ tonova i polutonova (slika 4).

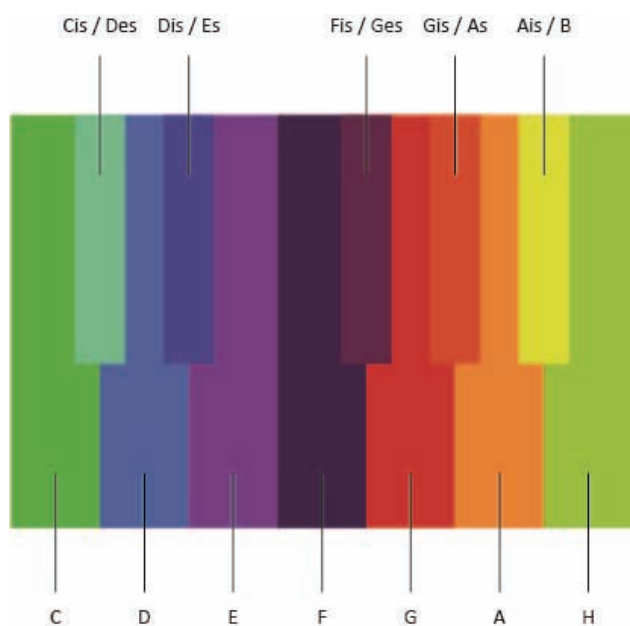


Slika 2. „Između dva kosmička daha“, U. Nedeljković, 2008. god.



Slika 3. Raspored tonova u vizuelizaciji

Svatom tonu je dodeljena odgovarajuća boja iz tabele 1, što je prikazano na slici 3 (prikazana je i jedna oktava klavirskih dirki obojenih odgovarajućim bojama)

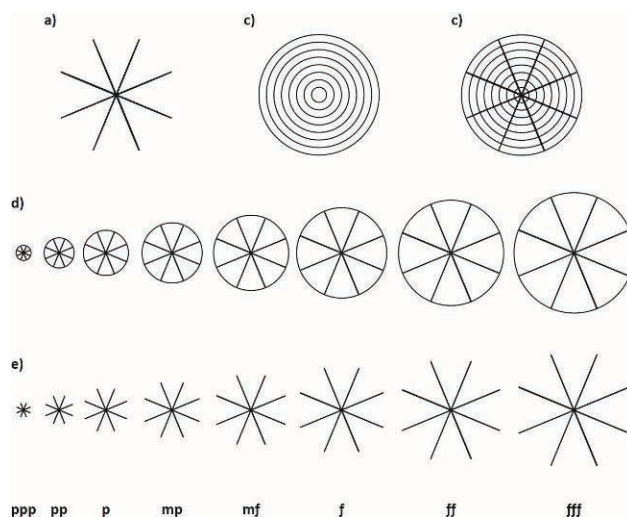


Slika 4. Jedna oktave predstavljena obojenim simbolima

Raspored instrumenata pri vizuelizaciji može biti:

- na osnovu frekvencije muzičkih instrumenata
- grupisanjem srodnih instrumenata
- prema notnom zapisu

Da bi se osnovnih osam nivoa dinamike prikazalo vizuelno, na simbol predviđen za vizuelnu reprezentaciju svakog tona (slika 5a) je dodato 8 koncentričnih krugova (slika 5b), što je predstavljeno na slici 5c. Pojedinačni nivo dinamike su prikazani na slici 5d, dok su na slici 5e prikazane veličine simbola za pojedinačni ton u svih osnovnih osam nivoa dinamike



Slika 5. Proces kreiranja simbola osnovnih nivoa dinamike

Apsolutno vremensko trajanje tonova u okviru različitih vrsta tempa može se uspostaviti pomoću metronoma. Metronomske oznake za tempo su, na primer: 60 M.M. To znači da će kazaljka metronoma otkucati u jednom minutu 60 četvrtina, i da prema tome trajanje jedne četvrtine iznosi tačno jednu sekundi. Prema tome tempo može biti izražen pomoću broja otkucaja u minutu (BPM - beats per minute) [1].

Na osnovu toga moguće je odrediti tačnu dužinu trajanja jedne note u sekundama [14]. Za tempo 70 bpm (u kom je i verzija Betovenove kompozicije “Za Elizu” koja je izabrana za vizuelizaciju) vrednosti dužina trajanja nota u sekundama su date u tabeli 2.

Tabela 2. Dužine trajanja nota za tempo 70 bpm

Ime note	Jednačina	Trajanje note
Polovina	$= 120 / 70 =$	1,7 [s]
Četvrtina	$= 60 / 70 =$	0,9 [s]
Osmina	$= 30 / 70 =$	0,4 [s]
Šesnaestina	$= 15 / 70 =$	0,2 [s]
Četvrtina sa tačkom	$= 90 / 70 =$	1,3 [s]
Osmina sa tačkom	$= 45 / 70 =$	0,6 [s]
Šesnaestina sa tačkom	$= 22,5 / 70 =$	0,3 [s]
Četvrtina triola	$= 40 / 70 =$	0,6 [s]
Osmina triola	$= 20 / 70 =$	0,3 [s]
Šesnaestina triola	$= 10 / 70 =$	0,1 [s]

Da bi se utvrdilo koliko frejmova svaka nota traje, trajanje note u sekundama je potrebno pomnožiti brojem frejmova po sekundi, u konkretnom slučaju 30 fps (tabela 3)

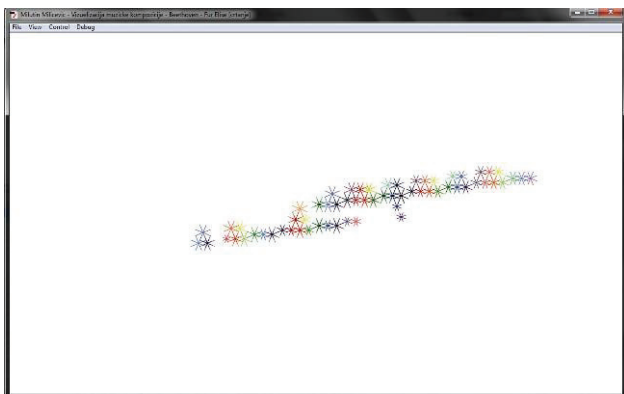
Tabela 3. Dužine trajanja nota u frejmovima po sekundi

Ime note	Jednačina	Trajanje note
Polovina	= 1,7 [s] x 30 [fps]	= 51 [fps]
Četvrtina	= 0,9 [s] x 30 [fps]	= 27 [fps]
Osmina	= 0,4 [s] x 30 [fps]	= 12 [fps]
Šesnaestina	= 0,2 [s] x 30 [fps]	= 6 [fps]
Četvrtina sa tačkom	= 1,3 [s] x 30 [fps]	= 39 [fps]
Osmina sa tačkom	= 0,6 [s] x 30 [fps]	= 18 [fps]
Šesnaestina sa tačkom	= 0,3 [s] x 30 [fps]	= 9 [fps]
Četvrtina triola	= 0,6 [s] x 30 [fps]	= 18 [fps]
Osmina triola	= 0,3 [s] x 30 [fps]	= 9 [fps]
Šesnaestina triola	= 0,1 [s] x 30 [fps]	= 3 [fps]

Na kraju je digitalni "instrument" za vizuelizaciju i slikanje muzikom testiran sa dve verzije vizuelizacije Betovenove kompozicije "Za Elizu":

- prva je dinamička reprezentacija u kojoj se ni jedan ton posle vizuelne reprezentacije ne zadržava

- druga je dinamička reprezentacija u kojoj se svaki ton posle svoje poslednje vizuelne reprezentacije u kompoziciji zadržava, formirajući na taj način jednu vrstu slike do kraja kompozicije, što je i prikazano na slici 6.



Slika 6. Konačna slika druge verzije vizuelizacije

4. ZAKLJUČAK

Razmišljanja i ideje Platona i Aristotela kasnije razrađuju naučnici poput Njutna i Getea iznoseći i formulišući svoje teorije o korelaciji boje i muzike. Podstaknuti tim teorijama mnogi pronalazači konstruišu instrumente kojima pomenute teorije praktično realizuju. Te nove tehnološke mogućnosti ohrabruju i mnoge umetnike da se smelije upuste u realizaciju svojih ideja. Dela Kandinskog i Klea inspirišu mnoge muzičare i konceptualne umetnike.

Fenomen sinestezije i naučnici poput Katovica principe veze između ljudskih čula potkrepljuju naučnim činjenicama. Na taj način pomenute teorije i umetnička dela dobijaju jednu novu dimenziju.

Sa razvojem tehnologije, mogućnost vizuelizacije muzičkih dela podiže se na viši nivo, omogućavajući tako autorima iz raznih oblasti da se uključe i kreativno izraze, a vizuelizacija zvuka postaje sveprisutna. Razvoj tehnologije omogućava i istraživanja vezana za pomoć ljudima sa delimično ili potpuno oštećenim sluhom i

otkrivanje novih načina za približavanje muzike njihovim mogućnostima percepcije i konzumiranja iste.

Kao praktična realizacija uočenih fenomena i principa veze između boje i muzike, kako na primerima u umetnosti i dizajnu tako i u naučnim činjenicama, urađene su dve vizuelizacije Betovenove muzičke kompozicije pod nazivom "Za Elizu". Muzička kompozicija je vizuelizovana na osnovu definisanih zakonitosti i parametara i predstavljena u obliku dinamičke audio-vizuelne animacije sa i bez zadržavanja vizuelnih elemenata.

5. LITERATURA

- [1] M. Tajčević, „Osnovna teorija muzike, Treće izdanje.“ Beograd, Prosveta, 1962
- [2] S. Vučeta, „A šta je to likovna umetnost.“, 2013
- [3] M. Uzelac, „Uvod u estetiku.“ Vršac, Visoka strukovna škola za obrazovanje vaspitača, 2011
- [4] I. Robertson, N. Sagiv, „Synesthesia. Perspectives from Cognitive Neuroscience.“ New York, Oxford University Press, 2005
- [5] K. Orlandatou, „Synesthesia and art.“ Hamburg, Academy of music and theater, 2009
- [6] K. Peacock, „Instruments to perform color-music: two centuries of technological experimentation.“, 2011
- [7] M. Franssen, „The Ocular Harpsichord Of Louis-Bertrand Castel.“ Amsterdam, Universiteit van Amsterdam, 1991
- [8] M. Alhabbash, „Sound Visualization for Deaf Assistance Using Mobile Computing.“ The Islamic University Gaza, Faculty of Engineering, 2013
- [9] G. Tzanetakis, P. Cook, „Audio Information Retrieval (AIR) Tools.“ New York, Princeton, 2000
- [10] S. Nanayakkara, E. Taylor, L. Wyse, and S. H. Ong, „An Enhanced Musical Experience for the Deaf: Design and Evaluation of a Music Display and a Haptic Chair.“ National University of Singapore, Interactive & Digital Media Institute (n. d.)
- [11] N. Fiorenza, „Planetary harmonics and neurobiological resonances.“, 2010
- [12] P. D. Uspenski, „U potrazi za čudesnim.“ Mladenovac, 2013
- [13] U. Nedeljković, „Između dva kosmička daha“, kombinovana tehnika, Katalog bijenlne izložbe UPIDIV-a: FORMA 20, 2009
- [14] Brad The Mad, „How to calculate note duration and Hertz from BPM.“, 2014

Kratka biografija:

Milutin Milićević
mlutin.m.milicevic@gmail.com

Uroš Nedeljković
urosned@uns.ac.rs

MERENJE UTICAJA GUSTINE ŠTAMPE I TRAJANJA SUŠENJA NA OTPORNOST ODŠTAMPANOG ELEKTROPROVODLJIVOG MATERIJALA**MEASURING THE IMPACT OF PRINT DENSITY AND DRYING DURATION ON RESISTANCE OF ELECTRICALLY CONDUCTIVE PRINTED MATERIAL**

Slobodan Maričić, Dragoljub Novaković, Nemanja Kašiković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**2. EKSPERIMENTALNI DEO**

Kratka sadržaj – U ovom radu opisan je uticaj različitih parametara prilikom ink-jet štampe na električnu otpornost elektroprovodljivog materijala (boje). Postavljena je hipoteza da gustina štampe i vreme trajanja sušenja materijala nakon štampe može uticati na elektroprovodljivost odštampanog uzorka. Osmišljen je eksperiment kojim bi se promenom zadatih parametara: rastojanja između kapljica prilikom štampe, brojem slojeva štampe, oblikom uzorka i vremenom trajanja sušenja materijala, utvrdila otpornost odštampanih uzoraka. U eksperimentu je korišćen jedan tip podloge (PET) i jedna vrsta elektroprovodljive boje (grafen).

Abstract – This paper describes the influence of different ink jet printing on electrical resistance of electroconductive material (ink). We hypothesized that print density and drying time after printing may affect electrical conductivity of printed sample. The experiment which was designed to vary the following parameters: distance between the drops, number of printed layers, printed shape and ink drying time, had a goal to determine electrical resistance of printed samples. Only one type of both substrate (PET) and ink (graphene) has been used in the experiment.

