



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXVIII

Број: 5/2013

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“
Година: XXVIII Свеска: 5

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

Уређивачки одбор:

Проф. др Раде Дорословачки
Проф. др Владимир Катић
Проф. др Драгиша Вилотић
Проф. др Филип Кулић
Проф. др Срђан Колаковић
Проф. др Владимир Црнојевић
Проф. др Дарко Реба
Проф. др Драган Јовановић
Проф. др Мила Стојаковић

Проф. др Драган Спасић
Проф. др Драгољуб Новаковић
Проф. др Миодраг Хаџистевић
Проф. др Растислав Шостаков
Проф. др Војин Грковић
Проф. др Стеван Станковски
Проф. др Иван Луковић
Проф. др Ђорђе Лађиновић
Доц. др Милан Мартинов

Редакција:

Др Владимир Катић, уредник
Др Жељен Трповски, технички
уредник
Др Зора Коњовић

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

СР-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)
62

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

Двомесечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

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

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

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

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

Зборник излази у два облика – електронском на 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 15.04.2013. до 31.05.2013. год., а који се промовишу 29.06.2013. 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 5, објављени су радови из области:

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

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

- графичког инжењерства и дизајна,
- архитектуре,
- инжењерског менаџмента,
- инжењерства заштите животне средине 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. Szabolcs Tar, Marin Gostimirović, Vladimir Pucovsky, MODELIRANJE GEOMETRIJE REZA PRI OBRADI VODENIM MLAZOM PRIMENOM GENETSKOG PROGRAMIRANJA	725
2. Milica Mojić, Plavka Skakun, PROJEKTOVANJE TEHNOLOGIJE INJEKCIONOG PRESOVANJA PREDFORME ZA PET AMBALAŽU	729
3. Marko Inđin, Mladomir Milutinović, PROJEKTOVANJE TEHNOLOGIJE INJEKCIONOG PRESOVANJA SPOLJNE ŠKOLJKE KACIGE ..	733
4. Aleksandar Mandić, Janko Hodolić, PRIMENA EKOLOŠKIH TEHNOLOGIJA I SISTEMA U KOMPANIJI CIMOS-LIVNICA KIKINDA	736
5. Branimir Ćurčija, Radomir Đokić, MONTAŽNI OBJEKTI I METODE ANALIZE ČVORNIH ELEMENATA	740
 Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo	
1. Bogdan Vujadinović, Vladimir Katić, ELEKTRONSKI PROCESI U FOTONAPONSKOJ ĆELIJI	744
2. Vladimir Pantelić, ASIMETRIČNE DSL TEHNOLOGIJE SA OSVRTOM NA DMT MODULACIONI POSTUPAK I PRINCIP OPSLUŽIVANJA VEZE	748
3. Dejan Stanković, UPRAVLJANJE BROJEM OBRTAJA ASINHRONOG MOTORA VELIKE BRZINE	752
4. Milo Milovanović, Milan Vidaković, AKVIZICIJA ONLINE PODATAKA NA ANDROID PLATFORMI	756
5. Damir Maričić, PROJEKTOVANJE I VERIFIKACIJA CAN KONTROLERA	760
6. Gordana Kravljača, PRORAČUN TOKOVA SNAGA U VISOKONAPONSKIM MJEŠOVITIM NAIZMJENIČNO- JEDNOSMJERNIM PRENOSNIM SISTEMIMA	764
7. Nemanja Kovačev, GENERISANJE JEDNOPOLNIH ŠEMA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA	768
8. Aleksandar Žijan, GRAFIČKA VIZUELIZACIJA INKREMENTALNIH IZMENA MODELA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA	772
9. Aleksandar Đorđević, GRAFIČKA PREDSTAVA PROSTORNOG RASPOREDA ELEMENATA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA OPISANOG CIM STANDARDOM	776

10.	Ivica Hariba, HARDVERSKA IMPLEMENTACIJA SEKVENCIJALNOG I PARALELNOG DELITELJA	780
11.	Ivica Dožanin, OTKRIVANJE I EVIDENTIRANJE POKUŠAJA NEAUTORIZOVANOG PRISTUPA U WINDOWS OPERATIVNOM SISTEMU	784
12.	Uroš Lukić, APLIKACIJA ZA PODRŠKU DALJINSKOG UPRAVLJANJA PROIZVODNJOM ELEKTRIČNE ENERGIJE	788
13.	Bojan Papić, PRIMENA ALGORITMA ZA GRUPISANJE ČVOROVA GRAFA U PLANIRANJU OSNOVE ŠTAMPANE PLOČE	792
14.	Branko Bošković, Vladimir Katić, POTENCIJAL SEMBERIJE ZA DOBIJANJE ELEKTRIČNE IZ GEOTERMALNE ENERGIJE	796
15.	Rade Vulin, JEDNO REŠENJE REALIZACIJE PROGRAMSKE PODRŠKE ZA ZAŠTITU MULTIMEDIJALNOG SADRŽAJA POMOĆU DTCP-IP PROTOKOLA	800
16.	Toni Gualtieri, REALIZACIJA OSCILOSKOPSKE FUNKCIJE NA EMULATORU ENERGETSKE ELEKTRONIKE	804
17.	Marko Aničić, Vladimir Katić, KORIŠĆENJE MALIH HIDROELEKTRANA U SRBIJI	808
18.	Vuk Memarović, INTELIGENTNO UPRAVLJANJE HVAC SISTEMOM	812
19.	Milan Basta, PRIMENA BIOMETRIJSKE LIČNE KARTE U AUTOMATIZACIJI POSLOVNIH OBJEKATA	816
20.	Александар Милошевић, ПРИМЕНА FUZZY ЛОГИКЕ КОД УПРАВЉАЊА РАДОМ FAN COIL-a	820
21.	Stevica Simić, PRIMENA TRANSFORMATORA ZA UZEMLJENJE ZA ZEMLJOSPOJNU ZAŠTITU U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI	824
22.	Aleksandar Dodić, PROŠIRIVI SIMULATOR EKSTERNIH PODSISTEMA VISOKO DOSTUPNOG KOMPLEKSNOG SOFTVERSKOG SISTEMA	828
23.	Vukašin Janković, HTML5 LOKACIJSKO BAZIRANI SERVISI NA IPAD UREĐAJU	832
24.	Nikola Slijepčević, PRIMER ANDROID APLIKACIJE ZA UPRAVLJANJE X10 SISTEMOM KUĆNE AUTOMATIKE ..	836

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1.	Vanja Nacković, UPOREDNA ANALIZA SISTEMA BEZBEDNOSTI I ZDRAVLJA NA RADU U GRAĐEVINARSTVU U UAE I SRBIJI	840
2.	Milan Višekruna, SMICANJE ARMIRANOBETONSKIH GREDNIH ELEMENATA	844
3.	Mladen Pavlović, PROCENA STANJA I PREDLOG SANACIONOG REŠENJA ZA INDUSTRIJSKU HALU U OKVIRU FABRIKE "ZORKA - SONA KISELINA" AD ŠABAC	848
4.	Marija Bojić, PROJEKT VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE ZGRADE I ANALIZA MOGUĆIH NAČINA TEMELJENJA ISTE	852
5.	Predrag Stojanović, PROJEKT STAMBENO-POSLOVNOG OBJEKTA PREMA EVROPSKIM NORMAMA SA POSEBNIM OSVRTOM NA VREMENSKU ANALIZU SEIZMIČKOG DEJSTVA	856

6. Дејан Богнар,	
ПРОЦЕНА СТАЊА, ДОГРАДЊА И САНАЦИЈА СТАМБЕНЕ ЗГРАДЕ У БЕОЧИНУ	860
7. Slaviša Šarkanović,	
PROJEKAT PROCENE STANJA, FUNKCIONALNE REORGANIZACIJE I DOGRADNJE	
POSLOVNOG OBJEKTA	864
8. Ognjen Vlačić, Đorđe Lađinović,	
PROJEKAT INDUSTRIJSKE HALE SA ANALIZOM OPTEREĆENJA USLED KRANA PO	
EVROKODU	868

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Milan Mirčetić, Momčilo Kujačić,	
ULOGA DIGITALNOG POTPISA U UNAPREĐENJU ELEKTRONSKOG POSLOVANJA POŠTE	
SRBIJE	872
2. Nenad Stojković, Momčilo Kujačić,	
POMOĆ POŠTE U RAZVOJU MALIH I SREDNJIH PREDUZEĆA	876
3. Miroslav Mitrović,	
AKTIVNO POTISKIVANJE BUKE U AUTOMOBILU	880
4. Данијел Димитријевић,	
ЉУДСКИ ФАКТОРИ У БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА	884
5. Дарко Радуловић,	
ПРИМЕНА ЗАЈЕДНИЧКЕ САОБРАЋАЈНЕ ПРИНУДЕ НА ПОДРУЧЈУ ЕВРОПСКЕ УНИЈЕ	888
6. Marko Porović,	
VREDNOVANJE REŠENJA RASKRSNICE „PETLJA NACIONAL“ U BEOGRADU	891
7. Кристина Дубајић,	
ПРИМЕНА СТАТИСТИЧКИХ МЕТОДА У АНАЛИЗИ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА	895
8. Душан Петрушић,	
ТРЕТИРАЊЕ ПРОБЛЕМА ПРЕКОРАЧЕЊА БРЗИНЕ У БЕЛГИЈИ	899
9. Darko Bulješević,	
ISPITIVANJE KOORDINACIJE U LANCIMA SNADBEVANJA PUTEM LOGISTIČKIH IGARA	903
10. Марко Ћулибрк,	
ПРЕВАРЕ У ОСИГУРАЊУ МОТОРНИХ ВОЗИЛА	907

MODELIRANJE GEOMETRIJE REZA PRI OBRADI VODENIM MLAZOM PRIMENOM GENETSKOG PROGRAMIRANJA**MODELING OF THE CUT GEOMETRY DURING WATER JET MACHINING USING GENETIC PROGRAMING**

Szabolcs Tar, Marin Gostimirović, Vladimir Pucovsky, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Genetsko programiranje se poslednjih godina uspešno primenjuje u mnogim oblastima. Genetsko programiranje sa svojom strukturom i sposobnošću učenja i načinom funkcionisanja uopšte, predstavlja vrlo primenljive sisteme u konkretnim industrijskim problemima. U radu su prikazane osnove procesa tehnologije obrade vodenim mlazom, koncepti genetskog programiranja i njihova primena pri obradi vodenim mlazom. Cilj ovog istraživanja jeste analiza zakošenja vodenog mlaza prilikom sečenja čelika, koristeći program za genetsko programiranje GPdotNET i analitičke metode da bi se uspostavio matematički model. Da se dobije zavisnost zakošenja vodenog mlaza od parametara obrade kao što su pritisak, brzina rezanja, količina abraziva i dubina rezanja. Rezultati su prikazani u dijagramima i tabelama.

Abstract – Genetic programming, in recent years, has been successfully applied in many fields. The advantages that they offer have made them indispensable tools for solving increasingly complex problems. This work presents the basic concepts of water jet machining, genetic programming and their application in the WJM processes. The aim was to provide the modeling of the cut geometry during water jet machining, using software for genetic programming GPdotNET and analytical methods to get a mathematical model. This outputted the correlation between water jet stream lag and input parameters like water pressure, cutting speed, abrasive material rate and cutting depth. Results have been presented in form tables and diagrams.

Ključne reči: Genetsko programiranje, WJM obrada, Zakošenje vodenog mlaza.

1. UVOD

Obrada vodenim mlazom je prvi put korišćena u Aljasci u drugoj polovini 19. veka, gde su koristili vodu za prečišćavanje zemlje da bi odvojili pesak od zlata. Prskalice malog pritiska su snabdevane vodom iz najbliže reke i tako su prečišćavali veliku količinu peska za dobijanje zlata. Današnje tehnologije obrade vodenim mlazom (Water Jet Machining WJM) značajno se razlikuju od prvih tehnologija zahvaljujući razvoju tehnologija za stvaranje velikog pritiska i dodavanju abrazivnog materijala u vodeni mlaz. Ova

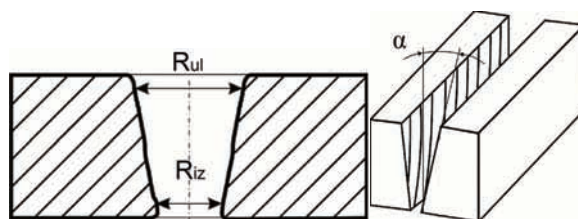
tehnologija se prvo koristila za obradu drveta i mekih materijala, a danas može skoro svaki materijal da se obrađuje sa AWJM [1]. Genetsko programiranje je prvenstveno inženjerska metoda koja rešava određene probleme iz domena statistike i modeliranja inženjerskih problema, ali i šire. Genetsko programiranje (genetic programming, GP) je jedan od pokušaja odgovora na pitanje kako navesti računar da reši neki zadatak bez davanja uputstva o postupku rešavanja; drugim rečima, kako postići da računar uradi nešto korisno, a da mu nismo rekli kako to treba uraditi [2]. U ovom radu genetsko programiranje se koristi za modeliranje zakošenja vodenog mlaza u zavisnosti od parametara obrade kao što su pritisak, brzina rezanja, količina abrazivnog materijala i dubina rezanja.

2. EKSPERIMENT

Za matematičko modeliranje zakošenosti mlaza vode primenom genetskog programiranja iskorišćeni su prethodno sprovedena eksperimentalna istraživanja detaljno prikazana u radu [3]. U nastavku se prikazuju uslovi i rezultati eksperimentalnih istraživanja. Eksperimentalna istraživanja su izvedena u firmi „VOS“ u Žablju koja poseduje mašinu za obradu abrazivnim vodenim mlazom. Na mašini proizvođača STM Austrija vršeno je sečenje čelika i aluminijuma gde su menjani:

- radni pritisak (p);
- brzina rezanja (v);
- količina abrazivnih zrna (Q);
- rastojanje mlaznice od površine materijala obratka (h).

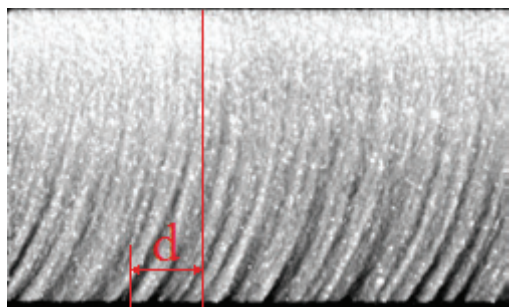
Pri menjanju jednog od ovih parametara ostali parametri su ostajali konstantni. Eksperiment se odvijao tako da je napravljeno pet rezova sa različitim parametrima. Pri pravljenju rezova prvo se radilo probijanje materijala koje je trajalo 20 s, a zatim se pravio rez ka izlazu materijala. Merilo se ulazni i izlazni prečnik reza (slika 2.1) i maksimalno zakošenje mlaza (slika 2.2).



Slika 2.1 Ulazni i izlazni prečnik reza i zakošenje mlaza

NAPOMENA:

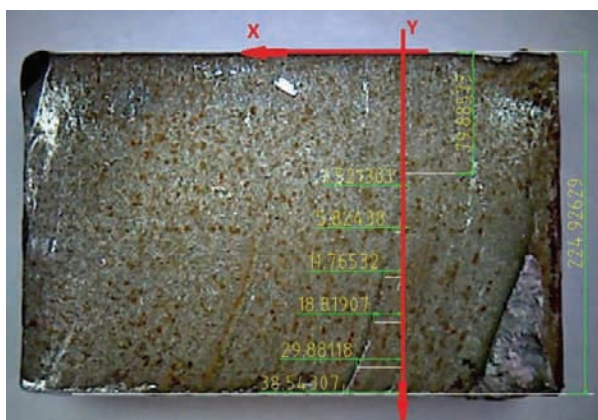
Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Marin Gostimirović, red. prof.



Slika 2.2 Zakošenje vodenog mlaza

3. MODELIRANJE

Eksperimentalno određivanje funkcije zakošenja mlaza tj. merenje je vršeno optičkom metodom, uzorci (obradene površine sa tragovima zakošenja vodenog mlaza) slikani su u velikoj rezoluciji pomoću digitalnog mikroskopa u laboratoriji fakulteta. Merenje je izvršeno pomoću alata za kotiranje u AutoCAD-u (slika 3.1).



Slika 3.1 Merenje zakošenja mlaza u programu AutoCAD

Tako su dobijeni podaci o zakošenju mlaza pri obradi abrazivnim vodenim mlazom za materijal Č 0361 različitim parametrima obrade.

Parametri obrade koji su menjani:

- p - pritisak vodenog mlaza;
- Q - količina abraziva;
- v - brzina rezanja (pomak);
- h - rastojanje mlaznice od površine.