Ključne reči: Ink-jet štampa, PET, grafen, otpornost, elektroprovodljivost, štampa, sušenje

1. UVOD

Tehnike štampe, kao što je ink-jet štampa, su dobre alternative konvencionalnim tipovima fotolitografske štampe elektronskih ploča pre svega zbog svojih prednosti po pitanju niske cene, lakoće masovne proizvodnje i fleksibilnosti po pitanju štampe na različitim podlogama [1, 2]. Takođe, velika prednost ink-jet štampe predstavlja i to što nije potrebna izrada posebne štamparske forme za štampu šablona, prenošenje vakuumom i što je omogućena štampa bez velikih temperaturnih zahteva, odnosno bez velikih zahteva po pitanju pripreme, što dodatno definiše široki opseg mogućnosti bezkontaktne štampe [3]. U skladu sa mogućnostima, odabrana je štampa na ink-jet štampaču namenjenom za štampu elektronskih ploča Fujifilm DMP-3000. Materijal, odnosno boja, sa kojim je štampano je grafen proizvođača Innophene, dok je odabrana podloga, PET proizvođača Coveme.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragoljub Novaković, red.prof.

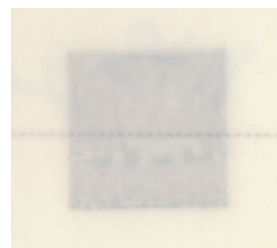
Eksperiment je rađen u cilju dobijanja informacija o tome kako se navedeni materijal (grafen) ponaša na navedenoj podlozi (PET) nakon promene različitih parametara prilikom štampe i promenom trajanja sušenja nakon štampe. Takođe, štampana su i dva različita oblika kako bi se utvrdio uticaj dužine odštampanih linija na električnu otpornost.

Menjani parametri prilikom štampe su rastojanje između susednih kapljica na podlozi i broj odštampanih slojeva. Korištena rastojanja su podešena na 5, 10, 15 i 20 μm , dok su vremena sušenja bila 10, 20 i 30 min na preporučenoj temperaturi od 120° C. Ovi parametri su empirijski odabrani zato što još uvek ne postoji standard po kome se vrši testiranje provodnosti materijala u ovoj vrsti štampe elektronskih ploča.

2.1. Štampanje uzoraka

Prvi od navedenih oblika je kvadrat veličine 10 x 10 mm. Ovaj oblik je odabran kako bi se utvrdila stabilnost materijala na podlozi, kao i uticaj materijala na podlogu nakon sušenja pri zadatim parametrima štampe. Kvadrat je štampan sa parametrima rastojanja kapljica od 5, 10, 15 i 20 μm jednoslojno, 10, 15 i 20 μm dvoslojno i 20 mm troslojno. Trajanje sušenja za svaki od navedenih parametara je bilo 10, 20 i 30 minuta na temperaturi od 120° C.

Na slici 1 je prikazan uzorak jednoslojne štampe sa rastojanjem između kapljica od 20 μm . Na ovom uzorku je električna otpornost oko 900 Ω i ona je postignuta nakon sušenja od 10 min. Povećanjem trajanja sušenja, povećava se i električna otpornost.



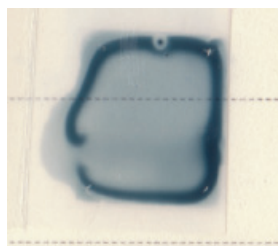
Slika 1. Uzorak 1

Pri jednoslojnoj štampi sa rastojanjem od 15 μm (slika 2) najbolji rezultat po pitanju električne otpornosti je bio nakon sušenja od 20 min. Na ovom uzorku se vidi i prvi problem fizičke stabilnosti boje na podlozi, stvaranja „efekta kafenog prstena“ koji se javlja prilikom isparavanja rastvarača sa odštampane površine [4]. Električna otpornost na ovom uzorku je oko 280 Ω .



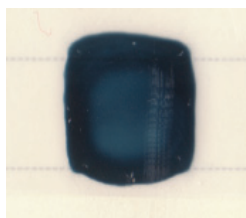
Slika 2. Uzorak 2

Pri smanjenju rastojanja između kapljica na 10 μm (slika 3) prilikom jednoslojne štampe, najmanja električna otpornost je ponovo bila nakon sušenja od 20 min i ona je iznosila oko 125 Ω , dok je „efekat kafenog prstena“ nešto jasniji.



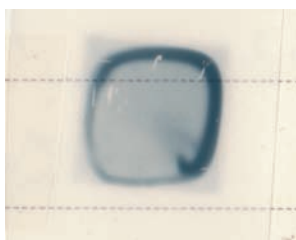
Slika 3. Uzorak 3

Poslednji odštampani uzorak jednoslojne štampe prikazan na slici 4 je dao najbolje rezultate po pitanju električne otpornosti prilikom eksperimenta. Parametar rastojanja između kapljica je iznosio 5 μm , dok je trajanje sušenja sa najboljim rezultatom bilo maksimalnih 30 min. Efekat „kafenog prstena“ je ponovo vidljiv, no otisak je daleko konstantniji i otpornost iznosi oko 28 Ω . Problem prilikom štampe sa ovim parametrima je da postoje velike šanse da dođe do razlivanja otiska, što se jasno vidi na slici 4.



Slika 4. Uzorak 4

Kod dvoslojne štampe, efekti „kafenog prstena“ su standardan slučaj, odnosno pojavljuju se na svim uzorcima i debljina prstena raste smanjenjem rastojanja između kapljica. Na slici 5 je prikazan uzorak sa dvoslojnom štamptom pri kojoj je rastojanje između kapljica 20 μm . Najmanja električna otpornost je dobijena pri najdužem sušenju od 30 min i njena vrednost je iznosila oko 150 Ω .



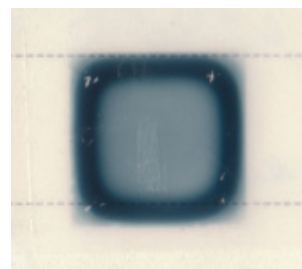
Slika 5. Uzorak 5

Smanjenjem rastojanja na 15 μm pri dvoslojnoj štampi, fizičke karakteristike odštampanog uzorka su iste, dok se električna otpornost linearno smanjivala sa porastom dužine trajanja sušenja, te je nakon 30 min. njena vrednost iznosila oko 110 Ω . Uzorak je prikazan na slici 6.



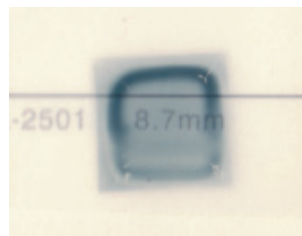
Slika 6. Uzorak 6

Na slici 7 je prikazan poslednji uzorak dvoslojne štampe sa rastojanjem između kapljica od 10 μm na kome se može primetiti konstantan oblik prstena kao i pravilan oblik odštampanog šablona. Najbolja električna otpornost je ponovo postignuta pri sušenju od 30 min. i ona iznosi oko 45 Ω .



Slika 7. Uzorak 7

Prilikom troslojne štampe rađen je eksperiment samo sa parametrom rastojanja između kapljica od 20 μm (slika 8), jer ukoliko bi bio štampan i uzorak sa manjim rastojanjem, iz prethodnog iskustva, pre svega sa jednoslojnom štamptom i rastojanjem od 5 μm , bilo bi teško rukovati uzorkom, a da ne dođe do većeg razlivanja. Kao i na prethodnim uzorcima, „kafeni prsten“ je neizbežan, a najmanja otpornost je ponovo postignuta pri najdužem trajanju sušenja od 30 min. i ona iznosi oko 70 Ω .



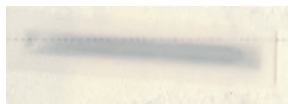
Slika 8. Uzorak 8

Drugi navedeni oblik je pravougaonik veličine 2 x 20 mm. Cilj je bio provera uticaja dužine odštampanih linija na otpornost, a usput se mogu videti i fizičke karakteristike materijala prilikom štampe ovog oblika. Takođe, cilj je bio i simulacija štampe elektroporovodljivih linija, koje se najčešće koriste pri štampi elektronskih ploča.

Radena je jednoslojna i dvoslojna štampa sa rastojanjem između kapljica od 10, 15 i 20 μm , dok su vremena trajanja sušenja takođe bila 10, 20 i 30 min. Merene su otpornosti po dužoj i kraćoj strani pravougaonika kako bi se utvrdio uticaj dužine odštampane linije na električnu otpornost.

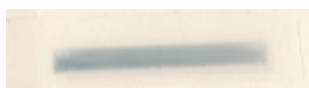
Prilikom jednoslojne štampe sa rastojanjem između kapljica od 20 μm , najbolji celokupni rezultat je bio prilikom sušenja od 20 min, gde je najmanja otpornost pri dužoj strani bila oko 1500 Ω , dok se pri kraćoj strani kretala između 200 i 250 Ω .

Na slici 9 se može primetiti da je fizički slika vrlo bleđa i nejasna.



Slika 9. Uzorak 9

Prilikom smanjenja rastojanja između kapljica na 15 μm , najbolji rezultat je dobijen nakon sušenja od 30 min. gde je otpornost po dužoj strani bila oko 1150 Ω , dok je po kraćoj bila slična kao i na prethodnom uzorku i iznosila je oko 215 Ω . Na slici 10 se može primetiti da je otisak fizički dosta jasniji.



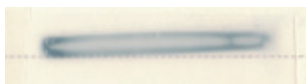
Slika 10. Uzorak 20

Na slici 11 je prikazan uzorak štampan jednoslojno sa rastojanjem između kapljica od 10 μm i vremenom sušenja od 10 min. Efekat „kafelog prstena“ je gotovo nevidljiv, otisak je jasan, a električna otpornost iznosi oko 430 Ω po dužoj strani, oko 50 Ω po kraćoj i konstantna je. Pri dužem sušenju pri pomenutim parametrima došlo je do stvaranja jasno vidljivog prstena čime je električna otpornost značajno porasla.



Slika 11. Uzorak 11

Prilikom dvoslojne štampe, uzorak štampan sa rastojanjem od 20 μm (slika 12) ponovo je dao najbolje rezultate, kako po pitanju električne otpornosti, tako i po pitanju fizičke stabilnosti prilikom sušenja u trajanju od 10 min. Po dužoj strani otpornost je iznosila oko 1000 Ω , dok je po kraćoj varirala između 80 i 100 Ω .



Slika 12. Uzorak 12

Smanjenjem rastojanja kapljica prilikom dvoslojne štampe na 15 μm , kvalitet odštampanog otiska je značajno bolji, kako fizički tako i po pitanju električne otpornosti. Na slici 13 se mogu primetiti jasne ivice odštampanog uzorka, efekta prstena gotovo da nema i električna otpornost po dužoj strani iznosi oko 540 Ω , a po kraćoj oko 80 Ω . Vreme sušenja je 30 min.



Slika 13. Uzorak 13

Na slici 14 je prikazan dvoslojni uzorak štampan sa rastojanjem od 10 μm i vremenom sušenja od 20 min. Jasno se može primetiti efekat koji se redovno javljao pri štampi kvadrata 10 x 10 mm, odnosno „kafeni prsten“. Ipak, električna otpornost je ponovo manja nego na prethodnom uzorku i iznosi oko 275 Ω po dužoj, i oko 30 Ω po kraćoj strani.

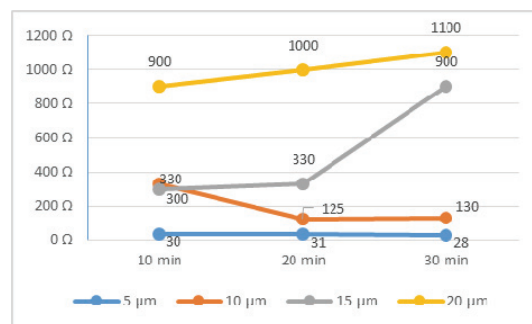


Slika 14. Uzorak 14

2.2. Rezultati eksperimenta

Na slici 15 su prikazani rezultati jednoslojne štampe kvadrata 10 x 10 mm.

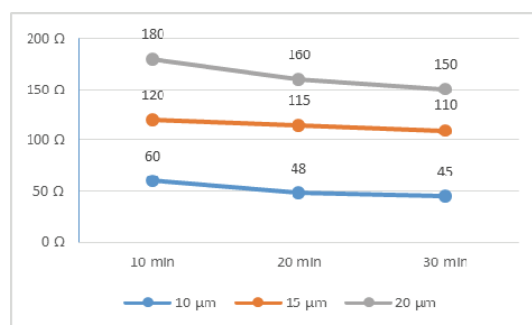
Pri većim rastojanjima između kapljica dužina vremena sušenja negativno utiče na električnu otpornost, dok pri manjim dužinama sušenja otpornost opada.



Slika 15. Jednoslojna štampa 10 x 10 mm

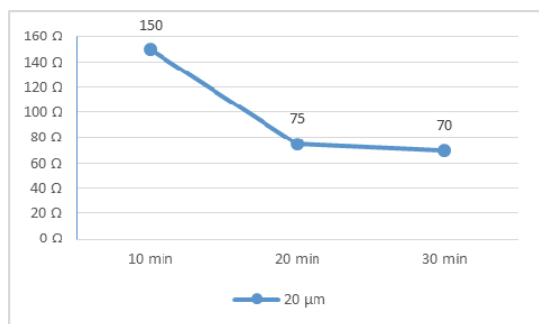
Prilikom dvoslojne štampe, prikazane na slici 16, otpornost opada gotovo linearno sa povećanjem dužine trajanja sušenja.