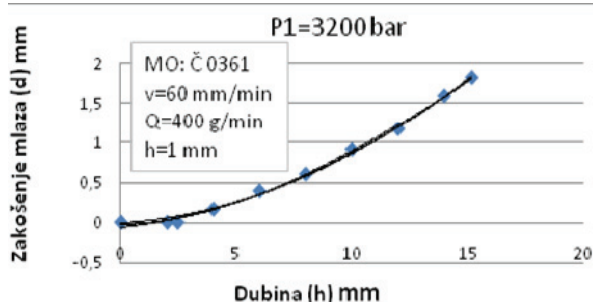
Odstupanje od vertikalne ose se merilo u 9 tačaka na uzorcima debljine 15 mm. Na dubinama 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 mm, početak skretanja mlaza i najveće odstupanje je bilo na dubini 15 mm. Pri promeni ovih parametara, ostali parametri su nepromenjeni. Dobijeni su podaci za 5 pritisa (p1,p2,p3,p4,p5), 5 brzina rezanja (v1,v2,v3,v4,v5), 3 količine abraziva (q3,q4,q5). Za različita odstojanja od mlaznice (h1,h2,h3,h4,h5) i količine abraziva (q1,q2) nisu dobijeni podaci, jer linije zakošenja mlaza nisu jasno izražene (ne vide se) iz različitih razloga. Rezultati merenja su prikazani u tabeli 3.1.

Može se primetiti da u prikazanoj polinomskoj funkciji zakošenje mlaza (d) zavisi samo od dubine rezanja (h). Program Excel nema mogućnost da prilikom generisanja funkcije uzima u obzir više promenljivih.

Grafički prikaz funkcije zakošenja mlaza vode u zavisnosti od različitih parametara obrade prikazan je na slici 3.2.

Tabela 3.1

Pritisak	Brzina rezanja	Količina abraziva	Dubina rezanja	Zakošen je mlaza
p (bar)	v (mm/min)	Q (g/min)	h (mm)	d (mm)
3200	60	400	0	0.0000
3200	60	400	2	0.0000
3200	60	400	2.45	0.0000
3200	60	400	4	0.1619
3200	60	400	6	0.3911
3200	60	400	8	0.5997
3200	60	400	10	0.9084
3200	60	400	12	1.1712
3200	60	400	14	1.5923
3200	60	400	15.2	1.8221



Slika 3.2 Grafički prikaz zakošenja mlaza

Analitički prikaz zakošenja vodenog mlaza:

$$d = 0.006h^2 + 0.327h - 0.0557$$

Pomoću genetskog programiranja postoji mogućnost da se odrede takve funkcije zakošenja mlaza (d) koja zavisi od više promenljivih: pritiska (p), brzine rezanja (v), količine abraziva (Q), dubine rezanja (h).

Cilj ovog rada jeste da se izvrši modeliranje zakošenja vodenog mlaza, odnosno da se dobije funkcija zakošenja vodenog mlaza u zavisnosti od parametara obrade kao što su pritisak (p), brzina rezanja (v), količina abrazivnog materijala (Q) i dubina rezanja (h). Uzimajući eksperimentalne rezultate merenja zakošenja mlaza, genetskim programiranjem su dobijene takve funkcije:

$$Y_{gp1} = (((\sin((\sin((X3 + ((\sin((X3 + ((\tan((\tan(R3)))) * R3)))) * \tan(X2)))) * (\cos((\cos((R4 / ((\cos((\tan((R4 * R3)))) / (\cos((\tan((X2 * R3)))))) + ((X4 / R4 * ((\tan(R5)) * (\tan(R2)))))) * (\cos((\cos((R3 / ((R4 * ((\tan(X1)) + (R3 / R6))) + ((R6 + X2) * (\cos(R3)))) + ((\sin(R1)) - R1))) + ((X4 / R4 * ((\tan(R5)) * (\tan(((\tan(R2)) * (\cos((\cos(R6)))))))))) + (X4 / (\tan(R3))))))$$

Za funkciju Y_{gp1} program koristi operacije +, -, *, /, sin, cos, tan, veličina populacije 500, dubina inicijalizacije 10, dubina operacije 12.

Gde su:

- $X1$ =pritisak (p), $X2$ =brzina rezanja (v), $X3$ =količina abraziva (Q), $X4$ =dubina rezanja (h) – ulazni parametri
- $R1, R2, R3, R4, R5, R6$ – generisane konstante
- Y_{gp1} =zakošenje vodenog mlaza (d)

Za funkciju Y_{gp1} generisane konstante su date u tabeli 3.2.

Tabela 3.2 Generisane konstante

R1	R2	R3	R4	R5	R6
2.5836	6.1733	4.5612	3.2649	7.6553	3.6499

U tabeli 3.3 prikazani su rezultati modeliranja zakošenja vodenog mlaza pomoću genetskog programiranja. Parametri obrade su: $X1=(p)=3200$ bar, $X2=(v)=60$ mm/min, $X3=(Q)=400$ g/min.

Tabela 3.3 Rezultati modeliranja

Dubina rezanja $X4=h$ (mm)	Zakošenje exp. Y (mm)	Zakošenje mod. Y_{gp1} (mm)	Greska (%)	Greška (mm)
0	0	-0.21462	0	0.21461
2	0	0.04538	0	0.04538
2.45	0	0.09668	0	0.09668
4	0.16192	0.25523	57.6244	0.09330
6	0.39114	0.43567	11.3845	0.04453
8	0.59966	0.63328	5.60612	0.03361
10	0.90844	0.89367	1.62515	0.01476
12	1.17115	1.23289	5.27174	0.06174
14	1.59233	1.63232	2.51106	0.03998
15.2	1.82207	1.88179	3.27754	0.05971

Tabela 3.4 Rezultati modeliranja zakošenja vodenog mlaza

Dubina rezanja $X4=h$ (mm)	Zakošenje exp. Y (mm)	Zakošenje mod. Y_{gp1} (mm)	Greska (%)	Greška (mm)
0	0	-0.3461	0	0.34609
2	0	-0.09598	0	0.09597
2.56	0	-0.03307	0	0.03307
4	0.17295	0.12230	29.2869	0.05065
6	0.37119	0.3508	5.49566	0.0204
8	0.61940	0.63254	2.12193	0.01314
10	0.94602	0.98423	4.03903	0.03821
12	1.38167	1.38896	0.52808	0.00729
14	1.81794	1.80504	0.70972	0.01290
15.2	2.14454	2.04290	4.73932	0.10163

U tabeli 3.4 prikazani su rezultati modeliranja zakošenja vodenog mlaza pomoću genetskog programiranja. Parametri obrade su: $X1=(p)=2800$ bar, $X2=(v)=60$ mm/min, $X3=(Q)=400$ g/min.

U tabeli 3.5 prikazani su rezultati modeliranja zakošenja vodenog mlaza pomoću genetskog programiranja. Parametri obrade su: $X1=(p)=3200$ bar, $X2=(v)=60$ mm/min, $X3=(Q)=250$ g/min.

Tabela 3.5 Rezultati zakošenja pomoću genetskog programiranja

Dubina rezanja $X4=h$ (mm)	Zakošenje exp. Y (mm)	Zakošenje mod. Y_{gp1} (mm)	Greska (%)	Greška (mm)
0	0	-0.29245	0	0.29245
2	0	-0.0475	0	0.04749
4	0	0.13284	0	0.13284
6	0	0.28182	0	0.28182
6.46	0	0.31820	0	0.31820
8	0.14676	0.46208	214.836	0.31531
10	0.37311	0.71898	92.6972	0.34587
12	0.72291	1.06071	46.7270	0.33779
14	1.24394	1.47401	18.4955	0.23007
15.2	1.61698	1.73807	7.48871	0.12109

U tabeli 3.6 prikazani su rezultati modeliranja zakošenja vodenog mlaza pomoću genetskog programiranja. Parametri obrade su: $X1=(p)=3200$ bar, $X2=(v)=80$ mm/min, $X3=(Q)=400$ g/min.

Tabela 3.6 Rezultati programiranja

Dubina rezanja $X4=h$ (mm)	Zakošenje exp. Y (mm)	Zakošenje mod. Y_{gp1} (mm)	Greska (%)	Greška (mm)
0	0	-0.24266	0	0.24266
2	0	-0.01823	0	0.01822
2.73	0	0.05483	0	0.05483
4	0.18193	0.17699	2.71630	0.00494
6	0.38914	0.38076	2.15219	0.00837
8	0.67221	0.63486	5.55623	0.03735
10	1.01194	0.95780	5.34984	0.05413
12	1.52169	1.33487	12.2770	0.18681
14	2.20103	1.72424	21.6622	0.47679
15.2	2.60272	1.94500	25.2703	0.65771

Drugi oblik funkcije zakošenja vodenog mlaza u zavisnosti od ulaznih parametara, gde su korišćene operacije +, -, *, /, veličina populacije 500, dubina inicijalizacije 9, dubina operacija 10. Funkcija izgleda:

$$Y_{gp2} = (((((X3 * R1) + (X2 + X2)) + (((((R3 + R2) + (((((X4 + X3) / (X1 / R5)) * ((X1 / X3) + (X2 - R5))) * R3)) * ((R3 + X4) * (X4 - R4))) - (((R2 + (((((R5 - R4) + (X4 * X1)) + X1) - ((R2 * X4) * ((R6 * X2) * X4)))) + X3) / (((((R4 + (R6 + X1)) * ((X4 + X3) - X1)) / (X3 + (X3 * (X4 + R5)))) * (((((R4 + R1) + (R2 * X1)) / (R6 + (R4 * X3))) + X4)) * (((((R1 - R2) / (R1 + R1)) + ((R2 + R4) - (X2 * R1))) + (((R5 + X2) + (X1 / R2)) / ((X3 * R1) / (X4 * X4)))) / (((R5 * X2) + (X4 * R3)) * (X4 + R5)) + (((R1 + R1) + R3) + ((R5 * X2) + (X2 - R1)))))) / (R6 * (((R5 * R1) * (R2 * R6)) * ((X2 + R3) * X3)) / ((R2 - R1) * (R3 * X2)) + (((R1 + R4) / (R5 * R3)) / R5))))))$$

Za funkciju Y_{gp2} generisane konstante su date u tabeli 3.7.

Tabela 3.7

R1	R2	R3	R4	R5	R6
2.5836	6.1733	4.5612	3.2649	7.6553	3.6499

U tabeli 3.8 prikazani su rezultati modeliranja zakošenja vodenog mlaza pomoću genetskog programiranja. Parametri obrade su: $X1=(p)=3200$ bar, $X2=(v)=60$ mm/min, $X3=(Q)=400$ g/min.

Tabela 3.8

Dubina rezanja $X4=h$ (mm)	Zakošenje exp. Y (mm)	Zakošenje mod. Y _{gp1} (mm)	Greska (%)	Greška (mm)
0	0	0	0	0
2	0	-0.03297	0	0.03297
2.56	0	-0.00932	0	0.00931
4	0.17295	0.07288	57.8586	0.10007
6	0.37119	0.23891	35.6363	0.13228
8	0.61940	0.46678	24.6407	0.15262
10	0.94602	0.75903	19.7661	0.18699
12	1.38167	1.12096	18.8691	0.26071
14	1.81794	1.56953	13.6641	0.24840
15.2	2.14454	1.91375	10.7618	0.23079

4. ZAKLJUČAK

Genetsko programiranje i genetski algoritmi su postali nezamenljiv alat pri rešavanju složenih zadataka. Genetsko programiranje sa svojom strukturom i sposobnošću učenja i načinom funkcionisanja uopšte, predstavlja vrlo primenljive sisteme u konkretnim industrijskim problemima. S obzirom na to, možemo ga primeniti na modeliranje zakošenja vodenog mlaza u zavisnosti od parametara obrade. Pomoću ulaznih podataka (pritisak, brzina rezanja, količina abraziva, udaljenost mlaznice od radnog predmeta i dubina rezanja) i izlazne veličine (mera zakošenja vodenog mlaza), genetsko programiranje može dati veoma dobre rezultate traženog parametra. Sprovedeno modeliranje režima WJM obrade može da pomogne pri optimalnom vođenju procesa, što ima pozitivan uticaj na smanjenje troškova i poboljšanje proizvodnje.

Rezultati ovog rada su do neke mere zadovoljili ono što se i očekivalo. Analizom funkcija koje su dobijene može se konstatovati da na tragove zakošenja vodenog mlaza najveći uticaj imaju dubina rezanja h i brzina rezanja v , odnosno brzina kretanja predmeta obrade.

Povećanjem dubine rezanja zakošenje se pojavljuje u zavisnosti od ostalih parametara rezanja, jer se energija mlaza smanjuje. Smanjenjem brzine rezanja smanjuje se i zakošenje vodenog mlaza, dok smanjenjem pritiska zakošenje vodenog mlaza se povećava.

Povećanjem radnog pritiska vode dolazi do fragmentacije kristala abraziva na manje delove, pri čemu se dobija i finija obrada, a samim tim su i tragovi zakošenja vodenog mlaza manje izraženi.

Pomoću genetskim programiranjem dobijenih rezultata (funkcija) mogu se odrediti takvi parametri obrade kod kojih se tragovi zakošenja vodenog mlaza ne pojavljuju ili su u nekim normalnim granicama.

To može dobro doći kod obrade ivica i naglih promena pravca rezanja da se izbegne pojavljivanje zaostalog nepresečenog materijala.

Kao smernicu daljeg istraživanja predlaže se korišćenje većeg broja ulaznih podataka, odnosno zaključuje se da bi ovaj pristup trebao dati mnogo tačnije rezultate.

Korišćenje genetskog programiranja za simulaciju zakošenja vodenog mlaza može da dovede do tačnijeg reza kod naglih promena pravca rezanja nagnjanjem mlaznice ili podešavanjem parametara obrade kako bi se izbegli tragovi zakošenja mlaza vode.

Ovo može da prouzrokuje smanjenje troškova dajući optimalne vrednosti parametara obrade.

5. LITERATURA

- [1] Maros Zsolt, Controlling of Abrasive Water Jet Machining Quality and Efficiency, University of Miskolc Faculty of Mechanical Engineering and Informatics, Miskolc, 2011.
- [2] Ognjen Dragoljević, Sematičko genetsko programiranje, Fakultet Elektrotehnike i računarstva, Zagreb, 2008.
- [3] Subotić Vladimir, Istraživanje tačnosti obrade vodenim mlazom, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2011.

Kratka biografija:



Szabolcs Tar rođen u Somboru 1985. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog Mašinstva iz predmeta Nekonvencionalni postupci obrade odbranio je 2013. godine.



Prof. Dr. Marin Gostimirović rođen je u Osijeku 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1997. god. Oblasti njegovog interesovanja su procesi obrade skidanja materijala, nekonvencionalni postupci obrade, inverzni zadatak.



Vladimir Pucovsky rođen u Novom Sadu 1983. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog Mašinstva – Fleksibilne tehnologije, sistemi i računarom integrisana proizvodnja, iz predmeta Rezanje metala, odbranio je 2011. godine.

PROJEKTOVANJE TEHNOLOGIJE INJEKCIONOG PRESOVANJA PREDFORME ZA PET AMBALAŽU**PROCESS PLANING FOR INJECTION MOLDING OF PET PREFORM**

Milica Mojić, Plavka Skakun, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu je predstavljeno projektovanje tehnologije injektionog presovanja i konstrukcija alat za izradu predforme za PET ambalažu. Na osnovu odabranog materijala i za zadati deo izvršen je proračun parametara procesa, kao i izbor mašine za injektiono presovanje.

Abstract – In this paper process planning and tool design for injection molding of PET preform is presented. According to chosen material and part's characteristics process parameters are calculated and injection molding machine is chosen.

Ključne reči: Predforma, Tehnologija injektionog presovanja, PET

1. UVOD

Razvojem savremenog društva dolazi do porasta primene proizvoda od polimernih materijala, pri čemu se smatra da praktično ne postoji privredna grana u kojoj komponente od polimernih materijala nisu prisutne.

Prednosti delova izrađenih od polimera u odnosu na komponente od metala i drugih materijala su: mala težina, visoka čvrstoća u odnosu na količinu materijala, ekstremna postojanost i otpornost na razne hemijske supstance i vremenske uslove, izrada vrlo složenih delova se odvija po principu ugradbeno gotovih delova, veliki asortiman u pogledu boja, dobre električne i toplotne osobine, niski zahtevi u pogledu temperature i pritiska, relativno niska cena proizvodnje.

U ovom radu se nalaze potrebna objašnjenja, tabele i slike koje daju sve neophodne podatke za određivanje tehnologije izrade, režima oblikovanja i konstrukcije alata za injektiono presovanje predforme za PET ambalažu. Prilikom izrade plastičnih boca prvo se formira predforma postupkom injektionog presovanja, od koje se kasnijim postupkom duvanja dobija konačan proizvod – plastična boca. Na slici 1 prikazan je 3D model predforme, kao i boca predviđena za dobijanje ovom predformom.

2. DIZAJN I FUNKCIONALNOST PROIZVODA

Dizajn i konstrukcija savremenih proizvoda praktično je nezamisliv bez upotrebe CAD softverskih paketa, kao što su AutoCad, Pro/Engineer, Catia i drugi.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Dragiša Vilotić, red.prof.