Razlog je veća količina isparavanja rastvarača, čime dolazi do boljeg kontakta između pločica grafena, pa je time i elektroprovodljivost bolja.



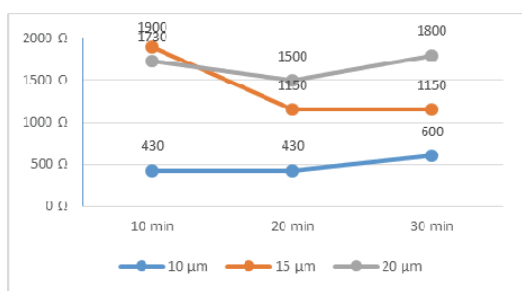
Slika 16. Dvoslojna štampa 10 x 10 mm

Slika 17 prikazuje rezultat troslojne štampe kvadrata 10 x 10 mm, i na njemu se može primetiti da nakon 20 minuta sušenja, električna otpornost ostaje gotovo nepromenjena, dok do tada, nije isparilo dovoljno rastvarača što utiče na slabiju elektroprovodljivost.

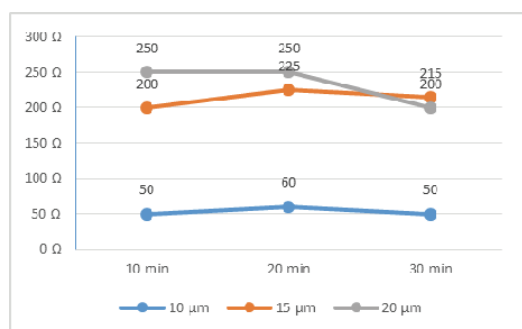


Slika 17. Troslojna štampa 10 x10 mm

Na slikama 18 i 19 su prikazane krive sa vrednostima električne otpornosti jednoslojne štampe pravougaonika veličine 2 x 20 mm merene po dužoj i kraćoj strani. Ne može se doneti krajnji zaključak, jer se vrednosti električne otpornosti neravnomerno kreću za svaki od parametara rastojanja između kapljica.

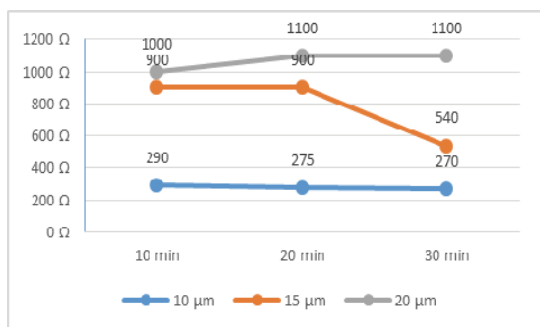


Slika 18. Jednoslojna štampa 2x20 mm po dužoj strani

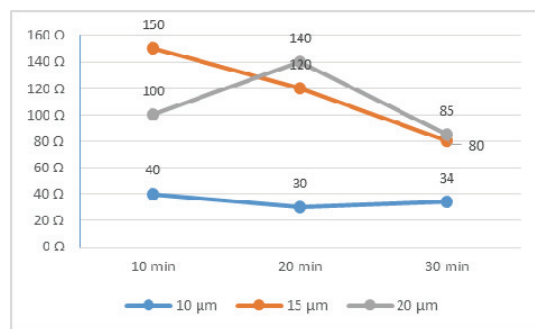


Slika 19. Jednoslojna štampa 2x20 mm po kraćoj strani

Pri dvoslojnoj štampi pomenutog oblika, vrednosti električne otpornosti takođe neravnomerno variraju pri parametrima većih rastojanja između kapljica. Na slikama 20 i 21 su prikazani rezultati testiranja koji takođe pokazuju neuniformne vrednosti promene po pitanju električne otpornosti izražene u omima (Ω).



Slika 20. Dvoslojna štampa 2x20 mm po dužoj strani



Slika 21. Dvoslojna štampa 2x20 mm po kraćoj strani

3. ZAKLJUČAK

Iz prikazanih uzoraka i rezultata testiranja bi se moglo zaključiti da se, uprkos fizičkoj nestabilnosti prilikom formiranja otiska, štampom gušćeg sloja boje dobijaju osetljivo bolji rezultati po pitanju električne otpornosti [5]. Ukoliko ink-jet štampač ne poseduje mogućnost povećanja gustine odštampanog uzorka u jednom prolazu onda se može štampati šablon sa više prolaza, a da rezultati budu zadovoljavajući. Na uzorcima se takođe mogu primetiti ogrebotine nastale prilikom merenja električne otpornosti i to je jedan od problema na koji bi u budućnosti tehnolozi trebalo da obrate pažnju prilikom pripreme materijala, pogotovo kada se štampa na polimernim podlogama kao što su PET ili PI.

4. LITERATURA

- [1] C. W. Sele, T. von Werne, R. H. Friend, H. Sirringhaus. Lithography-free, self-aligned inkjet printing with sub-hundrednanometer resolution. *Advanced Materials*, Vol. 17, pp. 997–1001, April 2005.
- [2] B. J. De Gans, P. C. Duineveld, U. S. Schubert. Inkjet printing of polymers: State of the art and future developments. *Advanced Materials*, Vol. 16, pp. 203–213, February 2004.
- [3] D. Novaković, N. Kašiković, „Digitalna štampa“, Novi Sad, FTN Izdavaštvo, 2013.
- [4] R. Deegan, O. Bakajin, T. Dupont, G. Huber, S. Nagel, T. Witten. „Capillary flow as the cause of ring stains from dried liquid drops“, *Nature*, Vol. 389, pp. 827–829, August 1997.
- [5] L. Huang, Y. Huang, J. Liang, X. Wan, Y. Chen. „Graphene-Based Conducting Inks for Direct Inkjet Printing of Flexible Conductive Patterns and Their Applications in Electric Circuits and Chemical Sensors“, *Nano Research*, Vol. 4, pp. 678–684, March 2011.

Adresa autora za kontakt:

MSc Slobodan Maričić,
safmaverick@gmail.com
Prof. Dr Dragoljub Novaković,
novakd@uns.ac.rs
Dr Nemanja Kašiković,
knemanja@uns.ac.rs
Grafičko inženjerstvo i dizajn, FTN, Novi Sad

UTICAJ IZLAZNE REZOLUCIJE I VRSTE PODLOGE NA PORAST TONSKIH VREDNOSTI U ELEKTROFOTOGRAFIJI**INFLUENCE OF OUTPUT RESOLUTION AND TYPE OF PRINTING SUPSTRATE ON THE INCREASE OF TONE VALUES IN ELECTROPHOTOGRAPHY**Edvin Demendi, Nemanja Kašiković, Rastko Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – U radu je predstavljen uticaj izlazne rezolucije i vrste podloge na kvalitet reprodukcije višetonskih originala prilikom štampe na elektrofotografskom uređaju Xerox DocuColor 252. U radu su analizirani podaci dobijeni na osnovu merenja porasta tonских vrednosti na uzorcima, koji su štampani upotrebom tri različite izlazne rezolucije, na tri različite vrste podloge. Dobijeni rezultati su prikazani u vidu grafika, na osnovu kojih je lako uočljiv uticaj promene izlazne rezolucije uređaja i papira.

Ključne reči: elektrofotografija, porast tonских vrednosti, kvalitet štampe, izlazna rezolucija

Abstract – This paper presents the influence of the output resolution and paper type on the reproduction quality of multi tone graphical elements that were printed using the Xerox DocuColor 252 electrophotographic printer. The analyses is based on the data gathered from measuring the increase of tone values on multiple samples that were printed using three different output resolution settings, on three different types of paper. The data has been visualised in form of graphics that show the influence of the output resolution and paper on multi tone reproductions.

Keywords: Electrophotography, Tone value increase, print quality, output resolution

1. UVOD

Elektrofotografija spada u grupu digitalnih štamparskih tehnologija koje se danas nalaze u ekspanziji i sve češće zamenjuju konvencionalne štamparske postupke u segmentu malih tiraža ili omogućavaju štampu personalizovanih proizvoda. Elektrofotografija se u proteklih godinama po kvalitetu otiska i brzini štampe približila konvencionalnim štamparskim postupcima poput ofseta, te ih sve češće zamenjuje u segmentu malih i srednjih tiraža. Kontrola parametara kvaliteta otisaka je neizostavan segment svakog komercijalnog štamparskog postupka, a jedan od najbitnijih parametara je porast tonских vrednosti, koji ima direktan uticaj na reprodukciju slika i drugih višetonskih grafičkih elemenata.

2. METOD IZVOĐENJA EKSPERIMENTA

Uzorci mereni u eksperimentalnom delu rada sačinjeni su od klinova četiri osnovne boje supstraktivnog mešanja

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio docent dr Nemanja Kašiković.

(slika 1), koji su štampani pomoću štamparskog sistema Xerox DocuColor 252 primenom tri različite linijature rasterske matrice, na tri različite vrste podloge.

Kao podloga za štampu korišćene su ofsetna hartija mase 80 g/m², i dve vrste premazne hartije mase 130 g/m² i 300 g/m². Podešena linijatura rastera prilikom reprodukcije uzoraka menjana je između 200, 300 i 600 linija po inču.

Kombinacijom ova dva parametra dobijeno je devet vrsta uzoraka, od kojih je svaki štampan u tri primerka radi dobijanja srednjih vrednosti.

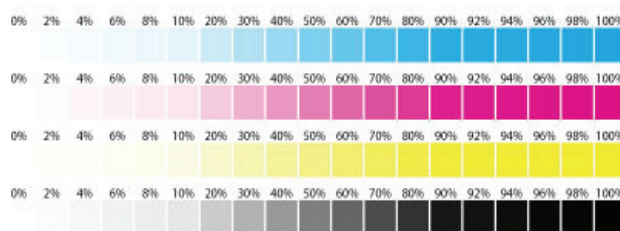
Uzorci su analizirani pomoću refleksionog spektrofotometra SpectroDens Techkon (osvetljenje D50, standardni posmatrač 2°, merna geometrija 0°/45°).

U ovom radu biće prikazani rezultati i analiza merenja uzoraka štampanih na ofsetnoj hartiji mase 80 g/m², upotrebom izlazne rezolucije od 200, 300 i 600 lpi, kao i uzorci štampani na hartijama mase 80, 130 i 300 g/m², upotrebom izlazne rezolucije od 200 lpi.

Na osnovu izabranih uzoraka moguće je uočiti uticaj izlazne rezolucije i vrste hartije na porast tonских vrednosti.

Analiza rezultata vršena je komparativnom metodom, poredeći rast tonских vrednosti pojedinačnih separacija, na uzorcima štampanim upotrebom različite izlazne rezolucije uređaja, kao i poređenjem uzoraka koji su štampani upotrebom iste izlazne rezolucije na različitim vrstama hartije.

Dobijeni rezultati su prikazani tabelarno i u vidu grafika, koji ukazuju na intenzitet ukupnog porasta tonских vrednosti.



Slika 1. Prikaz test karte štampane na uzorcima

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Nakon štampe uzoraka na ofsetnoj hartiji mase 80 g/m², upotrebom izlazne rezolucije od 200, 300 i 600 lpi, dobijene su prosečne vrednosti koje su tabelarno prikazane. Tako su u tabeli 1 predstavljene prosečne vrednosti za cijan, dok tabela 2, 3 i 4, predstavljaju prosečne vrednosti za polja odštampana magenta, žutom i crnom bojom.

Tabela 1. *Prosečne vrednosti izmerenog porasta tonskih vrednosti cijan separacije*

Očekivane vrednosti	200 lpi	300 lpi	600 lpi
0%	0,1	1,0	0,0
2%	1,1	1,1	0,0
4%	3,6	2,0	0,1
6%	8,7	3,8	0,2
8%	12,9	6,6	0,4
10%	16,9	9,9	1,0
20%	31,8	25,2	8,4
30%	46,9	45,8	30,9
40%	59,5	60,7	62,5
50%	68,4	70,4	77,8
60%	77,8	80,4	85,5
70%	85,4	87,5	91,8
80%	92,8	94,3	95,6
90%	97,3	98,3	98,7
92%	98,1	99,0	99,3
94%	98,7	99,3	99,4
96%	99,1	99,7	99,3
98%	99,6	99,8	99,7
100%	100,0	100,0	100,0

Tabela 2. *Prosečne vrednosti izmerenog porasta tonskih vrednosti magenta separacije*

Očekivane vrednosti	200 lpi	300 lpi	600 lpi
0%	0,2	0,5	0,5
2%	1,7	0,6	0,5
4%	3,9	1,4	0,3
6%	8,4	2,3	0,3
8%	11,9	4,3	0,6
10%	18,0	9,4	0,2
20%	35,7	27,1	8,7
30%	48,6	44,2	33,1
40%	59,0	59,0	51,4
50%	67,7	67,5	73,0
60%	75,6	76,4	84,2
70%	84,1	84,3	89,2
80%	90,3	89,8	93,3
90%	96,2	96,5	97,2
92%	97,2	97,9	98,0
94%	98,3	98,3	98,3
96%	99,1	99,3	98,9
98%	99,7	99,7	99,6
100%	100,0	100,0	100,0

Tabela 3. *Prosečne vrednosti izmerenog porasta tonskih vrednosti žute separacije*

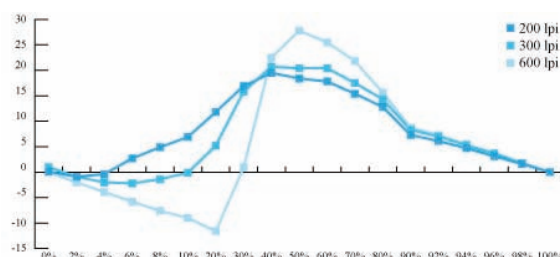
Očekivane vrednosti	200 lpi	300 lpi	600 lpi
0%	0,0	0,8	0,0
2%	3,6	2,3	0,0
4%	7,2	3,6	0,3
6%	10,3	6,7	0,2
8%	13,7	10,0	0,7
10%	17,5	10,9	0,5
20%	33,9	23,6	9,2

30%	47,7	43,3	29,8
40%	57,6	54,6	55,4
50%	69,1	66,7	74,4
60%	76,4	75,0	83,6
70%	84,4	82,9	89,9
80%	90,8	90,7	93,6
90%	95,7	95,6	96,9
92%	96,8	96,7	97,4
94%	97,4	97,4	97,6
96%	98,2	98,3	98,4
98%	98,9	98,9	99,0
100%	100,0	100,0	100,0

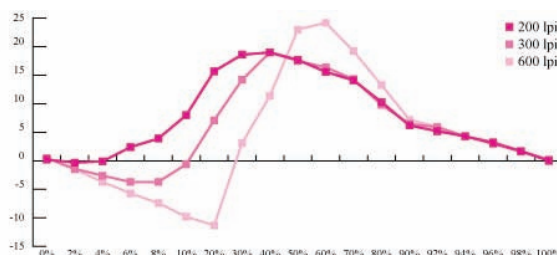
Tabela 4. *Prosečne vrednosti izmerenog porasta tonskih vrednosti crne separacije*

Očekivane vrednosti	200 lpi	300 lpi	600 lpi
0%	0,0	0,0	0,0
2%	0,5	0,0	0,0
4%	1,2	0,2	0,0
6%	4,6	0,6	0,0
8%	7,3	1,4	0,0
10%	12,8	4,6	0,0
20%	25,1	13,7	0,7
30%	39,8	30,4	15,8
40%	52,5	49,6	57,9
50%	64,5	66,4	76,4
60%	75,7	79,3	87,5
70%	85,1	87,9	92,9
80%	92,5	94,3	96,3
90%	96,9	98,0	97,9
92%	97,4	98,2	98,5
94%	97,7	98,8	98,7
96%	98,3	99,0	98,4
98%	99,0	98,8	98,7
100%	100,0	100,0	100,0

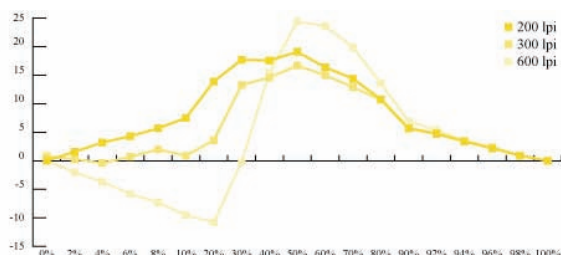
Na osnovu dobijenih rezultata izrađen je grafički prikaz porasta tonskih vrednosti za svaku pojedinačnu separaciju uzoraka.



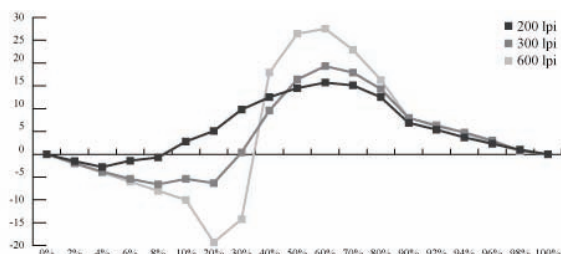
Slika 2. *Grafički prikaz porasta tonskih vrednosti cijan separacije*



Slika 3. *Grafički prikaz porasta tonskih vrednosti magenta separacije*



Slika 4. Grafički prikaz porasta tonских vrednosti žute separacije



Slika 5. Grafički prikaz porasta tonских vrednosti crne separacije

Poređenjem rezultata merenja porasta optičkih tonских vrednosti uzoraka štampanih izlaznom rezolucijom 200, 300 i 600 lpi na ofsetnoj hartiji mase 80 g/m², može se primetiti da uzorci štampani izlaznom rezolucijom od 600 lpi imaju smanjenje rasterske tačke optičkih vrednosti u predelu od 0 do 20% klina. Uzorci štampani upotrebom linijature od 200 lpi pokazuju najmanji negativan porast u predelu svetlih tonova, kao i znatno blaži pozitivan rast u predelu srednjih vrednosti u odnosu na uzorke štampane izlaznom rezolucijom od 600 lpi. Uzorci reprodukovani izlaznom rezolucijom od 300 lpi imaju intenzivnije negativan rast vrednosti u predelu svetlih tonova, dok u predelu srednjih tonova imaju sličan pozitivan rast kao i uzorci štampani sa izlaznom rezolucijom od 200 lpi. Sve separacije uzoraka imaju približno linearan pad intenziteta rasta u predelu od 90 do 100% koji se može pripisati reprodukciji ovih polja kao punog ili približno punog tona.

Slede tabelarno prikazane prosečne vrednosti merenja uzoraka štampanih upotrebom izlazne rezolucije od 200 lpi, na ofsetnoj hartiji mase 80 g/m², i dve vrste premazne hartije mase 130 i 300 g/m².

Tabela 5. Prosečne vrednosti izmerenog porasta tonских vrednosti cijan separacije

Očekivane vrednosti	Ofsetna hartija 80 g/m ²	Premazna hartija 130 g/m ²	Premazna hartija 300 g/m ²
0%	0,1	0,4	0,0
2%	1,1	4,0	1,2
4%	3,6	7,8	4,7
6%	8,7	13,1	11,3
8%	12,9	17,4	17,1
10%	16,9	22,2	22,0
20%	31,8	37,7	37,3
30%	46,9	52,8	54,1
40%	59,5	66,1	68,6
50%	68,4	74,4	77,2
60%	77,8	82,9	84,7
70%	85,4	89,1	90,4

80%	92,8	94,7	95,8
90%	97,3	98,3	98,6
92%	98,1	98,8	99,4
94%	98,7	99,2	99,6
96%	99,1	99,6	99,9
98%	99,6	99,8	100,0
100%	100,0	100,0	100,0

Tabela 6. Prosečne vrednosti izmerenog porasta tonских vrednosti magenta separacije

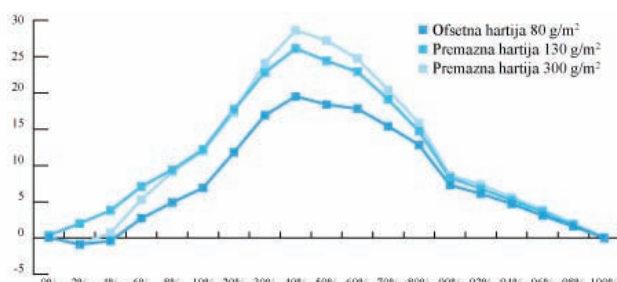
Očekivane vrednosti	Ofsetna hartija 80 g/m ²	Premazna hartija 130 g/m ²	Premazna hartija 300 g/m ²
0%	0,2	0,0	0,0
2%	1,7	4,0	3,7
4%	3,9	8,3	6,4
6%	8,4	12,7	12,6
8%	11,9	15,6	17,1
10%	18,0	22,8	24,4
20%	35,7	40,8	41,9
30%	48,6	54,5	54,6
40%	59,0	64,3	64,1
50%	67,7	72,1	74,8
60%	75,6	79,9	80,7
70%	84,1	87,0	86,8
80%	90,3	92,1	92,9
90%	96,2	97,1	97,5
92%	97,2	97,8	98,4
94%	98,3	98,8	98,4
96%	99,1	99,2	99,2
98%	99,7	99,6	99,8
100%	100,0	100,0	100,0

Tabela 7. Prosečne vrednosti izmerenog porasta tonских vrednosti žute separacije

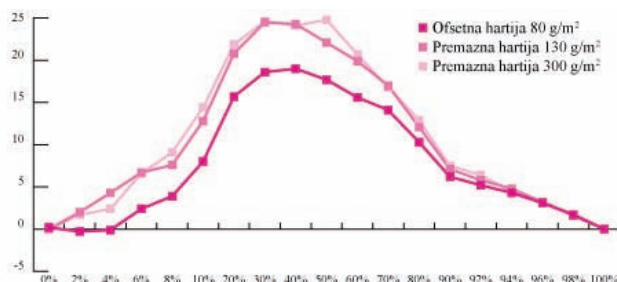
Očekivane vrednosti	Ofsetna hartija 80 g/m ²	Premazna hartija 130 g/m ²	Premazna hartija 300 g/m ²
0%	0,0	0,6	0,1
2%	3,6	7,2	7,2
4%	7,2	12,2	11,0
6%	10,3	14,7	15,3
8%	13,7	18,3	18,3
10%	17,5	21,4	23,7
20%	33,9	38,4	41,4
30%	47,7	55,2	57,7
40%	57,6	65,2	68,2
50%	69,1	75,4	79,2
60%	76,4	82,1	86,9
70%	84,4	88,6	91,9
80%	90,8	94,1	95,6
90%	95,7	97,7	98,5
92%	96,8	98,3	98,9
94%	97,4	98,7	99,2
96%	98,2	99,2	99,5
98%	98,9	99,5	99,7
100%	100,0	100,0	100,0

Tabela 8. Prosečne vrednosti izmerenog porasta tonskih vrednosti crne separacije

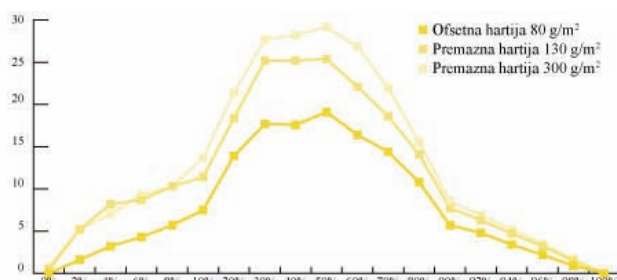
Očekivane vrednosti	Ofsetna hartija 80 g/m ²	Premazna hartija 130 g/m ²	Premazna hartija 300 g/m ²
0%	0,0	0,4	0,0
2%	0,5	5,9	3,1
4%	1,2	8,5	6,1
6%	4,6	13,4	11,6
8%	7,3	17,2	15,5
10%	12,8	22,8	21,5
20%	25,1	37,2	36,4
30%	39,8	54,9	54,8
40%	52,5	70,8	71,1
50%	64,5	80,9	81,8
60%	75,7	88,8	89,6
70%	85,1	94,2	95,6
80%	92,5	97,7	98,2
90%	96,9	99,2	99,3
92%	97,4	99,2	99,4
94%	97,7	99,5	99,6
96%	98,3	99,6	99,7
98%	99,0	99,7	99,8
100%	100,0	100,0	100,0



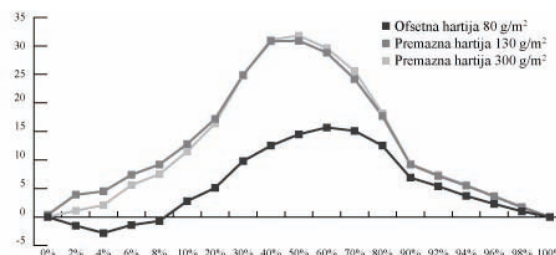
Slika 6. Grafički prikaz porasta tonskih vrednosti cijan separacije



Slika 7. Grafički prikaz porasta tonskih vrednosti magenta separacije



Slika 8. Grafički prikaz porasta tonskih vrednosti žute separacije



Slika 9. Grafički prikaz porasta tonskih vrednosti crne separacije

Poređenjem rezultata merenja porasta optičkih tonskih vrednosti uzoraka štampanih izlaznom rezolucijom 200 lpi na ofsetnoj hartiji mase 80 g/m² i premaznim hartijama mase 130 i 300 g/m², može se primetiti da se najmanji porast optičkih tonskih vrednosti javlja na uzorku štampanom na ofsetnoj hartiji mase 80 g/m². Kod uzoraka štampanih na premaznoj hartiji mase 130 i 300 g/m² primetan je znatno veći porast optičkih tonskih vrednosti. Razlika porasta tonskih vrednosti između uzoraka štampanih na podlozi mase 130 i 300 g/m² je približno ista, uz pojavu neznatno većeg porasta na uzorku štampanom na premaznoj hartiji mase 300 g/m². Kod uzoraka štampanih na ofsetnoj hartiji primetan je negativan porast tonskih vrednosti na cijan, magenta i crnoj separaciji, u predelu niskih polutonskih vrednosti. Na uzorcima štampanim na 130 i 300 g/m² ne dolazi do pojave smanjenja tonskih vrednosti.