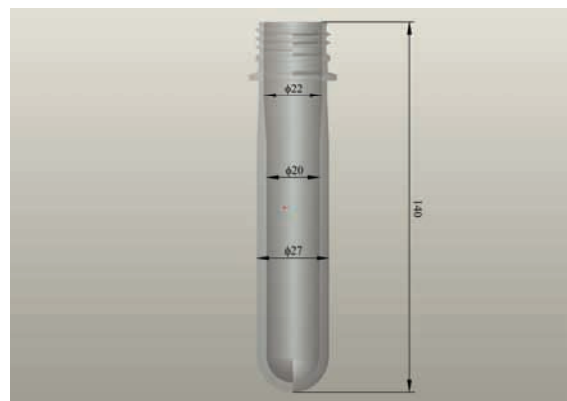


Slika 1: 3D model predforme i boca predviđena za dobijanje ovom predformom

Dobro dizajniran proizvod pre svega treba da bude funkcionalan, da zadovoljava određene estetske zahteve, da bude ergonomske prilagođen korisniku, ali i da njegova proizvodnja bude ekonomski opravdana.

Kao što je već pomenuto u uvodu, predforma predstavlja pripremak potreban za izradu plastične ambalaže, pri čemu se od zadate predforme proizvodi plastična boca. Na grlu predforme se nalazi navoj koji služi da bi se, nakon procesa duvanja i formiranja gotovog proizvoda, omogućilo zavrtnje čepa i samim tim zatvaranje flaše. Boca predstavlja čvrstu posudu sa takvim oblikom da ima prošireno telo, zatim suženo grlo i otvor na vrhu grla.

Na slici 2 prikazana je predforma sa njenim dimenzijama, za koju je potrebno konstruisati alat.



Slika 2: Predforma – presek sa dimenzijama

3. IZBOR MATERIJALA ZA ZADATI DEO

Polimeri su prirodni ili sintetički materijali čiji su osnovni elementi strukture makromolekuli nastali od monomera postupkom polimerizacije. Pri izboru polimera za zadati

deo neophodno je imati što je moguće više podataka o karakteristikama materijala.

Prilikom izrade predforme potrebno je da odabrani materijal poseduje sledeće osobine: ekonomičnost, reciklabilnost, visok kvalitet spoljnih površina, nepropusnost vode i gasova, hemijska otpornost, funkcionalnost i dekorativnost, transparentnost, dimenziona stabilnost.

Na osnovu prethodno postavljenih zahteva, kao materijal koji je pogodan za izradu predforme ambalaže za piće odabran je Polyethylene teraphtalate (PET) koji spada u grupu termoplasta i odlikuje se sledećim osobinama: prozirnost i fleksibilnost, otpornost na razbijanje, inertnost, mala težina, otpornost na vlagu i reciklabilnost.

PET ima odlične barijerne sposobnosti prema gasovima i vlazi, pa se zbog toga koristi za izradu različitih vrsta ambalaže. Osim proizvoda na bazi vpe, PET je često materijal koji se koristi kao ambalaža za proizvode rastvorene u organskim rastvaračima, kao što su medicinski proizvodi ili pesticidi.

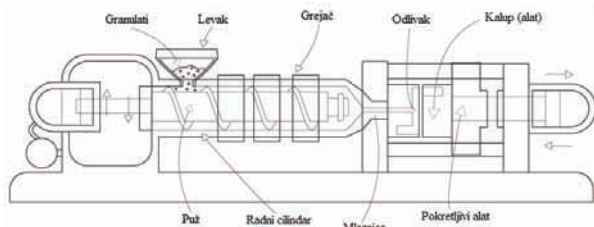
Zbog sklonosti ka upijanju vlage tj osobine hidroskopsnosti, neophodno je pre procesa injekcionog presovanja predvideti proces sušenja PET-a kako bi se odstranio neželjeni višak vlage.

4. TEHNOLOGIJA OBLIKOVANJA PREDFORME ZA IZRADU BOCE

Izrada priprema odnosno predforme za duvanje boce vrši se postupkom injekcionog presovanja. Injekciono presovanje je najrasprostranjeniji postupak prerade polimernih materijala. Postupak injekcionog presovanja se može definisati kao postupak pri kome se rastopljeni polimer pod povišenim pritiskom ubrizgava u prethodno temperiranu kalupnu šuplinu, gde se nakon hlađenja i očvršćavanja dobija izradak željenog izgleda.

Postupak injekcionog presovanja se izvodi na specijalnim mašinama koje se sastoje od jedinice za ubrizgavanje, pogonskog sistema, jedinice za zatvaranje kalupa, uređaja za temperiranje i upravljačke jedinice.

Osnovne jedinice sistema za injekciono presovanje su: jedinica za zatvaranje kalupa, jedinica za ubrizgavanje, kalup za injekciono presovanje i pogonska i upravljačka jedinica. Na slici 3 prikazan je šematski prikaz postupka injekcionog presovanja.



Slika 3: Šematski prikaz postupka injekcionog presovanja [1]

4.1. Proces duvanja

Nakon injekcionog presovanja predforme vrši se proces duvanja, kako bi se kao krajnji proizvod dobila plastična boca. Obrada plastike duvanjem predstavlja ciklični postupak preoblikovanja, pri čemu se pripremak pretvara u šuplje telo. Obrada duvanjem omogućava ekonomičnu proizvodnju u neograničenim količinama, bez potrebe za naknadnom obradom proizvoda.

Osnovni postupci duvanja polimera su: ekstruziono duvanje, injekciono duvanje i razvlačeće duvanje.

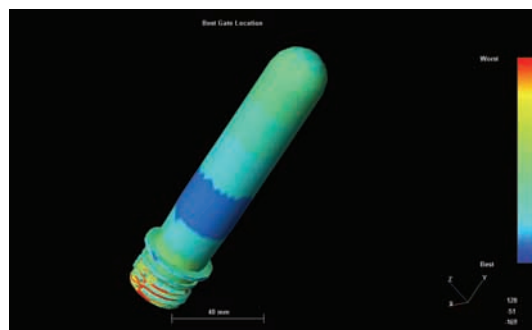
5. KONSTRUKCIJA ALATA ZA IZRADU PREDFORME

Proizvodnja alata predstavlja veoma bitan aspekt u čitavom proizvodnom lancu izrade određenog proizvoda. Između projektanta, konstruktora proizvoda i tehnologa mora postojati uska saradnja kako bi se obezbedila izrada proizvoda uz najekonomičnije i tehnički pogodno uslove. Pomoću CAD modela je moguće izvršiti simulaciju procesa brizganja kako bi se dobili optimalni parametri procesa.

5.1. Simulacija procesa brizganja

Pre same konstrukcije alata neophodno je izvršiti detaljnu simulaciju procesa izrade predforme, kako bi se utvrdili parametri za dati proces.

Tokom simulacionih procesa vrši se analiza: najbolje lokacije ulivanja, tečenja materijala, brzine hlađenja, linija zavarivanja, zadržavanja vazduha u kalupu i skupljanja materijala. Na slici 4 prikazana je analiza najbolje lokacije ulivanja.



Slika 4: Analiza najbolje lokacije ulivanja

Simulacijom je utvrđeno da se najpogodnije mesto za ulivni sistem nalazi na boku epruvete i ono je označeno tamno plavom bojom. Ukoliko se odabere ova lokacija za postavljanje ulivnog sistema, dolazi do pojave linije zavarivanja duž cele predforme koncentrisanih na jedan uzan pojas. Ova neželjena pojava može da dovede do pucanja izratka prilikom naknadnog procesa duvanja, stoga se ulivni sistem postavlja na dno predforme, iako je simulacijom to mesto utvrđeno kao manje pogodno. Na slici 5 prikazana je nepovoljna pojava linija zavarivanja usled postavljanja ulivnog sistema na bok predforme.



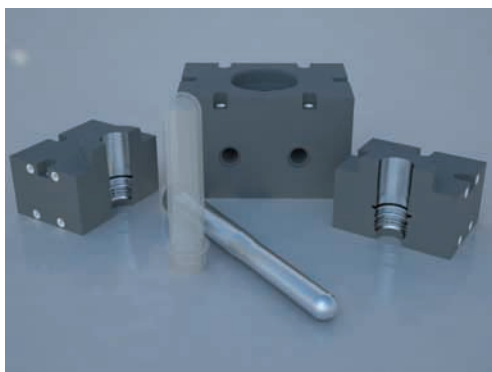
Slika 5: Nepovoljna pojava linija zavarivanja usled postavljanja ulivnog sistema na bok predforme

Analizom tečenja materijala utvrđeno je da se popunjavanje kalupa vrši zadovoljavajućim kvalitetom. Na osnovu analize brzine hlađenja ustanovljeno je da se

hlađenje odvija sporije na delu predforme na kom se nalazi navoj. Najizraženije linije zavarivanja nalaze na grlu, a posebno na graničnom delu predforme zbog nagle promene geometrije, kao i različite debljine zidova na tom mestu, kao što je utvrđeno simulacijom. Analizom zadržavanja vazduha došlo se do zaključka da ne postoji potreba za predviđanjem područja za odzračivanje na alatu, s obzirom da nema skoncentrisanih lokacija zadržavanja vazduha. Na osnovu analize skupljanja materijala moguće je uočiti kritična mesta skupljanja materijala, koja se nalaze u zoni navoja zbog povećane razlike u debljini materijala.

5.2. Alat za injeksiono presovanje predforme

Na osnovu prethodno navedenih parametara koji su simulacijom definisani za konkretan deo vrši se konstruisanje alata za injeksiono presovanje predforme koji se sastoji iz dva podsklopa: nepokretnog i pokretnog podsklopa. U zavisnosti od alata i veličine radnog komada, u jednom ciklusu moguće je dobijanje 4, 6, 8, 16, 48 ili 96 epruveta. Kako bi se prikazao princip rada i svi njegovi delovi, izabran je alat kojim se izrađuje 6 epruveta po jednom radnom ciklusu injeksionog presovanja. Na slici 6 prikazana je predforma i delovi alata koji su potrebni za njeno oblikovanje.



Slika 6: Predforma i delovi alata potrebni za njeno oblikovanje

Nepokretni podsklop je jednostavnije konstrukcije i on se preko nepokretne stezne ploče pričvršćuje za mašinu, a sastoji se iz sistema za hlađenje alata, stuba za vođenje alata, nepokretne polovine kalupa i tople ulivne čaure. Nepokretni deo alata ujedno predstavlja i deo kalupne šupljine.

Pokretni podsklop čine žig i dve pokretne polovine kalupa koje služe za izradu navoja, a ujedno imaju i ulogu sistema za izbacivanje. Pokretne polovine kalupa su napravljene iz segmenata kako bi se omogućilo ispadanje, a ne odvrtnje radnog komada prilikom završenog procesa injeksionog presovanja. Takođe, segmentnom izradom alata omogućena je jednostavna izmenljivost broja komada po ciklusu, kao i laka izmena pohabanih delova.

Pri izradi PET predforme koristi se alat sa toplim ulivnim kanalima, kako sbi se otpadni materijal sveo na minimum, a samim tim i energija potreba za reciklažu. Takođe, na taj način se eliminiše potreba za uklanjanjem otvrdnutih razvodnih kanala koji bi nastali ukoliko bi se koristio ulivni sistem koji potvrđuje.

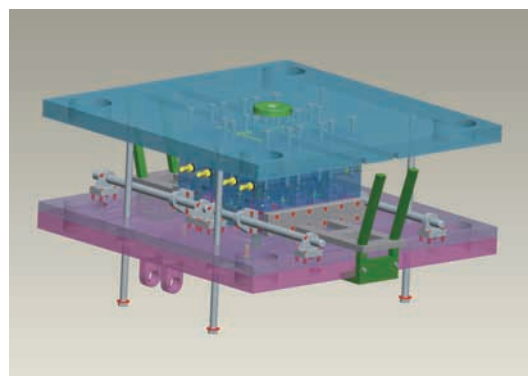
Sistem za hlađenje prilikom izrade zadate predforme konstruisan je tako da rashladni fluid cirkuliše kroz

prethodno izrađene otvore na nepokretnih polovini alata. Rashladni fluid prolazi kroz sve nepokretne polovine kalupa između kojih se nalazi guma za zaptivanje, kako ne bi došlo do neželjenog curenja tečnosti po ostalim delovima alata.

Izbacivanje predforme se vrši putem žiga i svlačeće ploče. Kada se zapone otvaranje alata žig se aksijalno pomera zajedno sa svlačećom pločom. U trenutku potpune otvorenosti alata predforma se nalazi na žigu koji nastavlja svoje kretanje, dok svlačeća ploča ne dozvoljava dalje kretanje radnog komada i na taj način se omogućava vađenje (ispadanje) predforme iz kalupa.

Sistem za vođenje alata je prilikom ove konstrukcija alata rešen vođenjem pomoć bočnih vodica koje su putem nosača pričvršćene za pokretne polovine kalupa.

Na slici 7 prikazan je sklop alata za injeksiono presovanje predforme.

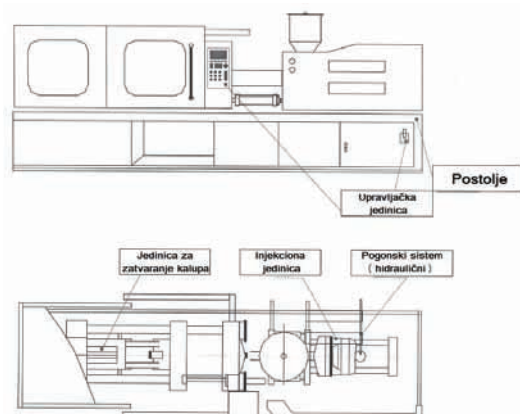


Slika 7: Sklop alata za injeksiono presovanje predforme

6. IZBOR MAŠINE

Prilikom izbora mašine potrebno je voditi računa o parametrima kojima je određen postupak injeksionog presovanja, a to su: pritisak ubrizgavanja, temperatura ubrizgavanja, brzina ubrizgavanja, brzina plastificiranja, protivpritisak, naknadni pritisak, vreme trajanja naknadnog pritiska, vreme hlađenja, vreme stajanja, ulivni sistem, ulazni kanali, put toka rastopa termoplasta, debljina zida izratka, temperatura kalupa.

Za izradu zadate predforme koristi se mašina kineskog proizvođača HAITAI HTW2000, čiji je šematski prikaz dat na slici 8.



Slika 8: Šematski prikaz mašine HAITAI HTW2000 [2]

7. UTICAJ PET-A NA ŽIVOTNU SREDINU

Zaštita životne sredine predstavlja sve značajniji deo u aspektima svakodnevnog života, pri čemu je neophodno

voditi računa o tzv teoriji održivog razvoja koja nas uči "da životnu sredinu nismo nasledili od roditelja, nego smo je pozajmili od svoje dece".

Nepravilno odlaganje PET ambalaže može imati negativan uticaj na okolinu zbog: odbacivanja resursa, zagađivanja zemljišta, reka i priobalnih područja, zagađivanja vazduha u slučaju spaljivanja, i zauzimanja velikog prostora na deponijama.

Načini sakupljanja otpadne ambalaže mogu biti izvedeni u vidu: sistema razdvajanja otpada na izvoru, sistema sakupljačkih centara i sistema kaučije. Sistemi za sakupljanje otpadne PET ambalaže treba da budu prilagođeni za specifičnosti svake lokalne zajednice kako bi se povećala njihova efikasnost. Takođe, sakupljanje treba da bude podržano od strane lokalne i republičke vlasti, ali i od strane medija kako bi se razvijala javna svest koja je ključna prilikom recikliranja.

8. ZAKLJUČAK

Savremene proizvode nemoguće je zamisliti bez upotrebe polimernih materijala, zbog čega se potreba za ovakvim materijalima neprestano povećava. Zahvaljujući svojim dobrim osobinama polimeri postepeno postaju zamena za prirodne materijale, usled njihove nestašice i visoke cene izrade. Razvojem modernog doba pojavila se potreba za jeftinijom ambalažom koja se lako transportuje, pa je upravo iz tog razloga odšlo do razvoja plastične, a pogotovo PET ambalaže koja je prilagođena današnjem načinu života i predstavlja adekvatnu zamenu za staklenu ambalažu.

U ovom radu prikazano je projektovanje tehnologije injekcionog presovanja predforme od koje se posle izrađuje plastična boca i prikazano je idejno rešenje alata za izradu predformi sa njegovom konstrukcijom i izborom odgovarajuće mašine.

9. LITERATURA

- [1] D. Vilotić, "Tehnologija oblikovanja plastike", Skripta za predavanja, FTN Novi Sad, 2007.
- [2] HTW2000 Instuction Manual, Haitai Plastic Machinery CO, LTD, China

Kratka biografija:



Milica Mojić, rođena je u Novom Sadu 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog Mašinstva – Tehnologije oblikovanja plastike odbranila je 2013.god.



Plavka Skakun, rođena je u Novom Sadu 1966. god. Magistrirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2001. god. Zaposlena je kao asistent u Laboratoriji za tehnologije plastičnog deformisanja Fakulteta tehničkih nauka.

PROJEKTOVANJE TEHNOLOGIJE INJEKCIONOG PRESOVANJA SPOLJNE ŠKOLJKE KACIGE**INJECTION MOLDING TECHNOLOGY DESIGN OF EXTERNAL HELMET SHELL**Marko Inđin, Mladomir Milutinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je prikazano idejno rešenje alata kojim se izrađuje spoljna školjka kacige i dat je opis tehnologije oblikovanja injeksionim presovanjem. Izvršen je odabir materijala od kog će se izrađivati zadati deo, prikazana je simulacija procesa sa svim potrebnim parametrima i urađen je proračun određenih parametara potrebnih za izbor mašine kako bi se na što tačniji način pristupilo konstruisanju alata za izradu spoljne školjke kacige.

Abstract – The work contains conceptual solution of tool used for external helmet shell producing and description of injection molding technology. Material for work piece has been chosen, simulation of process with all necessary parameters is shown and complete calculation of parameters needed for machine choosing is done, so it could be able to start with constructing of tools for the external helmet shell making on the more accurate way.

Ključne reči: Tehnologija injeksionog presovanja, Simulacija procesa, Spoljna školjka kacige

1. UVOD

Rapidan porast razvoja polimernih materijala i proširenja područja njihove primene uslovljen je razvojem savremenog društva i velikom primenom u skoro svim privrednim granama. Uzimajući tako u obzir razvoj motornih vozila, konkretno motocikala, javlja se potreba za razvojem zaštitne opreme i zaštitnih kaciga. Kaciga predstavlja oblik zaštitne opreme koji se nosi kako bi se glava zaštitila od povreda, pri čemu ona apsorbuje mehaničku energiju i sprečava prodor. Na slici 1 prikazana je spoljna školjka kacige za koju je potrebno konstruisati alat.



Slika 1: 3D model spoljne školjke kacige

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragiša Vilotić, red.prof.

Iako je spoljnu školjku kacige moguće izraditi putem različitih tehnologija, izbor tehnologije za ovu vrstu proizvodu se bira na osnovu vrste materijala, geometrije, dimenzija, veličine serije itd. U ovom radu usvojena je tehnologija injeksionog presovanja koja predstavlja najbolji izbor za konkretan slučaj. Cilj rada je razvoj tehnologije i konstrukcije idejnog rešenja alata za injeksiono presovanje spoljne školjke kacige.

2. DIZAJN SPOLJNE ŠKOLJKE KACIGE SA IZBOROM ODGOVARAJUĆEG MATERIJALA

Sve kacige su dizajnirane tako da štite glavu korisnika sa ciljem da smanje rizik od povreda glave i vrata. Kacige namenjene različitoj svrsi imaju različit dizajn.

Tako na primer postoji više tipova motociklističkih kaciga: Full face kaciga, Motocross/off-road kaciga, Open face kaciga, Half kaciga i Flip-up kaciga.

Motociklistička kaciga koja zadovoljava potrebe velikog broja prosečnih korisnika predstavlja tzv Open face kaciga koja pruža dovoljan stepen zaštite, kao i slobodu kretanja prilikom vožnje.

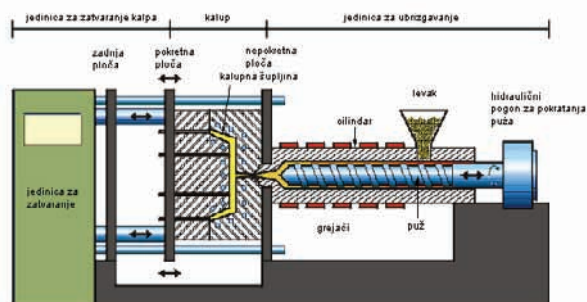
Uzimajući u obzir da problematika ovog rada predstavlja izradu alata za spoljnu školjku kacige, neophodno je prvo odabrati materijal od kog će se ona izrađivati. Postavljeni su određeni zahtevi u vidu osobina koje materijal spoljne školjke kacige mora da poseduje: visok kvalitet spoljnih površina, dobru otpornost na spoljne uticaje, određenu čvrstoću, potrebnu tvrdoću i otpornost na habanje, otpornost prema delovanju svetlosti, ekonomičnost i dobru obradivost injeksionim presovanjem. U skladu sa prethodno navedenim zahtevima, kao materijal pogodan za izradu spoljne školjke kacige odabran je Polycarbonat (PC) zbog svog dobrog odnosa mehaničkih osobina, kvaliteta površine i otpornosti na habanje, odnosa cene i kvaliteta i dobre obradivosti injeksionim presovanjem.

3. TEHNOLOGIJA OBLIKOVANJA SPOLJNE ŠKOLJKE KACIGE

Tehnologija injeksionog presovanja predstavlja najvažniji ciklični postupak prerade polimera i spada u najrazvijeniju grupu prerada u pogledu razvoja tehnologije. Glavne prednosti prerade polimera injeksionim presovanjem su [1]: ušteda materijala, kraće vreme izrade i mogućnost određivanja dimenzija izratka unared primenom određenih zakonitosti koje važe za ovaj postupak.

Svaki sistem za injeksiono presovanje sastoji se od četiri jedinice: jedinica za ubrizgavanje, kalup za injeksiono presovanje, jedinica za zatvaranje kalupa i pogonska i upravljačka jedinica.

Na slici 2 prilazana je šema mašine za injekciono presovanje.

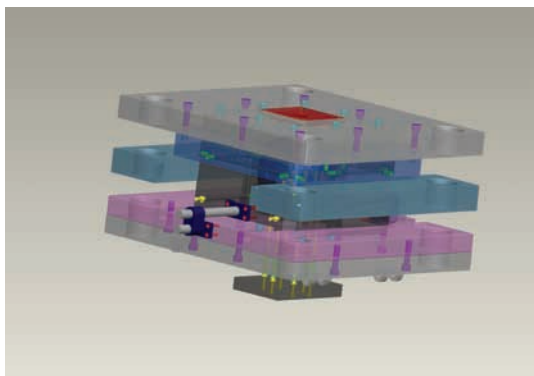


Slika 2: Šema mašine za injekciono presovanje [2]

4. IDEJNO REŠENJE ALATA ZA IZRADU SPOLJNE ŠKOLJKE KACIGE

Glavna uloga alata predstavlja davanje konačnog oblika polimernom materijalu. Alat se sastoji od niza standardizovanih delova, međutim za svaki proizvod potrebno je izraditi unikatnu kalupnu šupljinu koja se ne može standardizovati. Tip i karakteristike kalupa pretežno zavise od oblika i dimenzija izratka, vrste materijala, kao i od željenih mehaničkih karakteristika gotovog dela.

Na slici 3 prikazano je idejno rešenje alata za injekciono presovanje spoljne školjke kacige.



Slika 3: Idejno rešenje alata za izradu spoljne školjke kacige

Na osnovu odabranog izgleda i dimenzija spoljne školjke kacige pristupilo se konstruisanju alata za injekciono presovanje. Alata se sastoji iz tri podsklopa, a to su: nepokretni, pokretni i izbacivački.

Elementi nepokretnog podsklopa su: nepokretna ploča, ulivna čaura, stubovi za vođenje, ojačavajuća ploča i nepokretna matrica tj kalup. Nepokretna matrica služi kako bi se formiralo teme školjke kacige. Za nepokretnu ploču vezane su ojačavajuća ploča i nepokretna matrica, dok je za tačno pozicioniranje ulivne čaure neophodno montirati i čauru za centriranje mlaznice. Ojačavajuća ploča ima zadatak da obezbedi pravilan položaj pokretnih delova kada je alat u zatvorenom položaju.

Pokretni podsklop alata čine: žig, dve polovine kalupa, noseća pokretna ploča, potporne grede i sistem za hlađenje izratka. Pokretni podsklop alata se vezuje za mašinu preko noseće pokretne ploče, na kojoj su izrađeni žljebovi u vidu lastinog repa, i potporne grede, koje se za mašinu vezuju preko stubnih vodiča, a za kalupe su vezane sistemom lastinog repa. Pokretne polovine kalupa

imaju najveću ulogu u formiranju oblika izratka sa spoljašnje strane, dok je za to sa unutrašnje strane zadužen žig, koji takođe predstavlja i vodiču izbacivačkih šipki. Kako bi se obezbedila zadata temperatura alata potrebno je omogućiti pravilan tok rashladnog fluida kroz prethodno izrađene kanale za hlađenje, koji se nalaze u pokretnim delovima kalupa.

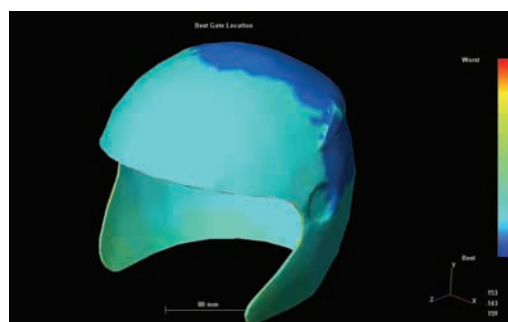
Izbacivački podsklop se delom nalazi unutar žiga, pa se na taj način omogućava odvajanje izratka od žiga, dok je za potpuno vađenje izratka iz kalupa zadužen radnik. Za aktiviranje izbacivačkih šipki zadužena je prateća ploča izbacivača koja se udarom o graničnik pomera i time omogućava pravilan rad izbacivačkog sistema.

5. SIMULACIJA PROCESA POPUNJAVANJA KALUPA

Simulacija procesa injekcionog presovanja radi se sa ciljem procene mogućnosti izrade zadatog dela, izbora, optimizacije, kao i provere parametara.

Izvršene su simulacije izbora lokacije ulaznog kanala, toka tečenja materijala, vremena hlađenja, linija zavarivanja, zaostalog vazduha i skupljanja materijala. Takođe izvršena je i provera parametara simulacije procesa.

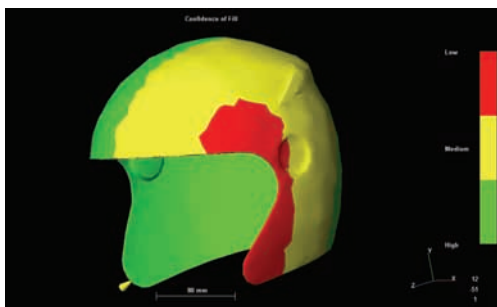
Na slici 4 prikazana je simulacija izbora lokacije ulaznog kanala, pri čemu se kao najpogodnija nameće pozicija na temenu izratka.



Slika 4: Izbor lokacije ulaznog kanala

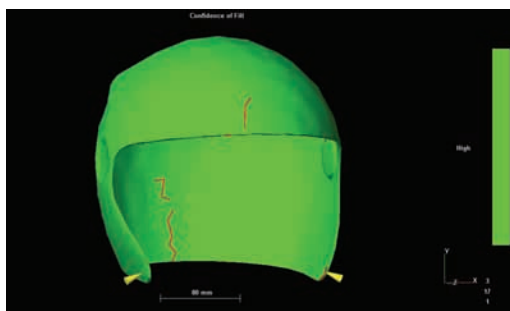
Nastavak procesa simulacije odnosi se na analizu vremena hlađenja pri čemu je utvrđeno da se unutrašnji deo školjke kacige sporije hladi, ali da pri tome ne dolazi do deformacija i promene geometrije izratka. Kako spoljna školjka kacige po konstrukciji predstavlja izradak sa uniformnom debljinom zidova bilo je za očekivati da će skupljanje materijala biti jednako po svim površinama izratka, što je i utvrđeno simulacijom. Do pojave vazdušnih mehurova dolazi usled nepravilnog odzračivanja alata, što je simulacijom ustanovljeno da ovde nije slučaj.

Kako bi se utvrdilo da su parametri procesa pravilno odabrani pristupa se izboru drugačijih položaja ulivnog sistema i razmatranju dobijenih rezultata. Kao prvi primer uzeto je postavljanje ulivnog sistema na donjem levom uglu školjke kacige. Tokom popunjavanja kalupa softver je prijavio grešku u vidu prekoračenja maksimalnog pritiska injekcionog presovanja tj nedovoljnog pritiska za pravilno i potpuno popunjavanje kalupne šupljine, pri čemu se ova lokacija ulivnog sistema smatra nepovoljnom. Na slici 5 jasno se vidi da je sa desne strane izuzetno nizak kvalitet popunjavanja, što je prikazano žutom odnosno crvenom bojom.



Slika 5: Prikaz za nezadovoljavajućeg kvaliteta popunjavanja kalupa

Kao drugi primer, za razliku od prethodnog, uzet je ulivni sistem sa dva ulivna mesta, simetrično postavljena na donjim uglovima izratka. Popunjavanje kalupa je znatno boljeg kvaliteta i odlikuje se kraćim vremenom ulivanja. Iako je popunjavanje kalupa zadovoljavajuće, dolazi do pojave skoncentrisanih linija zavarivanja po sredini izratka, koje su označene crvenom bojom. Na slici 6 prikazane su linije zavarivanja pri bočnom popunjavanju kalupa sa obe strane.



Slika 6: Linije zavarivanja pri bočnom popunjavanju kalupa sa obe strane

Neželjena pojava u vidu linija zavarivanja znatno smanjuje mehaničke osobine izrađenog dela, što je nedopustivo pri izradi motociklističkih kaciga. U slučaju pada sa ovako izrađenom kacigom neminovno dolazi do pucanja spoljne školjke kacige po središnjem delu. Nakon uvida u rezultate simulacija pri izmenjenim likacijama ulivnog sistema, dolazi se do potvrde da je najpogodnije mesto za postavljanje ulivnog kanala na temenu školjke kacige.

5. IZBOR MAŠINE

Na osnovu geometrije izratka i karakteristika materijala potrebnog za njegovu izradu moguće je izračunati teoretsku vrednost količine polimera po jednom ciklusu [3].

$$V_{th} = \frac{mn}{\rho} = \frac{520g \cdot 1}{1.20 \frac{g}{cm^3}} = 433.33 \text{ cm}^3$$

Gde su:

$V_{th} [m^3]$ – teoretska zapremina po ciklusu
 $m [kg]$ – teoretska masa izratka (preuzeta iz baze podataka programa ProEngineer)
 n – broj gnezda u kalupnoj šupljini
 $\rho [kg/m^3]$ – gustina polimera

Uzimajući u obzir potrebnu količinu materijala za brizganje, prečnik pužnog vijka i specifični pritisak brizganja vrši se izbor mašine za injekciono presovanje. Na osnovu dobijenih parametara dolazi se do zaključka da je mašina Battenfeld 2100/1300 [3] adekvatna za izradu zadatog proizvoda i prikazana je na slici 7.



Slika 7: Mašina za injekciono presovanje – Battenfeld 2100/1300 [4]

6. ZAKLJUČAK

Do velike primene polimernih materijala došlo je usled nemogućnost zadovoljavanja potreba tržišta putem proizvodnje prirodnih materijala. Razvoj prerade polimera uslovio je potiskivanje potrebe za proizvodima napravljenih od prirodnih materijala.

Jedna od najrazvijenijih i najznačajnijih tehnologija prerade polimera u današnje vreme predstavlja tehnologija injekcionog presovanja koja je opisana ovim master radom kroz razvoj datog proizvoda. Takođe, izvršena je konstrukcija alata potrebnog za njegovu izradu, kao i izbor adekvatne mašine.

7. LITERATURA

- [1] I. Čatić, "Proizvodnja polimernih tvorevina", Zagreb, 2006.
- [2] D. Vilotić, "Tehnologija oblikovanja plastike", Skripta za predavanja, FTN Novi Sad, 2007.
- [3] B. Perošević, "Kalupi za injekciono presovanje plastomera", Beograd, 1995.
- [4] www.battenfeld.com, 2012

Kratka biografija:



Marko Indin rođen je u Novom Sadu 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog Mašinstva – Tehnologije oblikovanja plastike odbranio je 2013.god.



Mladomir Milutinović, rođen je u Arilju 1967. god. Magistrirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2001. god. Zaposlen je kao asistent na Katedri za tehnologije oblikovanjem i inženjerstvo površina na Fakultetu tehničkih nauka.

PRIMENA EKOLOŠKIH TEHNOLOGIJA I SISTEMA U KOMPANIJI CIMOS-LIVNICA KIKINDA**APPLICATION OF ECOLOGICAL TECHNOLOGIES AND SYSTEMS WITHIN THE COMPANY CIMOS-FOUNDRY KIKINDA**

Aleksandar Mandić, Janko Hodolič, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Tema ovog rada jeste reciklaža otpadnog metala i kaluparskog peska u automatizovanoj proizvodnji nodularnog liva u Kompaniji Cimos – Livnica Kikinda. U radu se govori o reciklaži metala i reciklaži gvožđa kao jednom od otpadnih materijala koji se najviše reciklira, reciklaži metalne strugotine i reciklaži fabričkog peska, kao i zaštiti životne sredine i primeni standarda ISO 14001. Poseban osvrt dat je na predloge poboljšanja reciklaže fabričkog peska, briketiranju metalne strugotine kao jednom od predloga poboljšanja procesa u Kompaniji Cimos i primeni fabričkog peska u drugim industrijama.

Abstract – Subject of this work is recycle of waste material and molding sand in automatic production of nodular cast in company Cimos – Livnica Kikinda. This work comprehends themes as recycle of material and iron as one of waste material, which is recycling the most, recycle of metal chips and fabric sands, and also environmental protection and applying ISO 14001 standard. Significant chapter of this work is dedicated to suggestion on improvement in recycling of production sand and implementing the same in other industry.