4. ZAKLJUČAK

Variranje linijature rastera ima znatno veći uticaj na porast optičkih tonskih vrednosti nego promena podloge. Linijatura od 200 lpi, koja je preporučena od strane proizvođača omogućava najbolju reprodukciju, odnosno pojavu najmanjeg intenziteta pozitivnog porasta optičkih tonskih vrednosti, kao i najmanje smanjenje vrednosti u segmentu svetlih tonova. Na uzorcima štampanim upotrebom izlazne rezolucije od 300 lpi primetan je neznatno veći porast optičkih tonskih vrednosti u predelu srednjih tonova, dok u predelu niskih tonskih vrednosti porast nije bio značajan. Upotreba izlazne rezolucije od 600 lpi daje reprodukciju nezadovoljavajućeg kvaliteta zbog intenzivnog negativnog rasta optičkih tonskih vrednosti u predelu svetlih tonova i naglog skoka optičkih tonskih vrednosti pri reprodukciji srednjih i tamnih tonova, koji dovode do gubitka detalja u srednjim i tamnim segmentima slike.

5. LITERATURA

- [1] B. Fraser C. Murphy F. Bunting "Real World Color Management 2nd Ed", Peachpit Press, Berkeley, USA, Peachpit Press, 2005
- [2] D. Novaković, N. Kašiković, "Digitalna štampa", Novi Sad, Srbija, 2013
- [3] M. Hoffmann-Falk "Digital printing: Technology and printing techniques of Océ digital printing presses", 10th Edition, Poing, Germany, Océ Printing Systems, 2006

Podaci za kontakt:

MSc Edvin Demendi Talo, eddeta@gmail.com

Dr Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs

MSc Rastko Milošević rastko.m@uns.ac.rs

**RAZVOJ PROGRAMSKE APLIKACIJE UČENJA NA DALJINU O OPERACIJAMA
OBRADE SAVIJANJEM ZA MAŠINU HORIZON AFC-546AKT****DEVELOPMENT OF SOFTWARE APPLICATION FOR E-LEARNING ON TOPIC OF
PROCESSING OPERATIONS BY FOLDING ON HORIZON AFC-546AKT**

Szalkai Szabolcs, Dragoljub Novaković, Pál Magdolna, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj - U okviru rada su prikazana istraživanja razvoja interaktivne softverske aplikacije, čiji sadržaj uključuje vizuelne materijale za prikaz devet karakterističnih tipova savijanja. Materijali su dobijeni vizuelizacijom trodimenzionalnog modela mašine za savijanje i animacijom kretanja, deformacije papira u toku procesa dobijanja savijenih proizvoda. Interaktivna aplikacija je korišćena za prezentaciju detaljne informacije o ključnim delovima mašine.

Ključne reči: trodimenzionalna vizuelizacija, savijanje, učenje na daljinu

Abstract - The research area of development is an interactive software, that include visual materials about nine characteristic types of folding. Materials were created by visualizing the folding machine in 3D and animating the motion, deformation of the paper in the folding process. Using interactive application approach detailed information is presented about the main parts of the machine.

Keywords: 3D visualization, folding, e-learning

1. UVOD

Istraživanja predstavljaju mogućnosti prikaza savijanja u okviru projekata za učenje na daljinu, pri čemu akcenat se stavlja na proces dobijanja prevoja i na detaljne informacije o elementima mašine za savijanje. Razmatrano je nekoliko karakterističnih tipova savijanja u grafičkim procesima i sprovedena je analiza kretanja tabaka u mašini za savijanje tipa Horizon AFC-546AKT. Na osnovu zapažanja analize se vršilo definisanje kretanja karakterističnih tačaka papira u trodimenzionalnom prostoru za vizuelizaciju procesa savijanja. Pored vizuelizacije kretanja papira potrebno je bilo izvršiti vizualizaciju mašine za savijanje. Vizualizacija mašine je bila važan momenat za kasniji razvoj adekvatnog dela interaktivne aplikacije za prezentaciju informacije o ključnim delovima mašine. Izrada materijala za vizuelizaciju je bila ključna za integraciju potrebnog sadržaja u interaktivnu softversku aplikaciju. Cilj je bio razvoj interaktivne softverske aplikacije nezavisno od operacionih sistema, sa jednostavnim rukovanjem aplikacijom, pružanje jednoznačne informacije o elementima mašine i jasan prikaz procesa savijanja su bili određujući faktori cilja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragoljub Novaković, red.prof.

2. UČENJE NA DALJINU**2.1. Uvod**

Mnogo pre nego što je pokrenut internet razni kursevi obrazovanja na daljinu sa različitim temama za razvoj raznih veština su bili prisutni studentima. Sa pojavom personalnih računara i internet mreža u drugoj polovini 20 veka, dolazi do proširenja metode isporuke i palete dostupnih resursa za učenje na daljinu. Ljudi su stekli pristup programima koji im nude mogućnost usvajanja diplome preko online kurseva, dobili su priliku za obogaćivanje svojih života pomoću usvojenog znanja. U sadašnje vreme sve više ljudi prepoznaju prednosti koje pruža e-learning [1].

U poslednjoj deceniji došlo je do velikog širenja platformi, proizvoda i obrazovnih resursa kroz pojave platformi za visoko obrazovanje MOOC (Massive Open Online Courses), Khan Academy za K-12 i porasta e-learning mogućnosti za radnu snagu korišćenjem interneta za neformalno učenje. Ovo napredovanje je omogućilo smanjenje obrazovnih barijera sa aspekta pristupačnosti, obima, sinhronovanosti sadržaja i slično [2].

2.2. E-Learning

Mnoge organizacije i institucije koriste e-learning u svom planu nastave, pošto prikazuje isti nivo efektivnosti kao tradicionalna nastava u datim situacijama [3].

Kod tradicionalne metode nastave najveći napor uloži se za izvođenje nastave, dok kod e-learning projekata najveći napor se mora uložiti za konstrukciju i razvijanje struktuiranih materijala, koji moraju biti samostalni i spremni za višestruko iskorišćenje bez potrebe za prilagođavanjem u toku rada. Razvoj plana za e-learning podrazumeva veće troškove u odnosu na pripremu za tradicionalne metode nastave, izuzetno kada e-learning sadrži složene multimedijalne elemente i kada nivo interaktivnosti je visok. Međutim troškovi distribucije informacije za e-learning su uporedno manji u odnosu na ukupne troškove za tradicionalnu nastavu. E-learning daje mogućnost uključivanja velikom broju zainteresovanih pojedinaca, pošto pruža alternativu osobama koji imaju poteškoće pohađanja tradicionalne nastave zbog ličnih razloga.

E-learning ima cilj da razvija različite veštine, kao što su:

- kognitivne veštine,
- interpersonalne veštine,
- psihomotorne veštine.

Oblast kognitivnih veština pokazuje najveći kompatibilnost sa metodama u okviru e-learning projekata. Unutar kognitivne oblasti veštine razmišljanja zahtevaju više interaktivne akcije, pošto te veštine

najviše napreduju preko "prakse". Istraživanja prikazuju da ljudi bolje uče iz nastave, koja sadrži oba elementa reči (izgovorene ili štampane) i slike u odnosu na nastavu, koja sadrži samo reči [4].

Korišćenjem modela instrukcionog dizajna možemo odrediti aktivnosti, koje daju smernice za razvoj e-learning projekata. Dizajn obuke je sistematično razvijanje specifičnosti korišćenjem nastavne teorije za obezbeđenje kvaliteta obuke. Adaptacija postojećih modela shodno specifičnim potrebama predstavlja pametno rešenje u odnosu na kretanje razvojem bez plana, međutim mora postojati fleksibilnost za izbor i adaptaciju modela prema datoj situaciji. Kod e-learning projekata dizajnom obuke se kreira doživljaj učenja, koji proizvodi promene u znanju i ponašanju studenata uvođenjem multimedije. Dizajnu je dodat još jedan sloj kompleksnosti, ali su takođe predstavljene nove mogućnosti za kreiranje doživljaja učenja, koji promovišu promene.

3. KONCEPT UČENJA O SAVIJANJU MATERIJALA

3.1. Uvod

Savijanje je operacija završne grafičke obrade u okviru grafičke proizvodnje koju izučava grafička tehnologija. Prema osnovnoj definiciji savijanje je previjanje papirnih traka ili tabaka, duž prave linije prema utvrđenim merama i šemama [5].

Realizacija savijanja se izvodi ručno i mašinski. Ručnim savijanjem se vrši obrada manjih tiraža, pri čemu se koristi ručni alat za savijanje. Mašinsko savijanje ima poseban značaj kada govorimo o savijanju većih tiraža u okviru industrijskog procesa. Cilj savijanja je da konvertuje tabake štampanog papira u oblik kojim može da se rukuje direktno, sakuplja ili bude obrađen u daljim procesima završne grafičke obrade. Prema osnovnim metodama za imenovanje savijenih tabaka potrebno je navoditi broj strana koji sadrži savijeni tabak, broj prevoja i tip savijanja, na primer 6 stranično cik-cak savijanje sa 2 prevoja. U slučaju kada plano tabak se savija prema više tipova savijanja, to se navodi u redosledu izvođenja operacija, na primer 12 stranično kombinovano savijanje, 2 prevoja prema cik-cak savijanju i 1 prevoj poprečno [6].

3.2. Principi mašinskog savijanja

Principe za mašinsko savijanje možemo podeliti prema načinu za formiranje prevoja [6]:

- princip savijanja nožem,
- princip savijanja džepom,
- princip savijanja levkom,
- princip savijanja na doboš.

Principi savijanja nožem i džepom su korišćeni kod savijanja tabaka, dok savijanje levkom i na doboš se primenjuju u procesu savijanja papirne trake. Kod principa savijanja džepom transportni sistem vodi papir do para povlačnih cilindara. Povlačni par cilindara hvata za prednju ivicu i počinje uvlačiti papir u modul za savijanje. Prednja ivica papira ulazi u džep i kreće se do graničnika. Na graničniku prednja ivica papira se zaustavlja, ali povlačni par cilindara nastavlja uvlačiti ostatak papira u modul. Pošto ostatak papira ne može ulaziti u džep stvara se nabor papira, kada taj nabor postane dosta veliki, sledeći par valjaka za savijanje hvata materijal i počinje povlačiti papir, pri čemu zbog malog

razmaka između para valjaka za savijanje se dešava deformacija materijala, čime se dobija linija savijanja. Kod principa savijanja nožem transportni sistem vodi papir do graničnika gde se papir zaustavlja. U tom momentu spušta se nož za savijanje. Spuštanjem noža vrši se potiskivanje dela papira između para povlačnih valjaka. Valjci hvataju materijal i počinju uvlačiti papir. Papir nastavlja kretanje i zbog malog razmaka između povlačnih valjaka vrši se deformacija materijala. Mesto deformacije je linija savijanja. Kod principa savijanja levkom papirna traka kreće brzinom štampe, nailazi na levak gde počinje savijanje. Papirna traka prati oblik levka zbog napregnutosti trake. Kod uskog dela levka nalazi se par valjaka za fiksiranje linije savijanja. Princip savijanja na doboš koristi se za unakrsno savijanje papirne trake, razdvajanjem trake na plano tabake.

3.3. Tipovi mašina za savijanje

Mašine za savijanje razlikujemo prema primenjenom principu za savijanje papirnog materijala. Pored toga, zavisno od proizvođača, mašine za savijanje mogu imati različite konfiguracije i tehničke specifikacije, na primer ulazna širina papira.

Mašine za savijanje mogu biti [5]:

- mašine za savijanje džepovima,
- mašine za savijanje nožem,
- kombinovane mašine za savijanje.

Mašine za savijanje džepovima, rade isključivo prema principu savijanja džepom. Modularna konstrukcija mašine omogućuje proizvoljan raspored pojedinih modula prema potrebama savijanja.

4. PRIPREMA ZA RAZVOJ INTERAKTIVNOG SOFVERSKOG REŠENJA

4.1. Pregled istraživanja

U okviru rada su posmatrane karakteristike mašine Horizon AFC-546AKT i operacije savijanja od značaja za razvoj e-learning sadržaja o operacijama savijanja u grafičkim procesima i odnose se na realizaciju interaktivnog softverskog rešenja.

Analizom mašine su dobijeni podaci o obliku i funkcionalnosti sastavnih delova mašine. U kasnijim fazama vizualizacije mašine na osnovu usvojenih informacija je vršeno modelovanje 3D oblika mašine, izrada materijala i određivanje kretanja elemenata.

Razmatrano je 9 karakterističnih tipova savijanja u grafičkim procesima za mašinu Horizon AFC-546AKT su određene ključne informacije za razvoj sadržaja vizuelizacijom operacija savijanja. Analiza procesa savijanja je obuhvatila one parametre koji se odnose na kretanje papirnog materijala u procesu.

Određivanjem tačnog oblika materijala u mašini u funkciji od vremena su dobijene ključne informacije za kasniji razvoj vizuelizacije kretanja papira.

4.2. Karakteristike mašine Horizon AFC-546AKT

Horizon AFC-546AKT predstavlja poluautomatsku mašinu za savijanje. Sastoji se od jedinice za ravno ulaganje otvorenih tabaka, ulazne jedinice, modula za paralelno savijanje sa 6 džepova, modula za savijanje nožem, modula za paralelno savijanje ispod noža sa 2 džepa i jedinice za izlaganje savijenih tabaka.