Ključne reči: reciklaža otpadnog metala, reciklaža metalne strugotine, reciklaža fabričkog peska, zaštita životne sredine, standard ISO 14001

1. UVOD

Reciklaža (ponovno iskorišćenje) sekundarnih sirovina polako, ali sigurno ulazi u svest ljudi. Sadašnje stanje u vezi sa reciklažom u Srbiji nije na zadovoljavajućem nivou. Poslednjih godina intenzivno se radi na podizanju svesti stanovništva, na edukaciji i upoznavanju sa postupkom reciklaže i sakupljanju sekundarnih sirovina. Metal je idealan materijal za postupak reciklaže. Korisnost i sama upotreba ovog materijala otkrivena je pre više hiljada godina. Dugovečnost, kovnost, snaga i provodljivost su karakteristike metala koje su upotrebljavane godinama da bi se stvorila mnoga dobra koja možemo videti i danas. Pošto pri postupku reciklaže ne gubi na svojim osobinama, već se one mogu samo korigovati po potrebi, metal spada u materijale koji se najčešće recikliraju, a takođe i u materijale koje je najlakše reciklirati.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Janko Hodolič, red. prof.

Kalupna mešavina koja se odvaja od odlivaka pri istresanju, rastresita i u komadima, mora da se reciklira i pripremi za ponovno korišćenje kao komponenta sa najvećim udelom u prerađenim mešavinama.

Mešavina koja kruži u livačkoj proizvodnji prolazi kroz niz tehnoloških operacija čiji izbor zavisi od predviđenog tehnološkog postupka prerade. Najčešće je obavezno da se vrši:

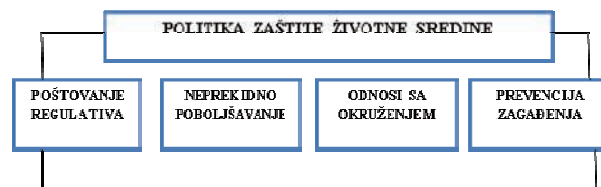
- magnetna separacija,
- drobljenje,
- prosejavanje,
- hlađenje.

U fabrici, kalupna mešavina se može reciklirati veći broj puta sve dok pesak koji se prerađuje, usled toplote i mehaničke abrazije, ne izgubi svoja zahtevana svojstva za proizvodnju kaluparske forme. Preradom, pesak koji se prerađuje, gubi svoja zahtevana svojstva i takav pesak se naziva „fabrički pesak“. U daljem procesu fabrički pesak se zamenjuje novim (svežim) peskom.

2. ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE U KOMPANIJI CIMOS – LIVNICA KIKINDA

Jasno postavljen i definisan sistem upravljanja životne sredine treba da čini nerazdvojiv deo integralnog sistema upravljanja organizacijom.

Politika zaštite životne sredine treba da bude vodič za uvođenje i poboljšanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine organizacije. Njome se uspostavlja nivo ukupne odgovornosti i učinka. Postoje četiri osnovna stuba na kojima treba da se zasniva politika zaštite životne sredine (slika 2.1)



Slika 2.1: Stubovi politike zaštite životne sredine

Sertifikat standarda ISO 9001:2000 Kompanija Cimos – Livnica Kikinda dobila je 2005. godine (slika 2.1). Ovaj standard predstavlja osnovni upravljački standard koji je primenjiv u svim tipovima kompanija i organizacija, bez obzira kojom delatnošću se bave (proizvodnja, trgovina, uslužne delatnosti,...) i koje su veličine. Standard je zasnovan na osam menadžment principa koji su osnova za uspešno poslovanje svih kompanija širom sveta i upravo

je i nastao kao rezultat „dobre menadžment prakse“ najuspešnijih svetskih kompanija.



Slika 2.2: Sertifikat ISO 9001:2008

Sertifikat standarda ISO 14001 Kompanija Cimos – Livnica Kikinda dobila je 2009. godine. Ovaj standard se veoma uspešno nadovezuje na ISO 9001:2000. Standard ISO 14001 obično uvode kompanije koje predstavljaju zagađivače životne sredine.



Slika 2.3: Sertifikat ISO 14001:2004

3. RECIKLAŽA METALA

Gvožđe, bakar, aluminijum i drugi metali su naročito vredne vrste otpada jer spadaju u neobnovljive prirodne resurse. Većinu metala je moguće preraditi. Danas se teži tome da se što veće količine, čvrstog otpada podvrgavaju regeneraciji i reciklaži. Reciklaža metalnog otpada veoma je važna kako zbog zaštite okoline, tako i sa ekonomske tačke gledišta. Od metala se pravi niz najrazličitijih stvari čija je upotrebna vrednost u savremenom društvu nemerljiva.

Staro gvožđe je kvalitetna sirovina za proizvodnju čelika. Recikliranjem gvožđa smanjujemo potrebu za sirovinom u vidu sirovog gvožđa, a ušteda na recikliranom u odnosu na dobijanje novog gvožđa iz prirode iznosi 60%.

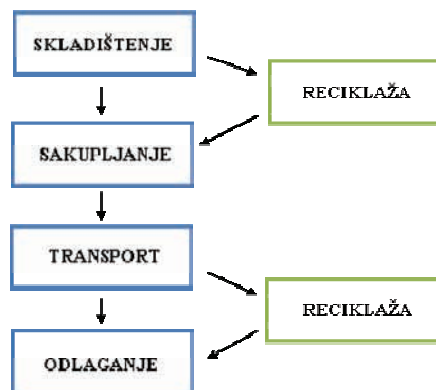
Bakar je moguće potpuno reciklirati, pa je kao takav ekološki prihvatljiv materijal sa bezvremenskom vrednošću.

Bakar koji se može reciklirati krije se u svim elektronskim uređajima. Da bi se dobila tona bakra iz rudnika, mora se prvo obraditi 1.000 tona rude. Ta ista

tona se krije i u 14 tona elektronskog otpada i do nje se može doći uz pomoć reciklaže.

Za jednu tonu aluminijuma potrebno je iskopati četiri tone rude boksita i potrošiti 13.000 kWh električne energije. Upotrebom starog za proizvodnju novog aluminija, moguće je uštedeti 95% energije.

Osnovni sistemi upravljanja otpadom mogu uključivati različite tehnologije i stepene sofisticiranosti, a za sve je zajedničko da uključuju skladištenje, sakupljanje, transport i odlaganje otpada (slika 3.1), uz dodatna logična unapređenja tehnologije, kao što su sabijanje i prenos otpada.

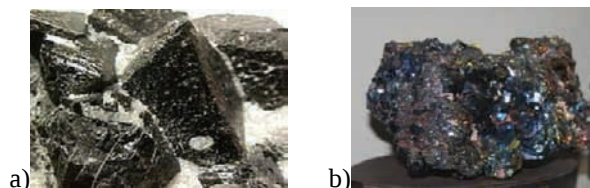


Slika 3.1: Elementi osnovnog sistema upravljanja otpadom

4. DOBIJANJE GVOŽĐA I RECIKLAŽA OTPADNOG METALA

Metal je idealan materijal za postupak reciklaže. Otpadni metal se može lako prikupiti i obraditi na pravi način, ali samo ukoliko je društvo zainteresovano za takvo rešenje. Otpadni metal se može ponovo iskoristiti za proizvodnju novih sirovina. Metode recikliranja metala su dobro poznate i primenjuju se širom sveta.

Gvožđe se dobija iz svojih ruda: magnetit (Fe_3O_4) (slika 4a), hematit (Fe_2O_3) (slika 4b), limonit ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) i siderit (FeCO_3). Ruda siderit se mora prethodno žariti da bi se prevela u oksid. Najčešće se različite rude mešaju da bi se dobilo gvožđe odgovarajućeg sastava. Sitna ruda se prethodno presuje (briketira) ili speče (aglomerira) u krupnije komade, koji su povoljniji za preradu. Za dobijanje gvožđa mogu se koristiti i oksidni ostaci prženog pirita pri dobijanju sumporne kiseline.



Slika 4a i 4b: Rude gvožđa

Reciklaža sekundarnih sirovina sa sadržajem metala uslovljena je nedostatkom sekundarnih sirovina, kao i neophodnošću zaštite životne sredine. Ono se smatra

problemom na nivou cele planete. Zemlje sa razvijenom ekonomijom imaju veliku prednost u odnosu na Srbiju, kako sa aspekta tehnologije minimizacije otpada, tako i iz oblasti zakonodavstva i ekonomije. Najveća razlika je upravo u celovitom pristupu i svesti građana o postupanju sa otpadom i životnom sredinom.

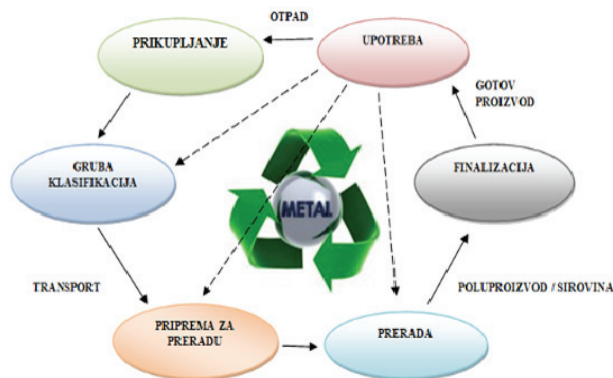
Problematika ponovnog dobijanja metala iz sekundarnih sirovina i smanjenja ekološkog opterećenja putem reciklaže je složen problem koji zahteva kompleksan pristup i uglavnom korišćenje kombinacije više metoda i načina postupanja sa pojedinim vrstama otpada.

Reciklaža sekundarnih sirovina sa sadržajem metala je u centru pažnje razvijenih država koje će ovaj problem rešiti kao interdisciplinarni, obuhvatajući oblast tehnologije, zakonodavstva i ekonomije, sa ciljem povećanja kvaliteta životne sredine.

5. RECIKLAŽA METALNOG OTPADA U KOMPANIJI CIMOS – LIVNICA KIKINDA

Postupak reciklaže metalnog otpada u Kompaniji Cimos – Livnica Kikinda odvija se u koracima koji su ustaljeni i obavljaju se duži niz godina. Postupak tretiranja metalnog otpada u Livnici Kikinda je definisan internim dokumentima koji su napisani u skladu sa zakonom o upravljanju otpadom.

Kao metalni otpad pojavljuju se škart delovi koji nastaju u toku proizvodnje, ostaci ulivnog sistema, strugotina i metalni otpad koji se otkupljuje od fizičkih i pravnih lica. Takav otpad se dalje koristi kao sirovina. Reciklažni krug u kompaniji Livnica Kikinda prikazan je na slici 5.1.



Slika 5.1: Reciklažni krug u Kompaniji Cimos – Livnica Kikinda

Škart delovi i strugotina, kao materijal koji se reciklira, sakupljaju se i odvajaju u posebnim kontejnerima. Razvrstavanje otpadnog metala se vrši prema vrsti materijala: čelik, nodularni liv, sivi liv, aluminijum itd.

U samom lancu reciklaže strugotine nakon mašinske obrade delova od nodularnog liva u Livnici Kikinda nedostaje presa za izradu briketa (slika 5.2) čime bi se smanjili troškovi i vreme reciklaže strugotine, jer bi se u postupku izostavila izrada ingota, a samim tim bi došlo do velike uštede u vremenu i energiji. Takođe, manje bi se zagađivala životna sredina, jer bi se smanjila emisija štetnih gasova i prašine koji predstavljaju prateće pojave procesa topljenja. Treba navesti da su briketi mnogo bolja sirovina za sam postupak topljenja, nego što je to strugotina. Ovo se potvrđuje činjenicom da, ako se kao

sirovina u procesu topljenja koristi strugotina, zbog visokih temperatura imamo pojavu da velik procenat strugotine sagori što na kraju rezultuje manjom količinom liva.



Slika 5.2: Presa za briketiranje metalne strugotine i izgled metalnog briketa

6. ANALIZA I PREDLOG POBOLJŠANJA RECIKLAŽE KALUPNOG PESKA U KOMPANIJI CIMOS – LIVNICA KIKINDA

Kalupna mešavina koja se odvaja od odlivaka pri istresanju, rastresita i u komadima, mora da se reciklira i pripremi za ponovno korišćenje kao komponenta sa najvećim udelom u prerađenim mešavinama.

U fabrici, kalupna mešavina se može reciklirati veći broj puta sve dok pesak koji se prerađuje, usled toplote i mehaničke abrazije, ne izgubi svoja zahtevana svojstva za proizvodnju kaluparske forme. Preradom, pesak koji se prerađuje, gubi svoja zahtevana svojstva i takav pesak se naziva „fabrički pesak“. U daljem procesu fabrički pesak se zamenjuje novim (svežim) peskom.

Mešavina koja kruži u livачkoj proizvodnji prolazi kroz niz tehnoloških operacija čiji izbor zavisi od predviđenog tehnološkog postupka prerade. Najčešće je obavezno da se vrši:

- magnetna separacija,
- drobljenje,
- prosejavanje,
- hlađenje.

Kvarcni pesak se više puta reciklira tokom procesa proizvodnje kalupne mešavine čime se smanjuje potreba za velikim količinama skupog, novog kvarcnog peska.

Suština procesa reciklaže je:

- odstranjivanje mehaničkih nečistoća, uglavnom metalnih,
- uklanjanje sloja veziva sa površine peska,
- izdvajanje prašine i sitnih čestica,
- dobijanje zrna određene veličine i jednorodnosti.

Pesak može da se reciklira na razne načine čišćenjem i izdvajanjem iz mešavine. U zavisnosti od vrste korišćene mešavine, tehnologije kalupovanja i zahteva za čistoćom

peska, primenjuje se celokupan ciklus procesa reciklaže ili samo nekoliko operacija.

Osnovni postupci su mokra, suva i termička reciklaža.

7. PRIMENA FABIČKOG PESKA U DRUGIM INDUSTRIJAMA

Livnice koriste velike količine peska kao jednu od komponenti u procesu livenja. Fabrike uspešno recikliraju i ponovo koriste pesak više puta. Kada se pesak više ne može koristiti, uklanja se iz fabrike i takav iskorišćeni pesak se naziva „fabrički pesak“.

Za razliku od drugih zemalja koje su našle veliku primenu fabričkog peska u drugim industrijama, odbačeni fabrički pesak, ne samo Livnice Kikinda, već i mnogih drugih u Srbiji, odnosi se na deponije i završava kao otpad koji nema dalju primenu.

Fabrički peska ima gotovo sve osobine prirodnog ili proizvedenog peska i može da se koristi kao zamena za pesak. Upotrebljava se kao materijal za popunjavanje nasipa ili kao vruća mešavina za izradu asfalta, tečno punjenje i cementni beton. Takođe, fabrički pesak može da se drobi sa jezgroma i koristi za izgradnju baze za puteve. U tabeli 7.1 može se videti rangiranje iskorišćenosti fabričkog peska u različitim primenama.

MESTO	PRIMENA
1.	Nasipi
2.	Osnova za izgradnju puteve
3.	Vruća mešavina za asfalt
4.	Tečno punjenje
5.	Zemljište / hortikultura
6.	Cement i cementni proizvodi
7.	Kontrola proklizavanja
8.	Druga primena

Tabela 7.1: Primena fabričkog peska u drugim industrijama

Ostale oblasti inženjstva u kojima se primenjuje fabrički pesak su:

- proizvodnja cementa,
- proizvodnja maltera,
- agrikultura / dopuna zemljištu,
- za oblaganje opasnih materija,
- za posipanje puteva pod snegom i ledom,
- za rastapanje,
- za proizvodnju staklene vune,
- za proizvodnju fiberglasa,
- za pokrivanje deponija.

8. ZAKLJUČNA RAZMAZРАНJA

Širom sveta razvoj i ekspanzija industrijskih procesa i neprestano uvođenje u proizvodnju novih proizvoda stvara sve veće količine opasnog otpada koji predstavlja potencijalnu pretnju životnoj sredini i javnom zdravlju.

Čovek je, sa svojim aktivnostima, odlučujući činilac u menjanju i zagađivanju okoline. Korišćenje savremenih sredstava zaštite čovekove radne i životne sredine nužan je zahtev savremenog tehnološkog napretka.

Problem sa kojim se suočavaju mnoge livnice u našoj zemlji jeste odlaganje fabričkog peska na deponije umesto da se istom nadje primena u drugim granama industrije. Sve je više deponija na kojima se otpad odlaže, a koje degradiraju tlo, smanjuju površinu obradivog zemljišta i postaju potencijalni izvori zaraze ljudi i životinja. Reciklaža značajno smanjuje količinu otpada koji se odlaže na deponije, a samim tim i njihovo širenje.