Džepovi i nož mašine se uključuju ili isključuju po potrebi, prema tipu savijanja tabaka. Isključivanje

nepotrebnih džepova iz procesa savijanja vrši se aktivacijom deflektora, koji su integrisani sa graničnicima džepova. Aktivacija i deaktivacija deflektora vrši se preko prostog mehanizma [7].

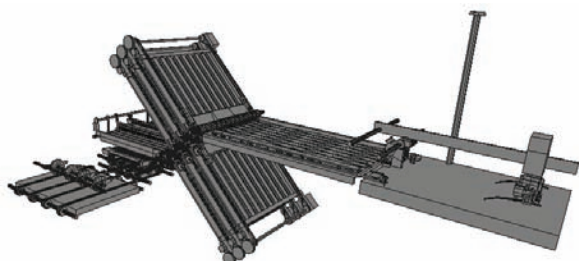
5. RAZVOJ INTERAKTIVNOG SOFTVERSKOG REŠENJA

5.1. Modelovanje

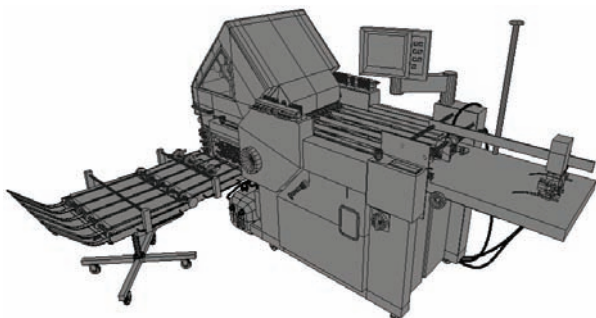
Konstrukcija i oblikovanje elemenata u 3D prostor su bili izvršeni u više koraka prema složenosti izgleda. Kod svakog elementa početni jedinični oblik je bio oblik kocke ili cilindra. Kako korišćena aplikacija, 3D Studio Max vrši vizualizaciju elemenata pomoću ivice i poligona, tako poligoni, ivice zajedno sa i verteksima, tj. tačkama objekta koji opisuju karakteristične pozicije oblika, su sastavni elementi svakog objekta. Ivce su linije koje spajaju susedne tačke, a ivice nekog zatvorenog oblika formiraju poligone.

Za izradu delova i segmanata mašine je korišćena poligonalna metoda modelovanja. Poligonalna metoda se ogleda u formiranju skupa poligona u okviru objekta koji čine površinu elemenata.

Modeli elemenata mašine su bili formirani modifikacijom standardnih 3D primitiva. Pre modifikacije je bilo potrebno pretvoriti primitive u adekvatnu formu za modifikaciju. Forme u 3D Studio Max aplikaciji, koje dozvoljavaju modifikaciju oblika su *Edit Mesh* i *Edit Poly*. Nakon pretvaranja standardnih 3D primitiva u *Edit Poly* je bila izvršena obrada mreže poligona i dodavanje detalja sa ciljem dobijanja konačnog modela (Slika 1 i 2).



Slika 1 - 3D model funkcionalnih delova



Slika 2 - 3D model mašine za savijanje

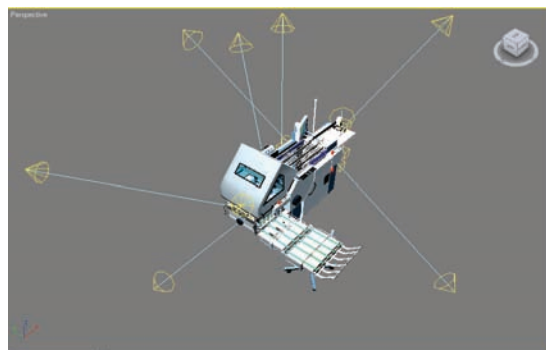
Papir u vizuelizaciji procesa je ravan objekat koji treba da dozvoljava deformaciju oblika prilikom kretanja kroz mašinu prema definisanoj putanji. Kada se kreira papir (kao objekat) za paralelno savijanje, dovoljno je podeliti ravan papira na više poligona po dužini. Za unakrsno savijanje je međutim neophodno podeliti papir (kao objekat) po obe dimenzije za adekvatnu vizuelizaciju prolaza papira kroz mašinu pomoću kretanja kontrolnih elemenata. Mrežna raspodela kontrolnih elemenata daje

tačan opis putanji tačaka papira, ali izaziva poteškoće zbog velike količine podataka koji su potrebni za opis kretanja papira kao objekta.

5.2. Materijali, svetla i render

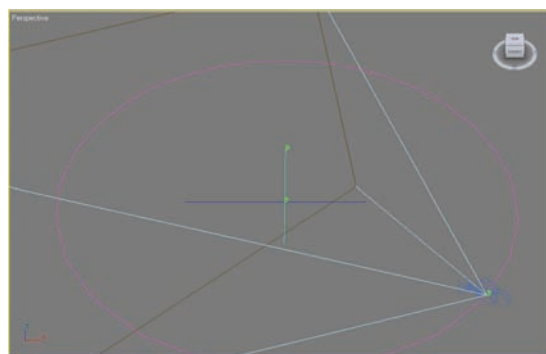
Kada su elementi prikaza dobili odgovarajući oblik, potrebno je im dodeliti i odgovarajući materijal. Materijali su zaduženi za opis površinskih karakteristika objekata. Oni su pripremljeni u *Materijal Editor* okviru i dodeljeni poligonima objekta. Za pravilan prikaz materijala kod svakog poligona potrebno je obratiti pažnju na više faktora prilikom izrade i dodele materijala.

Za uniformno osvetljavanje scene je korišćeno 9 svetala. Svetla su međusobne instance, to jest dele zajedničke karakteristike. Ovo rešenje je korisno za uniformno osvetljenje jer podešavanjem jednog *Lights* objekta se mogu podešavati sva svetla. Scena se osvetljava usmerenim svetlima sa više strana i to tako da svetlosni zraci padaju na površinu modela koso, tj. pod uglom u odnosu na ravan površine (Slika 3).



Slika 3 - Osvetljavanje scene

Scena je renderovana korišćenjem jedne kamere (Slika 4), čije kretanje je ograničeno na kretanje po horizontalnim i vertikalnim vodičima. Vođice kamere su 2D objekti linijskog ili kružnog oblika.



Slika 4 - Kamera scene sa kontrolnim objektima

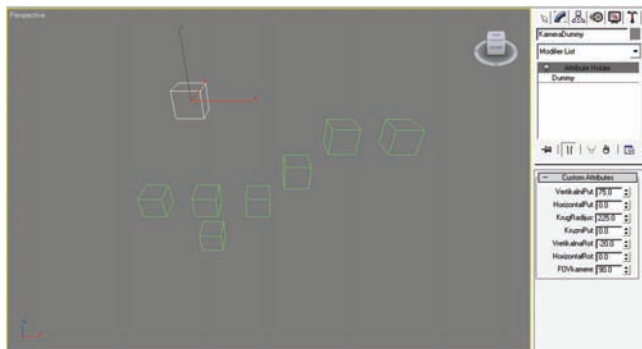
Za render scene je izabran MentalRay renderer, koji renderuje sliku kamere u rezoluciji od 450x720px, odnos strane je 1.6. Uključene su opcije omekšavanja senke, *Ray Trace* refrakcije i *Ray Trace* refleksije.

5.3. Vizuelizacija

Scena sadrži dve grupe kontrolnih elemenata. U prvu grupu spadaju kontrolni elementi za regulisanje kretanja objekata modela, dok su u drugu grupu svrstani centralni kontrolni elementi za regulaciju pokretnih kontrolnih elemenata.

Kontrolni elementi za kretanje se sastoje od *Helper* (pomoćnih) i *Bone* (kostur) objekta, koji regulišu poziciju i/ili orijentaciju pokretnih delova modela.

Centralni kontrolni elementi su *Dummy* objekti kojima je dodeljen *Attribute Holder Modifier*, koji služi za kolekciju parametara (Slika 5). U 3D Studio Max-u postoje mogućnosti kreiranja različitih parametara za regulaciju stanja scene na programiran način. Korišćenjem *Wire* parameter opcije vršeno je povezivanje novih parametara u *Attribute Holder*-u sa adekvatnim parametrima kontrolnih elemenata za kretanje.



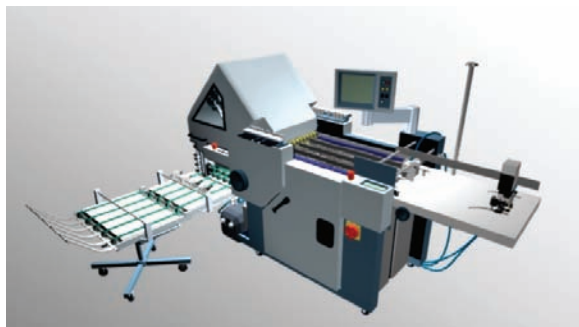
Slika 5 - Centralni kontrolni elementi

Vizuelizacija mašine i kamere je vršena podešavanjem parametara centralnih kontrolnih elemenata. Formiranjem *Key* elemenata su skladišteni podaci o animiranim parametrima. Ova radnja je bila izvršena u više kadrova u skladu sa razmatranjima o procesu savijanja za definisanje kretanja pokretnih delova mašine i kamere.

Pomoću *MaxScript* opcije u 3D Studio Max-u je bilo određeno kretanje kontrolnih objekata modela papira definisanjem karakterističnih pozicija u funkciji od vremena. Svaka promena pozicije kontrolnih objekata je bila snimljena u *Key* elemente za dobijanje kretanja u procesu savijanja. U zavisnosti od tipa savijanja kretanje kontrolnih objekata je različito, što rezultovalo različite dužine vizuelizacije.

5.4. Flash aplikacija

Interaktivna softverska aplikacija je razvijena korišćenjem Adobe Flash programa sa osnovnim ciljem postavljanja odgovarajućeg okruženja za interaktivni prikaz informacija. U toku razvoja nezavisnost od operacionih sistema, jednostavno rukovanje, pružanje ključne informacije o elementima mašine i adekvatna prezentacija procesa savijanja su bili određujući faktori. Sadržaj aplikacije uključuje izgled mašine nakon vizualizacije (Slika 6), informacije o delovima mašine i video materijale za prezentaciju procesa savijanja.



Slika 6 - Izgled mašine nakon vizualizacije

Spoljašne XML datoteke igraju ključnu ulogu kod brojnih funkcionalnih delova aplikacije, one sadrže neophodne informacije za regulisanje unutrašnjih parametara softvera. Ovo rešenje obezbeđuje fleksibilnost aplikacije za promenu sadržaja po potrebi bez korišćenja Adobe Flash programa. Softverska aplikacija je kompatibilna sa internet tehnologijama i po potrebi se može integrisati u HTML stranice.

6. ZAKLJUČAK

Realizacija ovog istraživanja je bila usmerena ka izradi interaktivne aplikacije za prezentaciju video materijala o procesu savijanja i pružanje ključnih informacija o funkcionalnim delovima mašine Horizon AFC-546AKT.

Izrada sadržaja i okruženja u kojima se sadržaj prikazuje su bili izazovi u okviru razvoja aplikacije. Virtualni trodimenzionalni prostor se pokazao odgovarajućim za pripremu video zapisa o savijanju i slike o mašini, jer u traženoj meri može prikazati mašinu i koncept mašinskog savijanja. Okruženje za prikaz sadržaja je složena funkcionalna celina, čiji elementi su usko povezani preko svojih uloga. Adekvatno definisanje uloge elemenata je bilo ključno za postizanje tražene funkcionalnosti.

Sadržaj i funkcionalnost aplikacije će kasnije zajedno doprineti usvajanju znanja korisnika o mašinskom savijanju. Razvojem ove interaktivne aplikacije je ponuđen jedan snažan alat, koji pruža pomoć u razumevanju pojmova savijanja grafičkih materijala.

7. LITERATURA

- [1] R. Gogos, (2013), A brief history of e-learning, [Online] Dostupno na: blog.elearning.net/2013/08/a-brief-history-of-elearning-infographic.html [Pristupljeno: 07.07.2014]
- [2] D. M. Russell, J. J. Williams, R. F. Kizilcec, S. R. Klemmer, (2014), Learning Innovation at Scale, CHI 2014, Apr 26 - Maj 01 2014, Toronto, ON, Kanada
- [3] B. Ghirardini, (2011), E-learning methodologies : guide for designing and developing e-learning courses, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italija
- [4] C. Turner, (n.d.) 10 Things Every Instructional Designer Needs to Know from Cognitive Psychology, Cindy Turner Consulting
- [5] D. Novaković, (2004), Završna grafička obrada, Grafičko inženjerstvo i dizajn, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Republika Srbija
- [6] R. Zimmer, (2008), Druckweiterverarbeitung, Bundesverband Druck und Medien
- [7] Horizon, (n.d.), AFC-546AKT Cross Folder User's Manual, Horizon International Inc., Kyoto, Japan

ADRESA AUTORA ZA KONTAKT

Szalkai Szabolcs
szsz4lk41@gmail.com

Prof. Dragoljub Novaković
novakd@uns.ac.rs

Pál Magdolna
apro@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

UTICAJ TOPLOTNOG DEJSTVA NA KVALITET OTISAKA ODŠTAMPANIH INK JET TEHNIKOM ŠTAMPE NA TEKSTILNE PODLOGE**THE INFLUENCE OF THERMAL EFFECTS ON THE QUALITY OF THE IMPRINTS PRINTED BY INKJET PRINTING TECHNOLOGY ON TEXTILE SUBSTRATES**

Emilija Repaši, Nemanja Kašiković, Ivana Jurič, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu se prikazuju istraživanja uticaja toplotnog dejstva na kvalitet otiska na tekstilnim materijalima štampanim digitalnom Ink Jet tehnikom štampe. Za proces otiskivanja korišten je grafički sistem Epson Stylus Pro 4880. Samo istraživanje je obuhvatilo analizu uticaja toplotnog dejstva na tri tipa tekstilnih podloga za štampu, koji su imali isti sirovinski sastav, a različitu površinsku masu. Uzorci podvrgnuti ovom tretmanu analizirani su spektrofotometrijski, kao i analizom slike pomoći ImageJ kako bi se utvrdilo koliko je izlaganje ovom procesu izazvalo promene u kvalitetu otiska.