9. LITERATURA

- [1] Šooš, Lj.: Otpady 1. Slovenská Tehnycká Univerzita v Bratislave, Strojnícka fakulta, Bratislava, 2007
- [2] Vujić G., Brunner, Paul N.: Održivo upravljanje otpadom, Novi Sad, 2009, ISBN 978-86-7892-187-2
- [3] Hodolić J., Badida M., Majernik M., Šebo D.: Mašinstvo u inženjerstvu zaštite životne sredine, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2005
- [4] Hodolić J., Vukelić Đ., Hadžistević M., Budak I., Badida, M., Bosak M., Šooš LJ., Kosec B.: Reciklaža i reciklažne tehnologije, FTN Izdavaštvo (publikacija u pripremi), Novi Sad, 2011

Kratka biografija:



Aleksandar Mandić, rođen u Kikindi 1981. godine. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2013. godine na Departmanu za proizvodno mašinstvo. Diplomski master rad je odbranio iz oblasti ekološke tehnologije i sistemi.



Prof. dr Janko Hodolić, rođen 1950. godine u Pivnicama, R. Srbija. Magistrirao i doktorirao na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu gde je i izabran u zvanje redovnog profesora od 1997. godine. Njegova uža naučna oblast je Metrologija, kvalitet, pribori i ekološko inženjerski aspekti. Do sada je objavio preko 450 naučnih radova kao autor i koautor, od kojih je oko polovina publikacija na međunarodnom nivou (međunarodne monografije, časopisi, konferencije i sl.).

MONTAŽNI OBJEKTI I METODE ANALIZE ČVORNIH ELEMENATA

PREFABRICATED OBJECTS AND METHODS FOR ANALYSIS OF NODAL ELEMENTS

Branimir Ćurčija, Radomir Đokić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu je dat pregled aktuelnosti vezanih za područje primene montažnih objekata a zatim akcenat stavljen na idustrijske montažno-demontažne hale. Takođe je prikazana statička analiza kritičnih elemenata u konstrukciji pomenutih hala upotrebom softverskog paketa Catia V5, uz napomenu, da osnovni cilj ovih analiza nije projektovanje čvornih elemenata sa stanovišta dozvoljenih naprezanja, već je osnovni cilj da se prikažu načini na koje je moguće doći do rešenja koja su zadovoljavajuća.

Abstract – The paper provides an overview of current events related to the field of application of prefabricated structures and accent was placed on the prefabricated industrial halls. Also the paper shows the static analysis of critical elements in the construction of these halls using Catia V5 software package, noting that the main goal of this analysis is not the constructioning of node elements, but the main goal is to show the ways in which it is possible to get to solutions that are very close to the real.

Gljučne reči: *montažni objekti, idustrijske hale, statička analiza*

1. UVOD

Upotreba gvožđa, a potom čelika, kao materijala za noseće konstrukcije u mašinstvu i građevinskim objektima, je relativno skorijeg datuma. Prva konstrukcija od gvožđa stara je tek nešto više od 200 godina. Za izvođenje građevinskih objekata sa nosećom konstrukcijom od metala, čelik predstavlja još i danas, po upotrebljenoj količini, glavni materijal, mada se poslednjih decenija uočava i povećana upotreba aluminijuma.

Čelične konstrukcije poseduju specifična svojstva i značajne tehničke i funkcionalne prednosti u odnosu na druge mašinske i građevinske materijale, te zato imaju široku primenu za sve vrste mašinskih i građevinskih konstrukcija.

Kao materijal za noseće konstrukcije čelik poseduje izuzetne karakteristike u koje spadaju:

- visoka mehanička svojstva
- male dimenzije i težine elemenata čeličnih konstrukcija
- industrijalizovana proizvodnja laka manipulacija, transport i montaža.

NAPOMENA:

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

2. MONTAŽNI OBJEKTI I NJIHOVA PRIMENA

Savremeni način gradnje idustrijskih objekata, sve brži razvoj privrede, pa tako i poljoprivrede, kao i potreba za intenzivnijom izgradnjom objekata različite namene, a sa druge strane sve oštriji uslovi tržišta zahtevaju brzu gradnju objekata što je dovelo do razvoja različitih sistema i tipova montažno-demontažnih objekata.

Pojam „montažni objekti” podrazumeva veoma širok dijapazon objekata, zavisno od njihove veličine (mali, srednji, veliki), namene (proizvodne hale, magacini, tržišni centri, radionice, garaže, stambeni objekti...), vrste noseće konstrukcije (čelik, beton, drvo), tipa panelnog materijala (lim, drvo, prefabrikovani beton, poliuretanski sendvič paneli...).

2.1 Noseće konstrukcije montažnih objekata

Pod pojmom noseće metalne konstrukcije podrazumevaju se konstrukcije koje su pretežno ili potpuno izrađene od metala. Svaka konstrukcija sastoji se od delova, koji ugrađeni u konstrukciju sačinjavaju funkcionalnu celinu.

Konstrukcije se dele prema konstruisanju, izradi i primeni na:

- zgrade
- mostove
- transportna sredstva (brodovi, avioni, šinska vozila, itd.)
- konstrukcije idustrijskih postrojenja (dizalice, pretovarni mostovi, transporteri)



Slika 1 Dalekovodi, idustrijske hale, dizalice

2.2 Aktuelnosti u razvoju i primeni montažnih objekata

Pored ovih, dobro poznatih, područja primene montažnih objekata u ovom poglavlju su navedene i neke specifičnosti, odnosno područja primene sa kojima se ne sreće svakodnevno.

Luksuzne montažne kuće koje se izgrađuju na područjima gde je moguće prisustvo izrazito jakih vetrova ili potresa, ili, u današnje vreme, kada se o zaštiti životne sredine vodi mnogo veća briga, a ideja o „zalenim kućama” sve aktuelnija, kuće koje su u stanju da proizvedu više energije nego što potroše, prikazano na sl. 2.



Slika 2 Montažna kuća od prefabrikovanih armiranobetonskih modula i „zelena kuća“

Aktuelni su i montažni objekti u vidu dodatnih prostorija koje mogu da se koriste u razne svrhe, kako je prikazano na sl. 3. Početna premisa projekta *Billboard House* studija, koji istražuju arhitektonske mogućnosti bilborda, takođe prikazano na sl. 3 jeste mogućnost postavljanja kućnog prostora unutar raznovrsnih strukturalnih situacija.



Slika 3 Montažni objekti u vidu dodatnih prostorija i bilbord kao montažna konstrukcija prolagođena za stanovanja

Neki od silosa koji su predstavljeni na sl. 4 su, međutim, transformisani u veoma kreativne i prilagodljive projekte za ponovno korišćenje.

Prevazilaženjem njihove prvobitne namene, dobijene su moderne apartmanske zgrade, neobični restorani, ekološki domovi, moteli itd. Takođe primer modularnih konstrukcija predstavljaju i hoteli koji je izgrađen korišćenjem brodskih kontejnera, sl. 4.

Modularna priroda kontejnera, njihova laka manipulacija, kao i činjenica da se mogu naći kao industrijski suficit čini ih idealnim prefabrikovanim materijalom. Na taj način je, u nekim slučajevima, moguća izgradnja celih gradskih četvrti.



Slika 4 Montažni objekti u vidu silosa ili brodskih kontejnera transformisanih u luksuzne hotele

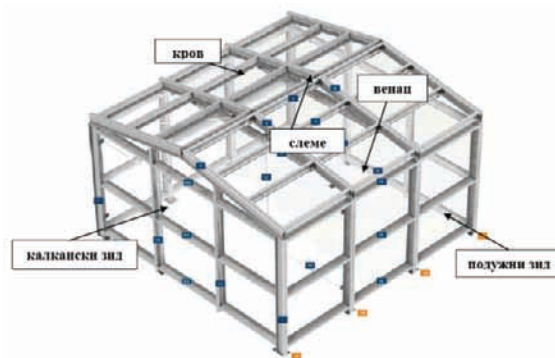
2.3 Osnovni pojmovi kod montažno-demontažnih objekata

Montažne hale se izvide fabričkom proizvodnjom čelične konstrukcije-elementa koji se u kratkim rokovima dopremaju i montiraju na zadatoj lokaciji nakon čega sledi pokrivanje krova i oblaganje fasada.

Najčešće se za krovno i fasadno pokrivanje upotrebljavaju gotovi „sendvič“ paneli sa termoizalacionom ispunom prema zahtevu projekta, a najčešće se koriste mineralna vuna, poliuretan ili ekspanzirani polistiren.

Industrijske montažne hale, osnovni pojmovi:

- Podužni zid – obimni zid hale koji se proteže „po dužini“ ili upravno na glavni poprečni okvir
- Kalkanski zid ili kalkan – zid hale koji zatvara halu „sa čela“ ili paralelno sa glavnim poprečnim ramom
- Sleme hale – najviša tačka krova hale – mesto preloma krovne ravni
- Venac hale – najniža tačka krova hale – linija gde se presecaju krov i podužni zid



Slika 5 Osnovni elementi idustrijske hale

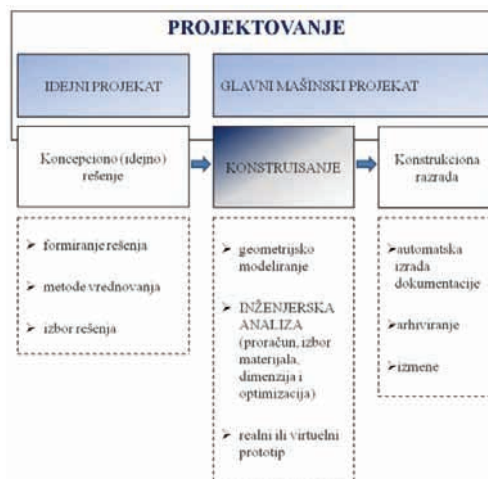
3. STATIČKA ANALIZA ČVORNIH ELEMENATA U SISTEMU MONTAŽNIH OBJEKATA

3.1 Opšte o metodama projektovanja

Razvoj računarske tehnike i informacionih tehnologija omogućio je, slično kao i u većini inženjerskih disciplina, znatno povećanje kvaliteta i efikasnosti projektovanja mašinskih konstrukcija.

Kako bi se složena problematika projektovanja u mašinstvu učinila efikasnijom ceo postupak je podeljen u logičko funkcionalne celine tzv. faze projektovanja.

Faze projektovanja moguće je delimično ili potpuno automatizovati primenom računara. Primena računara moguća je u svim njegovim fazama ali je najznačajnija u fazi konstruisanja i konstrukcione razrade odnosno pri izradi glavnih mašinskih projekata, sl. 6.



Slika 6 Faze i operacije savremenog projektovanja uz primenu računara

Za inženjersku analizu, koja obuhvata postupke proračuna i optimizacije, od posebnog značaja je bio razvoj numeričkih metoda a pre svega metode konačnih elemenata (MKE) koja je uz pomoć računara postala nezaobilazan alat u inženjerskom projektovanju a time i intenziviranju primene računara u inženjerskoj praksi.

3.2 Analiza čvornih elemenata metodom konačnih elemenata u programu Catia V5

Metod konačnih elemenata među savremenim metodama numeričke analize zauzima posebno mesto. Zbog svoje jednostavne matematičke formulacije i očiglednog fizičkog značenja metod konačnih elemenata danas je najefikasniji i najčešće primenjivani metod u rešavanju različitih zadataka mehanike kontinuuma. Široka rasprostranjenost metode konačnih elemenata može se objasniti i postojanjem velikog broja računarskih programa, sa visokim stepenom automatizacije kod generisanja mreže konačnih elemenata, formiranja i rešavanja velikog broja algebarskih jednačina i grafičkih prikaza dobijenih rezultata.

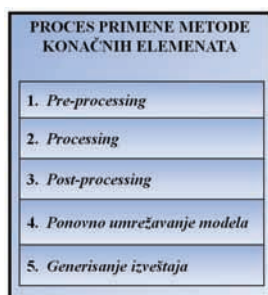
Sam tok rešavanja po MKE se svodi na proces rešavanja „korak po korak“ u algoritamskom poretku čime je omogućena efikasna primena računara. U tom procesu osnovni koraci su:

- Diskretizacija kontinuuma. Izbor broja, veličine i oblika konačnih elemenata – formiranje mreže konačnih elemenata,
- Izbor interpolacionih funkcija, najčešće u obliku polinoma koji treba da obezbedi takva pomeranja tačaka na granicama konačnih elemenata da odstupanja od susednih elementa budu minimalna,
- Izračunavanje karakteristika elemenata. Formiranje matrice krutosti i vektora opterećenja za konačne elemente,
- Sastavljanje ukupne (globalne) matrice krutosti, vektora opterećenja i graničnih uslova strukture,
- Rešavanje nepoznatih pomeranja čvorova iz jednačina statičke ravnoteže,
- Izračunavanje deformacije i napona konačnih elemenata.

Savremeni računari omogućuju, sem prvog koraka, potpunu automatizaciju postupka.

Analize su bazirane na metodi konačnih elemenata.

Postupak primene MKE može se podeliti u nekoliko koraka koji su prikazani na sl. 7.

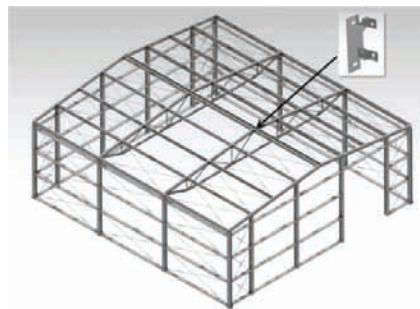


Slika 7 Proces primene metode konačnih elemenata

3.2.1 Statička analiza čvornog elementa za vezu podužnog nosača i unutrašnjeg rama

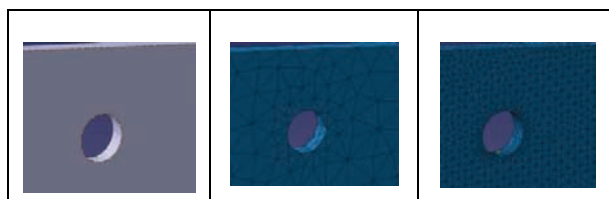
Izvršena je analiza čvornog elementa, ploče koja služi za vezu podužnog nosača i unutrašnjeg rama, a njena pozicija u konstrukciji hale prikazana je na sl. 8.

Treba napomenuti da osnovni cilj ovih analiza nije projektovanje čvornih elemenata koji će u konstrukciji hale imati zadovoljavajuću čvrstoću već je osnovni cilj da se prikažu načini na koji je moguće doći do rešenja koja su zadovoljavajuća, najpribližnija stvarnom, što može biti značajno posebno za mlade inženjere koji nemaju dovoljno praktičnog iskustva.



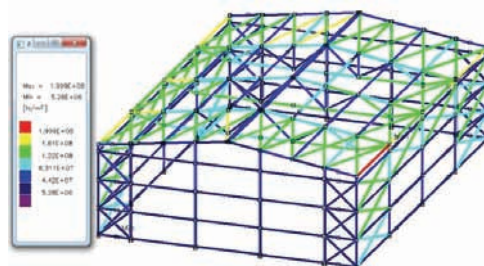
Slika 8 Pozicija opterećenog čvornog elementa u konstrukciji

Vrlo važno je izvršiti adekvatan izbor veličine i vrste konačnih elemenata. Neadekvatan izbor veličine konačnih elemenata ne opisuje dobro kružne otvore a samim tim neće ni dati približno tačna rešenja, pa je potrebno primeniti lokalno umrežavanje konačnim elementima, sl. 9.



Slika 9 Umrežavanje modela

Što se tiče zadavanja ograničenja na modelu, softverski paket Catia V5 nudi široku paletu mogućnosti, a način zadavanja zavisi isključivo od iskustva i osećaja projektanta, dok su vrednosti sila i momenata koji deluju na odabrani čvorni element preuzeti iz proračuna industrijske hale upotrebom programskog paketa KRASTA, sl. 10.



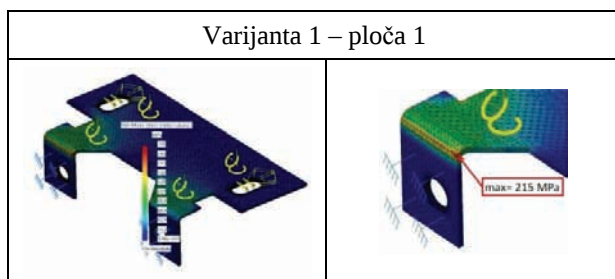
Slika 10 Naponsko stanje industrijske hale u programskom paketu KRASTA

U narednom tekstu je prikazano nekoliko rešenja, odnosno put ka pronalaženju rešenja koje najmanje odstupa od tačnog, za statički proračun opterećenih čvornih elemenata, polča, koje predstavljaju kritične tačke u konstrukciji hale i to upotrebom softverskog paketa Catia V5.

Nakon analize dobijeni su rezultati, odnosno naponska stanja za određene varijante zadavanja opterećenja, veza i ograničenja na modelu.

Kod varijante 1, mada će to biti i u svim ostalim, čvorni element je na jednom kraju kruto vezan dok se na drugom kraju zadaju opterećenja. Ono što će se razlikovati od slučaja do slučaja jeste način zadavanja ograničenja dok će opterećenja ostati ista.

Što se tiče ograničenja, u ovoj varijanti je korišćena kruta veza. Biraju se površine koje su u kontaktu sa ramovima (unutrašnjim i spoljašnjim).