Abstract – This paper presents the research of influence of thermal effects on the quality of the print on textile materials printed with digital Ink Jet technology, using Epson Stylus Pro 4880 printing machine. This study included an analysis of the influence of thermal effects on three types of textile samples, which were the same fiber composition and a different surface mass. Samples were subjected to this treatment and analysed with spectrophotometric measurements and image analysis with ImageJ software to determine how much this exposure caused a change in the quality of the imprint.

Glavne reči: Ink Jet štampa, tekstil, toplotno dejstvo, razlika boje, oštrina štampe

1. UVOD

Primena digitalnih tehnika štampe, tj. Ink Jet-a na tekstilu je sve popularnija.

Velike prednosti Ink Jet-a jesu širok opseg boja, direktna štampa na podlogu, štampa velikih formata, skraćeno vreme pripreme za štampu, velika rezolucija štampe, uslovno rečeno neograničene mogućnosti dizajna, kao i smanjena količina otpadnih materija koja nastaje tokom procesa štampe [1]. Kvalitet digitalne štampe na tekstilu zavisi od formulacije boje, interakcije između boje i podloge kao i tretmani podloge pre i posle štampe [2].

Tekstilni materijali su svakodnevno izloženi različitim vremenskim spoljnim uticajima kao što su uticaj svetlosti, vremenski uslovi, pranje, toplotno dejstvo itd.

Ukoliko se obrati pažnja na toplotni tretman moglo bi se istaći da je to veoma uticajan faktor prvenstveno zbog toga što toplota deluje kako na odštampanu boju tako i na tekstilna vlakna podloge na koju se otiskuje. Posledica

toga je da dolazi do promene obojenja, strukturne promene tekstilne podloge, kao i samih boja na otisku [3]. Zbog toga dolazi do promene kvaliteta otiska, odnosno kolorimetrijskih vrednosti odštampanih boja, pri čemu treba težiti da te promene budu što manje.

Kako bi se te dobijene vrednosti kvantifikovale u procesu kontrole kvaliteta se koriste instrumentalna tj. spektrofotometrijska merenja. Spektrofotometrijskim merenjima se dobijaju CIE Lab koordinate uzoraka, a na osnovu dobijenih vrednosti može se izračunati razlika boja između analiziranih uzoraka i dobiti objektivni podaci o kvalitetu reprodukcije [4].

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Cilj eksperimentalnog dela jeste da se proverí u kojoj meri toplotno dejstvo utiče na kvalitet štampe na otisak koji je odštampan Ink Jet tehnologijom na tekstilnom materijalu. U cilju dobijanja što realnijih rezultata menjani su određeni uticajni faktori:

- broj nanosa boje,
- broj toplotnih dejstava i
- različitost podloge za štampu.

2.1. Uređaji i materijali korišteni u eksperimentu

Kako bi se dobili što merodavniji rezultati u istraživanju su korištene tri vrste podloge za štampu, koje su imale isti sirovinski sastav – 100% pamuk, koji je utvrđen procedurom definisanom standardom SRPS F.S2.112. Površinska masa je utvrđena standardom SRPS F.S2.01 i iznosila je za prvi uzorak 110 g/m², drugi uzorak 210 g/m², i treći uzorak 190 g/m².

Za analizu uticajnog faktora toplotnog dejstva pripremljena je test karta koja se sastojala iz četiri polja, veličine 7x7 mm, sa pokrivenošću od 100% tonalnih vrednosti cijan, magente, žute i crne boje, a kako bi se utvrdila oštrina štampe test karta je sadržala i linije debljine 2 pt i dužine 10 mm u crnoj procesnoj boji.

Proces štampe je izvršen tehnikom Piezo Ink Jet šampe, pomoću uređaja Epson Stylus Pro 4880 (boje na vodenoj bazi), pri čemu je test karta odštampana sasa jednim, dva i tri nanosa boje. Nakon procesa štampe boja je fiksirana na podlogu toplotnim dejstvom pomoću toplotne prese Hix HT600P.

Nakon procesa štampe izvršena je spektrofotometrijska analiza uzoraka pomoću mernog uređaja TECHKON SpectroDens, koji je imao sledeća podešavanja: osvetljenje D₅₀, merna geometrija 0/45°.

Nakon ovih merenja uzorci su izlagani tri puta toplotnom dejstvu pomoću toplotne prese Hix HT600P, pri

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio docent dr Nemanja Kašiković.

temperaturi od 110 °C u trajanju od jednog minuta. Spektrofotometrijska merenja uzoraka vršena su nakon svakog toplotnog dejstva.

Kvalitet reprodukcije boja je analizirana merenjem CIE Lab koordinata punih tonova cijan, magente, žute i crne boje, pri čemu je određena razlika izmerenih reprodukovanih boja (ΔE) između uzoraka nakon štampe i nakon svakog toplotnog dejstva.

Kako bi se proverila oštrina štampe korišten je softver ImageJ, koji je imao podešavanja tolerancije 60 i gde je utvrđeno da u jednom cm ima 250 piksela. Pomoću njega je merena površina i obim linije nakon štampe, kao i posle svakog toplotnog dejstva.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati spektrofotometrijskih merenja predstavljeni su u tabelama 1-4. U ovim tabelama predstavljene su izmerene vrednosti CIE Lab koordinata, kao i razlike boja (ΔE) između uzoraka nakon izlaganja toplotnog dejstva i procesa štampe. Radi lakšeg poređenja prikazani su rezultati za cijan, magentu, žutu i crnu procesnu boju posebno za sva tri uzorka.

Preko tabela se može videti na koji način toplotna dejstva utiču na uzorke. Rezultate razlike boje, karakteriše to da se nakon delovanja toplotnog dejstva dešavaju neke promene, ali one nemaju svoj trend odnosno nisu konstantne. Najmanja vrednost razlike boje se javlja kod drugog uzorka, u cijan mernom polju, pri prvom nanosu

boje i pri prvom toplotnom dejstvu, gde razlika boje iznosi 0,11.

Najveća vrednost razlike boje se javlja kod prvog uzorka, u crnom mernom polju, pri trećem nanosu boje i prvom toplotnom dejstvu, gde razlika boje iznosi 2,14. To znači da je razlika boje mala i da je može primetiti samo iskusno oko [5].

Nakon svakog merenja razlike boje, pomoću programa ImageJ je izmerena površina i obim linije debljine od 2 pt i dužine 1 cm.

Dobijeni rezultati su grafički prikazani na slikama 1-6 gde se na svakom grafikonu nalaze rezultati za svaki uzorak posebno, za obim i površinu.

Za grafikone za površinu i obim su date granične vrednosti koje za površinu iznose 0,07 cm², a za obim 2,14 $\approx$ 2 cm. Ove vrednosti su utvrđene na osnovu proračuna površine i obima za liniju debljine 0,07 cm i dužine 1 cm, odnosno te vrednosti predstavljaju idealnu površinu i obim.

Prilikom ovih merenja je utvrđeno da najmanju površinu ima drugi uzorak, pri trećem nanosu i trećem toplotnom dejstvu i iznosi 0,081 cm².

Generalno prilikom analize ovih rezultata nije utvrđeno nikakvo pravilo kako toplotna dejstva utiču na oštrinu štampe.

Takođe je utvrđeno da su obim i površina u blagom porastu u odnosu na idealne mere, koje za obim iznose 2,14 cm, a za površinu 0,07 cm².

Tabela 1. Rezultati spektrofotometrijskih merenja za uzorke odštampane cijan bojom

cijan		uzorak 1				uzorak 2				uzorak 3			
		L*	a*	b*	ΔE	L*	a*	b*	ΔE	L*	a*	b*	ΔE
nanos 1	t0	62,33	-14,99	-33,94	/	65,69	-16,37	-35,52	/	63,03	-18,49	-38,08	/
	t1	62,22	-15,44	-34,35	0,62	65,66	-16,47	-35,55	0,11	63,61	-18,00	-37,53	0,94
	t2	62,79	-15,64	-34,37	0,90	65,31	-16,71	-35,82	0,59	63,39	-18,42	-37,88	0,42
	t3	62,40	-14,82	-32,96	1,00	65,23	-16,74	-35,63	0,60	62,68	-18,54	-38,11	0,35
nanos 2	t0	52,88	-15,82	-39,25	/	56,01	-16,22	-41,50	/	56,61	-15,81	-41,34	/
	t1	53,14	-15,98	-38,57	0,75	55,67	-16,02	-41,19	0,50	57,02	-15,88	-41,31	0,42
	t2	53,51	-15,88	-38,89	0,73	55,80	-16,06	-41,06	0,51	56,65	-15,70	-41,00	0,36
	t3	53,58	-15,90	-38,42	1,09	56,30	-15,81	-40,63	1,00	56,38	-15,71	-40,90	0,51
nanos 3	t0	47,53	-14,94	-42,73	/	49,92	-15,33	-44,66	/	49,71	-16,02	-44,84	/
	t1	47,49	-15,02	-43,46	0,74	50,36	-15,20	-44,27	0,60	49,61	-15,78	-44,73	0,28
	t2	47,12	-14,64	-42,46	0,58	50,69	-15,23	-44,25	0,88	49,38	-15,90	-44,81	0,35
	t3	47,45	-15,00	-43,29	0,57	49,92	-15,32	-44,48	0,18	49,85	-15,75	-44,66	0,35

Tabela 2. Rezultati spektrofotometrijskih merenja za uzorke odštampane magenta bojom

magenta		uzorak 1				uzorak 2				uzorak 3			
		L*	a*	b*	ΔE	L*	a*	b*	ΔE	L*	a*	b*	ΔE
nanos 1	t0	65,78	35,88	-7,50	/	69,29	39,24	-8,88	/	66,96	41,22	-9,30	/
	t1	66,16	35,79	-7,21	0,49	69,24	39,07	-8,66	0,28	67,39	40,79	-9,27	0,61
	t2	65,73	36,05	-7,12	0,42	69,58	38,85	-8,47	0,64	67,64	40,85	-9,25	0,78
	t3	66,32	34,90	-6,65	1,41	69,35	38,52	-8,38	0,88	67,01	41,00	-9,04	0,34
nanos 2	t0	59,22	46,33	-4,25	/	61,31	47,18	-5,02	/	59,28	50,66	-5,40	/

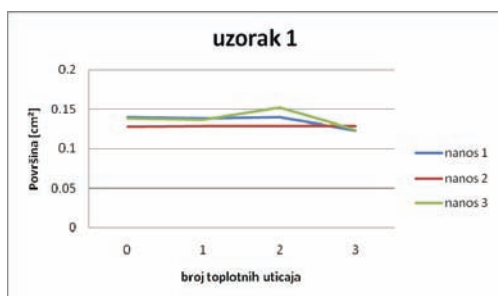
nanos 3	t1	59,14	45,22	-3,77	1,21	61,58	46,54	-4,68	0,77	60,05	51,25	-5,41	0,97
	t2	59,38	45,46	-3,52	1,15	61,64	47,10	-4,55	0,54	59,59	51,02	-5,31	0,48
	t3	59,14	46,54	-3,44	0,84	61,44	46,36	-4,61	0,93	59,51	50,74	-5,10	0,25
	t0	53,49	53,59	-2,10	/	55,60	55,70	-0,69	/	55,01	56,35	-1,42	/
	t1	53,88	53,68	-1,73	0,55	55,42	55,32	-0,40	0,51	55,15	56,47	-1,26	0,24
	t2	52,88	53,09	-1,44	1,03	55,22	55,31	-0,47	0,59	55,01	56,35	-1,27	0,15
	t3	52,84	53,13	-1,23	1,18	55,47	55,30	-0,44	0,49	54,88	56,16	-1,04	0,44

Tabela 3. Rezultati spektrofotometrijskih merenja za uzorke odštampane žutom bojom

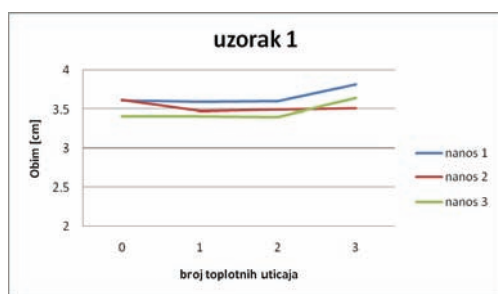
žuta		uzorak 1				uzorak 2				uzorak 3			
		L*	a*	b*	ΔE	L*	a*	b*	ΔE	L*	a*	b*	ΔE
nanos 1	t0	83,18	-5,68	51,32	/	88,58	-7,08	62,99	/	87,61	-6,90	63,54	/
	t1	83,57	-5,67	50,76	0,68	88,55	-7,08	62,94	0,06	87,90	-6,89	63,61	0,30
	t2	83,02	-5,57	51,28	0,20	88,08	-7,21	62,85	0,54	88,65	-6,89	64,09	1,18
	t3	83,09	-5,68	51,07	0,27	89,06	-7,22	63,86	1,00	87,45	-6,94	64,13	0,61
nanos 2	t0	83,88	-4,84	72,70	/	87,06	-5,37	75,66	/	87,48	-4,82	76,88	/
	t1	83,26	-4,80	71,85	1,05	87,09	-5,40	75,58	0,09	87,07	-4,90	76,53	0,54
	t2	83,63	-4,69	71,21	1,52	87,11	-5,43	75,33	0,34	86,52	-4,91	76,28	1,14
	t3	82,75	-4,77	71,98	1,34	86,93	-5,21	75,62	0,21	86,52	-4,89	76,21	1,17
nanos 3	t0	82,85	-3,19	76,46	/	86,68	-3,39	86,54	/	85,72	-3,04	84,45	/
	t1	82,41	-3,23	77,17	0,84	86,58	-3,42	86,64	0,14	85,96	-3,18	84,43	0,28
	t2	82,63	-3,17	75,78	0,71	86,55	-3,50	86,33	0,27	85,90	-3,10	85,09	0,67
	t3	82,40	-3,21	77,51	1,14	85,83	-3,59	86,01	1,02	84,84	-3,21	84,28	0,91

Tabela 4. Rezultati spektrofotometrijskih merenja za uzorke odštampane crnom bojom

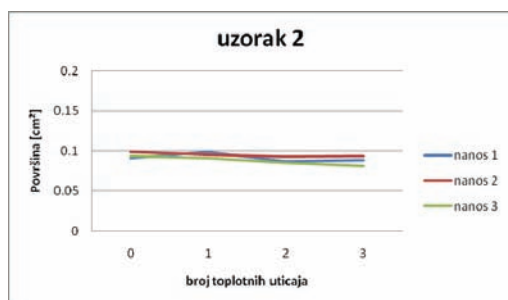
crna		uzorak 1				uzorak 2				uzorak 3			
		L*	a*	b*	ΔE	L*	a*	b*	ΔE	L*	a*	b*	ΔE
nanos 1	t0	36,70	-3,23	0,03	/	38,01	-3,12	-0,98	/	35,59	-2,68	-1,12	/
	t1	37,54	-3,25	-0,28	0,90	37,15	-3,26	-0,88	0,88	35,69	-2,90	-1,21	0,26
	t2	37,38	-2,97	-0,02	0,73	37,54	-3,30	-0,82	0,53	35,65	-2,86	-1,38	0,32
	t3	37,63	-3,06	-0,15	0,96	37,26	-3,29	-0,61	0,85	35,51	-2,69	-1,07	0,09
nanos 2	t0	28,07	-2,45	-0,64	/	33,14	-2,94	-0,41	/	27,32	-1,95	-1,00	/
	t1	28,67	-2,30	-0,51	0,63	33,16	-3,27	-0,46	0,43	27,40	-2,03	-1,18	0,21
	t2	28,69	-2,49	-0,65	0,62	32,99	-3,22	-0,48	0,33	27,67	-1,94	-1,15	0,38
	t3	28,37	-2,56	-0,51	0,34	32,66	-3,30	-0,46	0,60	27,19	-1,91	-1,13	0,78
nanos 3	t0	24,20	-2,08	-2,01	/	24,21	-2,36	-0,86	/	22,61	-1,40	-1,20	/
	t1	26,30	-2,08	-1,59	2,14	24,13	-2,47	-0,83	0,14	23,23	-1,29	-1,37	0,65
	t2	25,01	-1,74	-1,57	0,98	24,28	-2,47	-0,80	0,14	23,32	-1,50	-1,44	0,76
	t3	24,89	-1,88	-1,30	1,01	23,59	-2,38	-0,76	0,63	23,19	-1,31	-1,43	0,63



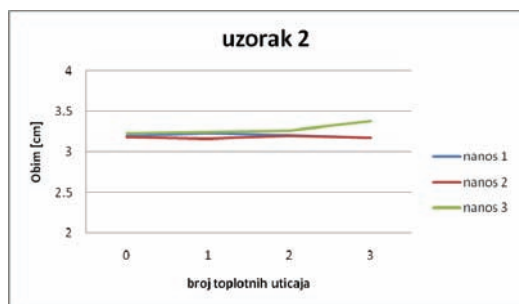
Slika 1. Grafički prikaz dobijenih rezultata za površinu linije debljine 2 pt (uzorak 1)



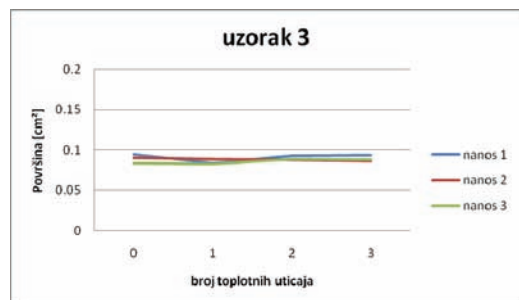
Slika 2. Grafički prikaz dobijenih rezultata za obim linije debljine 2 pt (uzorak 1)



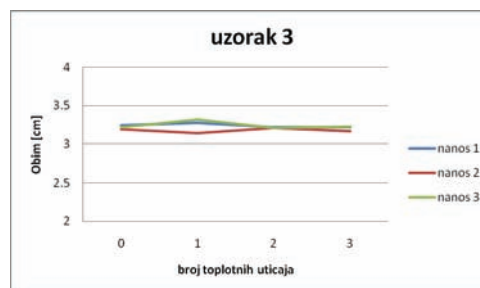
Slika 3. Grafički prikaz dobijenih rezultata za površinu linije debljine 2 pt (uzorak 2)



Slika 4. Grafički prikaz dobijenih rezultata za obim linije debljine 2 pt (uzorak 2)



Slika 5. Grafički prikaz dobijenih rezultata za površinu linije debljine 2 pt (uzorak 3)



Slika 6. Grafički prikaz dobijenih rezultata za obim linije debljine 2 pt (uzorak 3)

4. ZAKLJUČAK

Odštampani uzorci su podvrgnuti toplotnom dejstvu, kako bi se utvrdilo kako ono utiče na kvalitet reprodukcije boje. Analizirani uzorci su se razlikovali prema boji (cijan, magenta, žuta i crna), kao i prema broju nanosa na podlogu i samih podloga, dok je sirovinski sastav materijala na kome je izvršen proces štampe, ako i toplotno dejstvo bio nepromenljiv parametar. Generalno, za sve uzorke i sva ispitivanja važi da uticaj temperature utiče na kvalitet i oštrinu štampe, ali se ne može tačno utvrditi na koji način, za to su potrebne detaljnije analize uzoraka.

Kako bi se dobili što precizniji rezultati koji u potpunosti opisuju kvalitet štampe, jer reprodukcija boja nije jedini parametar za proveru kvaliteta otiska [6], isti eksperiment bi se trebao ponoviti, ali i na druge attribute kvaliteta kako bi se u potpunosti proverilo kako toplotno dejstvo tačno utiče na kvalitet otiska. Sveukupno, na osnovu dobijenih rezultata je zaključeno da Ink Jet tehnologija štampe daje zadovoljavajući kvalitet otiska na tekstilu i nakon uticaja toplotnog dejstva.

5. LITERATURA

- [1] H. Ujiie, "Digital printing of textiles", Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute, 2006.
- [2] B. Jihyun, "Color in Ink-Jet Printing: Influence of Structural and Optical Characteristics of Textiles", doktorska disertacija, North Carolina, 2007.
- [3] N. Kašiković, "Razvoj modela praćenja procesnih parametara štampe tekstilnih materijala", doktorska disertacija, Novi Sad, 2012.
- [4] N. Kašiković, G. Vladić, D. Novaković, M. Stančić, R. Milošević, "Spektrofotometrijska analiza uticaja toplotnih dejstava na kvalitet otiska", *Savremene tehnologije*, Vol. 3, pp. 66-71, 2014.
- [5] Č. Pešterac, "Reprodukciona tehnika", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2008.
- [6] M. Pedersen, N. Bonnier, J. Y. Hardeberg, F. Albregtsen, "Attributes of image quality for color prints", *Journal of Electronic Imaging*, Vol. 19, Jan-Mar 2010.

Adresa autora za kontakt:

MSc Emilija Repaši, angemi.jr@gmail.com
Dr Nemanja Kašiković, knemanja@uns.ac.rs
Msc Ivana Jurić, rilovska@uns.ac.rs

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2013. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Đorđe Ćosić	Milan Rapajić	Slavica Mitrović
Aleksandar Erdeljan	Đorđe Lađinović	Milan Simeunović	Slavko Đurić
Aleksandar Ristić	Đorđe Obradović	Milan Trifković	Slobodan Dudić
Bato Kamberović	Đorđe Vukelić	Milan Trivunić	Slobodan Krnjetin
Biljana Njegovan	Đura Oros	Milan Vidaković	Slobodan Morača
Bogdan Kuzmanović	Đurđica Stojanović	Milena Krklješ	Sonja Ristić
Bojan Batinić	Emil Šećerov	Milica Kostreš	Srđan Kolaković
Bojan Lalić	Filip Kulić	Milica Miličić	Srđan Popov
Bojan Tepavčević	Goran Sladić	Milinko Vasić	Srđan Vukmirović
Bojana Beronja	Goran Švenda	Miloš Slankamenac	Staniša Dautović
Branislav Atlagić	Gordana	Miloš Živanov	Stevan Milisavljević
Branislav Nerandžić	Milosavljević	Milovan Lazarević	Stevan Stankovski
Branislav Veselinov	Gordana Ostojić	Miodrag Hadžistević	Strahil Gušavac
Branislava Kostić	Igor Budak	Miodrag Zuković	Svetlana Nikoličić
Branislava	Igor Dejanović	Mirjana Damjanović	Tanja Kočetov
Novaković	Igor Karlović	Mirjana Malešev	Tatjana Lončar
Branka Nakomčić	Ilija Kovačević	Mirjana Radeka	Turukalo
Branko Milosavljević	Ivan Beker	Mirjana Vojnović	Todor Bačkalić
Branko Škorić	Ivan Tričković	Miloradov	Toša Ninkov
Cvijan Krsmanović	Ivan Župunski	Mirko Borisov	Uroš Nedeljković
Damir Đaković	Ivana Katić	Miro Govedarica	Valentina Basarić
Danijela Lalić	Ivana Kovačić	Miroslav Hajduković	Velimir Čongradec
Darko Čapko	Jasmina Dražić	Miroslav Nimrihter	Velimir Todić
Darko Marčetić	Jelena Atanacković	Miroslav Plančak	Veljko Malbaša
Darko Reba	Jeličić	Miroslav Popović	Veran Vasić
Dejan Ubavin	Jelena Borocki	Mitar Jocanović	Veselin Avdalović
Dragan Ivanović	Jelena Kiurski	Mladen Kovačević	Veselin Perović
Dragan Ivetić	Jelena kovačević	Mladen Radišić	Vladan Radlovački
Dragan Jovanović	Jureša	Momčilo Kujačić	Vladimir Katić
Dragan Kukolj	Jelena Radonić	Nađa Kurtović	Vladimir Radenković
Dragan Mrkšić	Jovan Petrović	Nebojša Pjevalica	Vladimir Strezoski
Dragan Pejić	Jovan Tepić	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Škiljajica
Dragan Šešlija	Jovan Vladić	Nemanja	Vlado Delić
Dragana Bajić	Jovanka Pantović	Stanisavljević	Vlastimir
Dragana	Karl Mičkei	Nenad Katić	Radonjanin
Konstantinović	Katarina Gerić	Nikola Brkljač	Vuk Bogdanović
Dragana Šarac	Ksenija Hiel	Nikola Đurić	Zdravko Tešić
Dragana Štrbac	Laslo Nađ	Nikola Jorgovanović	Zora Konjović
Dragi Radomirović	Leposava Grubić	Nikola Radaković	Zoran Anišić
Dragiša Vilotić	Nešić	Ninoslav Zuber	Zoran Brujic
Dragoljub Novaković	Livija Cvetičanin	Ognjen Lužanin	Zoran Jeličić
Dragoljub Šević	Ljiljana Vukajlov	Pavel Kovač	Zoran Mijatović
Dubravka Bojanić	Ljiljana Cvetković	Peđa Atanasković	Zoran Milojević
Dušan Dobromirov	Ljubica Duđak	Petar Malešev	Zoran Mitrović
Dušan Gvozdenac	Maja Turk Sekulić	Predrag Šiđanin	Zoran Papić
Dušan Kovačević	Maša Bukurov	Radivoje Rinulović	Željen Trpovski
Dušan Sakulski	Matija Stipić	Rado Maksimović	Željko Jakšić
Dušan Uzelac	Milan Kovačević	Radovan Štulić	
Duško Bekut	Milan Rackov	Rastislav Šostakov	