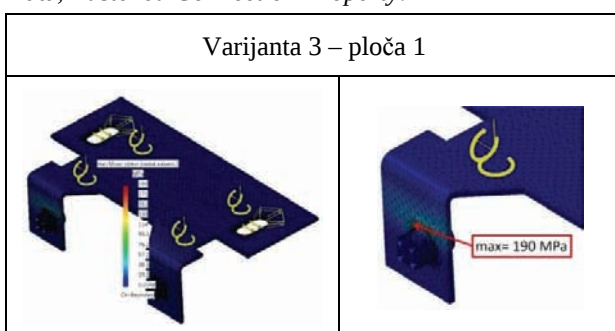
Slika 11 Raspodela napona u čvornom elementu, varijanta 1

U drugom slučaju su korišćeni virtuelni elementi za simulaciju veznih elemenata, *Smooth Virtual Part*, koji približno uzimaju u obzir elastične deformacije elemenata sa kojima su u kontaktu.



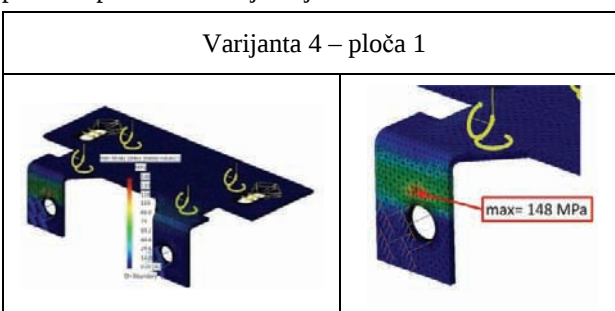
Slika 12 Raspodela napona u čvornom elementu, varijanta 2

Kod varijante 3 su za zadavanje opterećenja, korišćeni dodatni *part*-ovi koji zamenjuju (simuliraju) zavrtnjeve. Veza između dodatnih elemenata i čvornog elementa je kruta, *Fastened Connection Property*.



Slika 13 Raspodela napona u čvornom elementu, varijanta 3

Varijanta 4 je slična prvoj, razlika je samo što se ovde ograničenja zadaju, umesto na celoj površini koja naleže na ramove, izdvojenom delu površine koji je adekvatan površini podloški sa kojima je u kontaktu.



Slika 14 Raspodela napona u čvornom elementu, varijanta 4

Kod varijante 5 su, analogno prethodnoj, opterećenja koja deluju na čvorni element zadavana na površini koja je adekvatna površini podloške koja na njega naleže, što je

realnije jer sile koje deluju na čvorni element se prenose upravo preko njih.



Slika 15 Raspodela napona u čvornom elementu, varijanta 5

4. ZAKLJUČAK

Montažni objekti predstavljaju dobro rešenje za trajne ili privremene potrebe. Njihove glavne prednosti su povoljna cena, brza montaža i mogućnost preseljenja na drugu lokaciju.

Prednosti upotrebe računara u inženjerskoj praksi jeste mogućnost provere čvrstoće elemenata ili konstrukcija, što ima za cilj smanjenje troškova usled otklanjanja nedostataka koji bi bili otkriveni na taj način. Nakon analize prethodnih slučajeva opterećenja čvornih elemenata može se zaključiti da je vrlo važno na koji način se zadaju veze, ograničenja i opterećenja, odnosno uloga mašinskog inženjera pri definisanju modela je ključna za dobijanje rešenja koje je što približnije stvarnom.

5. LITERATURA

- [1] Babin, N., Vladić, J., Brkljač, N., Šostakov, R.: „Metalne konstrukcije u mašinstvu”, FTN Novi Sad, 2012.,
- [2] Buđevac, D., Marković, Z.: „Metalne konstrukcije“, Građevinski fakultet Beograd, 1997.,
- [3] Vladić, J., Živanić, D., Đokić, R.: „Savremeni postupci analize nosećih konstrukcija montažnih objekata“; 9. Međunarodna konferencija o dostignućima elektrotehnike, mašinstva i informatike DEMI 2009, Banja Luka, 28.-29. maj 2009, zbornik radova str. 127-134, ISBN 978-99938-39-23-1,
- [4] Domazet, Ž., Krstulović, L.: „Metalne konstrukcije i konstruisanje“, Fakultet elektrotehnike, Split, 2006.,

Kratka biografija:



Branimir Ćurčija je rođen u Pakracu 1983. god. Diplomski - master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Mehanizacija i konstrukciono mašinstvo odbranio je 2013. god.



Mr Radomir Đokić je asistent na FTN-u u Novom Sadu. Oblasti rada su: automatizovano projektovanje mobilnih mašina, transportni sistemi, dinamička analiza mašina i uređaja.

ELEKTRONSKI PROCESI U FOTONAPONSKOJ ČELIJI**ELECTRONIC PROCESSES IN PHOTOVOLTAIC CELL**Bogdan Vujadinović, Vladimir Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Rad obrađuje osnovne fizičke principe rada fotonaponske ćelije. Opisuje proces dobijanja električne energije korišćenjem fotonaponskog efekta. Dat je pregled materijala pogodnih za izradu fotonaponskih ćelija, kao i njihova klasifikacija. Predstavljene su neki matematički modeli i razmotrena su teorijska ograničenja maksimalne efikasnosti. Analizirana je efikasnost postojećih solarnih ćelija, kao i neke od mogućnosti poboljšanja.

Abstract – The paper deals with basic physical principles of the photovoltaic cell operation. It describes the process of generating electric energy by using the photovoltaic effect. The paper provides with an overview of the materials suitable for the photovoltaic cell production, as well as their classification. It also provides with some mathematical models and discusses the theoretical limitations of the maximum efficiency. The efficiency of the existing solar cells is analyzed, as well as the possibilities of its improvement.

Ključne reči: Solarna energija, solarne ćelije, fotonaponska konverzija, p-n spoj

1. UVOD

Globalna svetska potrošnja energije iz godine u godinu raste. Povećanje broja stanovništva, kao i ubrzanje razvoja industrije i saobraćaja, samo su neki od faktora koji utiču na to. Ljudi koriste energiju za najrazličitije potrebe, ali najveći deo potrošnje odlazi na svega nekoliko operacija kao što su: transport, grejanje, hlađenje, i proizvodnja električne energije [1].

S obzirom na činjenicu da se najveći deo energije dobija sagorevanjem fosilnih goriva, problemi zagađenja životne sredine i globalnog zagrevanja su sve prisutniji. Ovo jasno ukazuje na potrebu za čistim oblicima energije kao što je električna energija, a ona se vrlo elegantno može dobiti korišćenjem fotonaponskih tehnologija, bez štetnih posledica po okolinu.

2. SOLARNA ENERGIJA

Pod solarnom energijom u opštem smislu podrazumeva se energija sunčevog zračenja koja se najlakše opaža u vidu toplote i svetlosti. Solarne energije ima u izobilju. U samo jednom satu, na površinu Zemlje dospe ona količina energije Sunca koja je dovoljna za sve potrebe čovečanstva za period od godinu dana.

Korišćenjem fotonaponskih ćelija, jedan deo ove energije moguće je konvertovati u električnu, koja se dalje može lako transportovati, skladištiti, ili upotrebiti u najrazličitije svrhe.

3. FOTONAPONSKA KONVERZIJA

Fotonaponska konverzija zasniva se na fotonaponskom efektu, koji je još davne 1839. godine prvi put uočio francuski fizičar Aleksandar Bekerel. Ovim fenomenom bavili su se neki od najvećih svetskih umova u oblasti nauke kao što su Hajnrih Herc i Albert Ajnštajn, što je nesumnjivo doprinelo današnjoj dostupnosti energije dobijene fotonaponskom konverzijom.

3.1. Osnovni fizički principi

Sve fotonaponske ćelije rade na suštinski istim principima. Zahvaljujući poluprovodničkim strukturama poznatijim kao p-n spoj, pobuđeni elektroni mogu da proizvedu koristan rad. Osnovni procesi koji čine fotonaponski efekat su [2]:

- Generisanje nosilaca naelektrisanja usled apsorpcije fotona u materijalima koji formiraju spoj,
- Naknadna separacija foto-generisanih nosilaca naelektrisanja u spoju,
- Kolekcija foto-generisanih nosilaca naelektrisanja na priključcima spoja.

3.2. P-N spoj

P-N spoj se sastoji od dva različita selektivno dopirana poluprovodnika: p-tip i n-tip. Dok su u poluprovodniku p-tipa većinski nosioci naelektrisanja šupljine, a manjinski elektroni, kod n-tipa poluprovodnika situacija je obrnuta. Kada se poluprovodnici p-tipa i n-tipa spoje, veoma velika razlika u koncentraciji elektrona i šupljina u ova dva sloja uzrokuje difozionu struju, zbog koje se pokretni nosioci naelektrisanja gotovo potpuno istroše u oblasti oko dodirne površine, čime se formira zona prostornog naelektrisanja. Oblasti izvan ove zone, kod kojih je očuvana električna neutralnost, nazivaju se kvazi-neutralne oblasti. Jedna od fundamentalnih jednačina fizike mikroelektronskih uređaja, poznata još i kao Šoklijeva jednačina idealne diode, predstavlja strujno-naponsku karakteristiku idealne p-n diode:

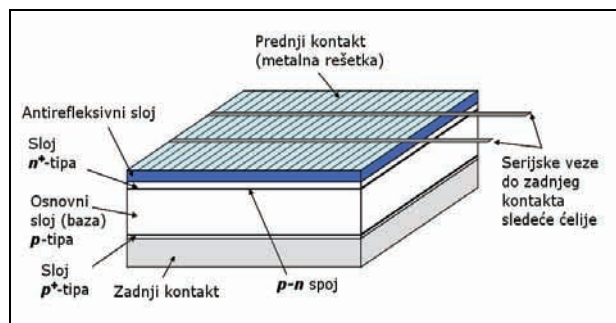
$$I(U) = I_s \left[\exp\left(\frac{qU}{kT}\right) - 1 \right] \quad (1)$$

gde je I struja diode, I_s struja zasićenja, q je naelektrisanje elektrona, k je Bolcmanova konstanta, T apsolutna temperatura p-n spoja, a U napon na diodi.

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

3.3. Tipična fotonaponska ćelija

Tipična struktura fotonaponske ćelije prikazana je na slici 1. Ona se sastoji iz antirefleksionog sloja, koji se postavlja iznad poluprovodnika, električnih kontakata u vidu prednjih i zadnjih kontakata, kao slojeva poluprovodnika.

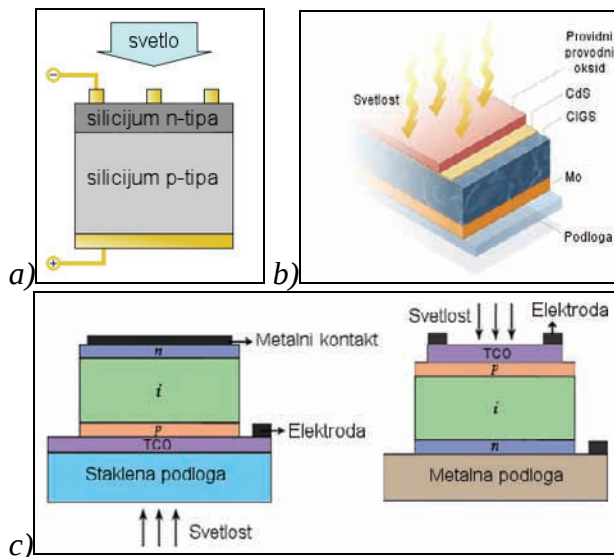


Slika 1. Tipična struktura ćelije bazirane na kristalnom silicijumu

4. KLASIFIKACIJA FOTONAPONSKIH ĆELIJA

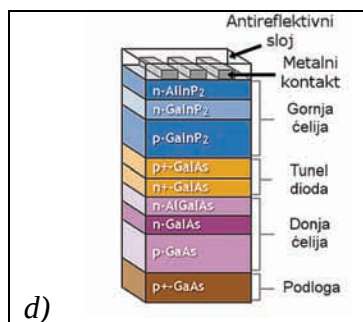
U zavisnosti od efikasnosti, tehnologije proizvodnje, tipa strukture, korišćenih materijala, ceni proizvodnje i mnogih drugih parametara, moguće je napraviti razne podele fotonaponskih ćelija. Prema strukturi ćelije i tipu p-n spoja, u zavisnosti od načina povezanosti korišćenih materijala, kod fotonaponskih ćelija razlikuju se:

- Homogeni spoj (Sl.2.a)
- Heterogeni spoj, heterospoj (Sl.2.b)
- P-I-N i N-I-P strukture (Sl.2.c)
- Višeslojne (višespojne) ćelije (Sl.2.d)



Slika 2. Vrste fotonaponskih ćelija prema p-n spoju:

- a) Homogeni spoj;
b) Heterogeni spoj;
c) P-I-N strukture;
d) Višeslojne ćelije.



U zavisnosti od tehnologije proizvodnje i materijala korišćenog za izradu fotonaponskog sloja, solarne ćelije mogu se podeliti na:

- Ćelije od kristalnog silicijuma i na
- Tankoslojne ćelije.

Najčešće korišćene ćelije od kristalnog silicijuma su monokristalne i polikristalne ćelije. Kod tankoslojnih ćelija, najzastupljenije su ćelije na bazi kadmijum telurida, galijum arsenida i bakar indijum galijum selenida. Osim ovih, postoje i razne druge fotonaponske ćelije, kao što su ćelije od amornog i mikrokristalnog silicijuma, kao i neke organske ćelije u koje spadaju polimerne ćelije i ćelije sa fotoosetljivim pigmentima.

5. MATEMATIČKI MODEL

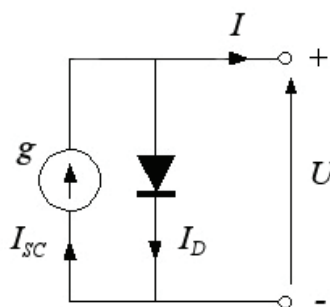
Model fotonaponske ćelije je matematička interpretacija fizičkih procesa unutar ćelije. To je alat kojim se simulira rad ćelije pri različitim uslovima rada. Postoje dva osnovna pristupa kod modeliranja: analitički i empirijski pristup.

5.1. Analitički model fotonaponske ćelije

Analitički pristup sledi iz fizičkog razumevanja procesa unutar ćelije. Parametri se određuju na temelju laboratorijskih merenja i imaju fizičko značenje. Strujno naponska karakteristika ćelije se izvodi na osnovu već pomenute Šoklijeve jednačine (1) koja opisuje idealnu diodu. Jednodiodni model idealne fotonaponske ćelije prikazan je na slici 3. Jačina struje ove idealne ćelije definisana je kao:

$$I = I_{SC} - I_0 \left[\exp \left(\frac{qU}{kT} \right) - 1 \right] \quad (2)$$

gde je I_{SC} struja kratkog spoja, a I_0 inverzna struja zasićenja.



Slika 3. Model idealne solarne ćelije

5.2. Empirijski model fotonaponske ćelije

Za razliku od analitičkog modela, empirijski model je razvijen na osnovu opažanja i parametri modela često nemaju fizički smisao, ali dobro opisuju proces. Zbog svoje jednostavnosti, empirijski model se često koristi u simulacijskim programima, jer nema iteracijskih petlji.

6. MATERIJALI KOJI SE KORISTE ZA IZRADU FOTONAPONSKIH ĆELIJA

Da bi neki materijal bio korišćen za izradu fotonaponskih ćelija mora da zadovolji neke opšte kriterijume, kao što su kristalnost, sposobnost apsorpcija fotona uz fotonaponski efekat tj. odgovarajuća širina energetskog

procepa, kao i pogodnost dobijanja i jednostavnost proizvodnje u različitim formama. Materijali za izradu fotonaponskih ćelija mogu biti u obliku monokristala, polikristala (multikristala) ili u amorfnom obliku.

6.1. Silicijum

Solarne ćelije od silicijuma čine preko 85% svih solarnih ćelija koje postoje danas. Procenjuje se da silicijum učestvuje sa oko 28% u sastavu zemljine kore, što ga čini drugim elementom po zastupljenosti. Najčešće se susreće u obliku silicijum-dioksida (SiO_2) koji je glavni sastojak kvarca, peska i stakla. Monokristalni silicijum (x-Si) je osnovni materijal u elektronskoj industriji. Njega odlikuje stroga uređenost atoma unutar kristalne rešetke u kojoj nema poremećaja. Tokom dugog perioda vremena on je bio praktično jedini materijal za izradu fotonaponskih ćelija. Danas se sve više koristi polikristalni silicijum koji je znatno jeftiniji za proizvodnju. On se još naziva i multikristalni silicijum. Njegove fizičke karakteristike određene su malim kristalima (kristalitima) unutar makrostrukture, i odlikuje ga vidljiva zrnastost. Amorfni silicijum ne formira kristalne strukture, već sadrži velik broj strukturnih i vezivnih defekata, ali ima neke ekonomske prednosti u odnosu na druge materijale što ga čini pogodnim za korišćenje u proizvodnji fotonaponskih modula. On apsorbuje solarnu radijaciju 40 puta efikasnije od monokristalnog silicijuma, pa tako sloj ovog materijala u vidu tankog filma, debljine samo $1\mu\text{m}$, u stanju je da apsorbuje 90% svetlosne energije koja ga osvetljava. Ovo je jedan od glavnih razloga zbog kojih upotreba amornog silicijuma može da smanji troškove proizvodnje fotonaponskih sistema.

6.2. Ostali materijali

Pored silicijumskih, postoje i mnoge druge fotonaponske ćelije. Kadmijum teluridske solarne ćelije spadaju u grupu tankoslojnih ćelija. Kadmijum telurid (CdTe) je materijal u obliku polikristalnog filma koji se dobija nanošenjem. Širina njegovog energetskog procepa iznosi $1,5\text{eV}$ što ga čini odličnim materijalom za solarne ćelije.

CIGS solarne ćelije su ćelije na bazi bakar indijum galijum selenida. Osnovne odlike ovog jedinjenja su direktan energetski proces, visoka sposobnost apsorpcije svetla, i maksimalna efikasnost od oko 20%, što ga svrstava među najefikasnije materijale za tankoslojne ćelije [3].

Galijum arsenid (GaAs) se u fotonaponskoj tehnologiji koristi u obliku tankih filmova monokristala.

Od njega je moguće napraviti fotonaponske ćelije visoke efikasnosti od oko 25%, a korišćenjem koncentratora efikasnost dostiže i 28%. Vrlo često se koristi u izradi višeslojnih ćelija koje dostižu efikasnosti od preko 40%. Loše strane ovog materijala su to što je on veoma redak i otrovan materijal, a proces proizvodnje solarnih ćelija od njega je veoma skup. Korišćenjem titanijum dioksida (TiO_2), moguće je napraviti ćelije sa fotoosetljivim pigmentima koje se još nazivaju i Gretcelove ćelije.

7. ANALIZA EFIKASNOSTI

Efikasnost solarne ćelije definiše se kao odnos izlazne električne energije prema ulaznoj energiji u obliku sunčevog zračenja. Efikasnost energetske konverzije (η) solarne ćelije označava se kao procenat solarne energije

(kojoj je fotonaponska ćelija izložena) koji je pretvoren u električnu energiju. Ova efikasnost se računa prema sledećoj formuli:

$$\eta = \frac{P_m}{E \cdot A_c} \quad (3)$$

gde je: P_m - Maksimalna izlazna snaga ćelije [W], E - Ulazna svetlost [W/m^2] i A - površina solarne ćelije [m^2]

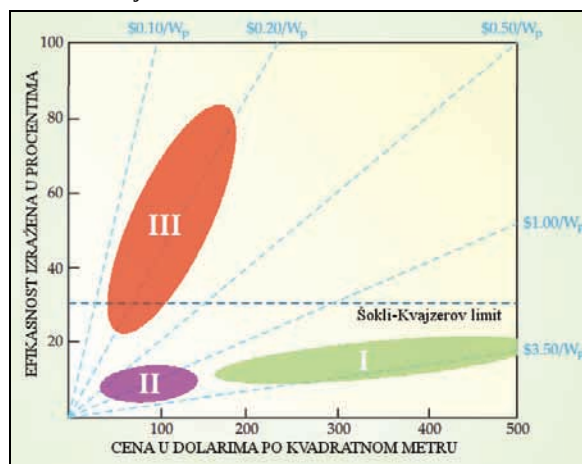
Neki od bitnih faktora koji utiču na efikasnost konverzije solarne ćelije su efikasnost reflektovanja, termodinamička efikasnost, efikasnost razdvajanja nosilaca naelektrisanja, i efikasnost provodnosti [4]. Na osnovu detaljne analize prikazane u [5], dosadašnje maksimalne vrednosti efikasnosti solarnih ćelija prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Maksimalne vrednosti efikasnosti solr. ćelija

Tip solarne ćelije	Efikasnost (%)
Monokristalni silicijum	$25,0 \pm 0,5$
Polikristalni silicijum	$20,4 \pm 0,5$
Amorfni silicijum	$10,1 \pm 0,3$
GaAs (tankoslojni)	$28,8 \pm 0,9$
CIGS (tankoslojni)	$19,0 \pm 0,6$
CdTe (tankoslojni)	$18,3 \pm 0,5$
Fotoosetljivi pigmenti	$11,9 \pm 0,4$
Organske tankoslojne	$10,7 \pm 0,3$
InGaP/GaAs/InGaAs	$37,7 \pm 1,2$

Dodavanjem koncentratora u fotonaponski sistem, ove efikasnosti postaju još veće, pa se tako dobijaju vrednosti od 29,1% za GaAs ćelije, i čak 44% efikasnosti za ćelije na bazi $\text{GaInP/GaAs/GaInNAs}$, što predstavlja apsolutni rekord svih do sad proizvedenih fotonaponskih ćelija.

Do sada se mogu razlikovati tri generacije fotonaponskih ćelija. Pregled efikasnosti u odnosu na cenu je dat na slici 4. Vidi se da najnovija generacija ima visoke efikasnosti i nisku cenu, što je karakteristika koja bi omogućila ubrzano širenje ove tehnologije. Međutim, ova generacija je tek u razvoju [6].

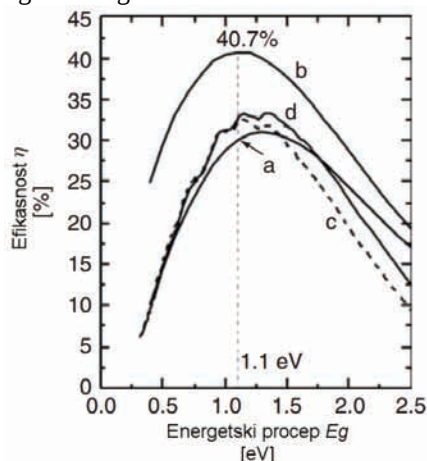


Slika 4. Grafik odnosa efikasnosti i cene za sve tri generacije fotonaponskih ćelija

8. TEORIJSKI LIMIT EFIKASNOSTI

Šokli i Kvajzer su još 1960. godine ukazali na to da su krajnji rekombinacioni procesi, koj su neizbežni, samo odgovarajuća ravnoteža generacionim mehanizmima. To im je omogućilo da odrede maksimalnu efikasnost koja se može očekivati od solarne ćelije i ona iznosi 40.7% [7]. Efikasnost solarnih ćelija je usko povezana sa generisanjem parova elektron-šupljina usled svetlosnog zračenja, i njihovom rekombinacijom pre nego što budu "uhvaćeni" i isporučeni spoljašnjem kolu pod određenim naponom. Iako rekombinacija ne može lako biti dovedena u vezu sa materijalom korišćenim za izradu solarne ćelije, već 1975. godine Loferski je uspostavio empirijsku vezu koja mu je omogućila da predvidi koji su to materijali koji imaju najviše potencijala za izradu solarnih ćelija. Ograničenje efikasnosti Šokli-Kvajzerove solarne ćelije u zavisnosti od širine energetskog procepa grafički je prikazano na slici 5.

Karmoovu efikasnost od 95% nemoguće je postići fotonaponskim konvertorom. Prema Landsbergu, maksimalna tehnička efikasnost iznosi 93.33%. Ne zna se da li je Landsbergova efikasnost van domašaja, ali ona svakako predstavlja gornju granicu tehničke efikasnosti bilo kog solarnog konvertora.



Slika 5. Šokli-Kvajzerov limit efikasnosti

9. MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA

Ono što sprečava fotonaponske tehnologije da zauzmu dominantno mesto u procesu proizvodnje energije je visok odnos cene i dobijene energije u odnosu na druge izvore energije, kao što su na primer fosilna goriva. Da bi se ovaj problem prevazišao, pribegava se raznim metodama koje pokušavaju da izvuku optimalan odnos efikasnosti i cene proizvodnje modula. Neki proizvođači se oslanjaju na koncept maksimalne efikasnosti, dok se drugi oslanjaju na koncept maksimalne uštede analizirajući cene i osobine svih potencijalnih materijala i procesa za proizvodnju, i razvijajući nove proizvodne procese. Modifikacijom solarnog spektra takođe je moguće postići određena poboljšanja, a limit efikasnosti od 29% mogao bi se povećati na 37%. Korišćenjem koncentratora povećava se gustina energije zračenja i time se povećava efikasnost fotonaponske ćelije, a smanjuje potrebna količina fotonaponskog materijala. Višeslojne ćelije su aktuelni rekorderi efikasnosti. Njihov princip rada zasniva se na postizanju veće efikasnosti tako što će se apsorbovati što veći deo sunčevog spektra, koristeći

materijale sa različitim energetskim procepima poredanim u slojevima jedan ispod drugog. 3D solarne ćelije otvaraju mogućnost jednake efikasnosti i u slučajevima kada zračenje nije direktno.

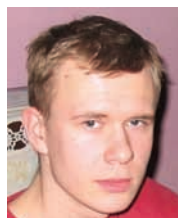
10. ZAKLJUČAK

S obzirom na Šokli-Kvajzerov teorijski limit od 40,7% za jednoslojnu silicijumsku solarnu ćeliju, raspoložive fotonaponske ćelije imaju tek oko 60% ove vrednosti. Korišćenjem niza ćelija različite širine energetskog procepa u višeslojnoj konfiguraciji, teorijski je moguće ostvariti maksimalnu efikasnost od 86,8%. Pošto su najbolji ostvareni rezultati u rangu od 50-60% teorijskog maksimuma, prostora za poboljšanja ima. Bitno razlikovati dve dimenzije: tehničko-tehnološka poboljšanja zarad bolje efikasnosti, i optimizovanje proizvodnog procesa zarad što boljeg odnosa dobijene energije i uložених sredstava. Sinteza ove dve komponente je ono što se očekuje od treće generacije solarnih ćelija.

11. LITERATURA

- [1] Eric W. Brown, "An Introduction to Solar Energy", Northeastern University College of Computer and Information Science, Boston, 1988.
- [2] P. Würfel, "Physics of Solar Cells: From Principles to New Concepts", Wiley-WCH, Weinheim, 2005.
- [3] I. Repins, M. Contreras, B. Egaas, C. Dehart, J. Scharf, C. Perkins, B. To, R. Noufi, "19.9%-efficient ZnO/CdS/CuInGaSe₂ solar cell with 81.2% fill factor", *Prog. Photovoltaics: Res. Appl.*, Vol. 16, pp. 235-239, May 2008.
- [4] U.S. Department of Energy, "Photovoltaic Cell Conversion Efficiency", *Energy Efficiency & Renewable Energy*, May 2012.
- [5] M. Green, K. Emery, Y. Hishikawa, W. Warta, E. Dunlop, "Solar cell efficiency tables (ver. 41)", *Prog. Photovoltaics: Res. Appl.*, Vol.21, pp.1-11, Jan. 2013.
- [6] <http://www.wisegeek.com/what-are-the-different-generations-of-solar-cells.htm>
- [7] W. Shockley, H. Queisser, "Detailed Balance Limit of Efficiency of p-n Junction Solar Cells", *J. Appl. Phys.*, Vol. 32, March 1961.

Kratke biografije:



Bogdan Vujadinović rođen je u Novom Sadu 1984. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i obnovljivi izvori energije odbranio je aprila 2013.god.



Vladimir A. Katić rođen je u Novom Sadu 1954. god. Diplomirao je na FTN u Novom Sadu 1978., doktorirao na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu 1991. god. Od 2002. god. je redovni profesor Univerziteta u Novom Sadu.

ASIMETRIČNE DSL TEHNOLOGIJE SA OSVRTOM NA DMT MODULACIONI POSTUPAK I PRINCIP OPSLUŽIVANJA VEZE**ASYMMETRIC DSL TECHNOLOGIES WITH A REVIEW OF DMT MODULATION TECHNIQUE AND A PRINCIPLE OF MANAGING CONNECTION**Vladimir Pantelić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisane su asimetrične DSL tehnologije, osnove DMT modulacionog postupka i princip opsluživanja DSL veze. U familiji asimetričnih DSL tehnologija akcenat je stavljen na ADSL tehnologiju definisanu ITU-T preporukom G.992.1. DMT modulacioni postupak pripada grupi modulacionih postupaka sa više nosilaca i bazirana je na Inverznoj diskretnoj Furijeovoj transformaciji. U delu posvećenom principu opsluživanja veze su opisana dva algoritma raspodele bitova. U radu su predstavljene i ostale asimetrične DSL tehnologije.

Abstract – In this paper, asymmetric DSL technologies, basics of DMT modulation technique and a principle of managing DSL connection are described. In a family of asymmetric DSL technologies the accent is on ADSL technology defined by ITU-T in recommendation G.992.1. DMT modulation technique belongs to a group of multi-carrier modulation techniques and it is based on Inverse Discrete Fourier Transform. In a part dedicated to a principle of managing DSL connection two algorithms of bit allocation are described. In this paper the other asymmetric DSL technologies are also presented.

Ključne reči: asimetrične DSL tehnologije, DMT modulacioni postupak, Inverzna diskretna Furijeova transformacija, algoritmi raspodele bitova.

1. UVOD

Sredinom devedesetih sa ekspanzijom Interneta javila potreba za tehnologijom koja bi omogućila velike brzine prenosa podataka. Tom zahtevu je odgovorila DSL tehnologija (izvorno *Digital Subscriber Loop* – digitalna pretplatnička petlja, danas poznata pod nazivom *Digital Subscriber Line* – digitalna pretplatnička linija). Ova tehnologija omogućuje da se po postojećoj infrastrukturi (bakarnim paricama) pruži krajnjim korisnicima kako pristup fiksnoj telefonskoj mreži i uslugama koje ona pruža, tako i pristup Internetu velikim brzinama.

2. ADSL TEHNOLOGIJA

ADSL (*asymmetric DSL* – ADSL) tehnologija, odnosno asimetrična digitalna pretplatnička linija, je DSL tehnologija

NAPOMENA:

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

prvenstveno namenjena za pristup širokopojasnim servisima preko jedne parice. Definisana je ITU-T preporukom G.992.1 poznatom i kao G.DMT [1]. Asimetričnost podrazumeva da je znatno veći protok obezbeđen za smer ka krajnjem korisniku nego obrnuto. Ovakav način podele protoka je optimalan za najveći broj servisa za koje je krajnji korisnik zainteresovan. U zavisnosti od dužine lokalne petlje, brzine prenosa kod ADSL-a su do 8 Mb/s u *downstream*-u i do 1 Mb/s u *upstream*-u. U principu, što je kraća lokalna petlja to je moguća veća brzina prenosa.

2.1 ADSL standardi i brzine prenosa podataka

U okviru same ADSL tehnologije postoji više standarda definisanih od strane ITU-T i ANSI. Ovi standardi i njihove brzine prenosa podataka prikazani su u Tabeli 1.

Tabela 1. ADSL standardi sa pripadajućim brzinama prenosa u oba smera

Naziv standarda	Upotrebno ime	Brzina preuzimanja (downstream rate) [Mb/s]	Brzina slanja (upstream rate) [Mb/s]
ANSI T1.413-1998 Issue 2	ADSL	8	1.0
ITU G.992.1	ADSL (G.DMT)	12	1.3
ITU G.992.1 Annex A	ADSL over POTS	12	1.3
ITU G.992.1 Annex B	ADSL over ISDN	12	1.8
ITU G.992.2	ADSL Lite (G.Lite)	1.5	0.5
ITU G.992.3	ADSL2	12	1.2
ITU G.992.3 Annex J	ADSL2	12	3.5
ITU G.992.3 Annex L	RE-ADSL	5	0.8
ITU G.992.4	splitterless ADSL2	1.5	0.5
ITU G.992.5	ADSL2+	24	1.5
ITU G.992.5 Annex M	ADSL2+M	24	3.5

2.2 Spektar ADSL signala

Dostupni frekvencijski opseg do frekvencije od 1.104 MHz se deli na 256 podkanala. Dakle, kada pomenutu širinu propusnog opsega podelimo sa ukupnim brojem podkanala, dobijamo da svaki podkanal koristi opseg širine 4.3125 kHz. Podkanali se numerišu od 0 do 255 i ukoliko se prenosi POTS, a ne ISDN saobraćaj paralelno sa podacima, uvek je podkanal sa rednim brojem 0 rezervisan za POTS, odnosno telefonski saobraćaj. U spektru ADSL-signalu razlikuju se tri razdvojena opsega:

- opseg od 300 Hz do 4 kHz namenjen za prenos analognog telefonskog govornog signala ili prenos signala preko modema bitskom brzinom do 56 kbps, a razmak od 4 kHz do oko 25.875 kHz se koristi kao *zaštitni opseg (guard band)* za preslušavanje;
- opseg od 25.875 kHz do oko 138 MHz namenjen za prenos ADSL podataka u odlaznom smeru (*upstream*);

- opseg od oko 138 kHz do 1.104 MHz namenjen je prenosu ADSL podataka u dolaznom smeru (downstream).

3. DISKRETNNA MULTI-TON MODULACIJA (DMT)

Diskretna multi-ton tehnika je postala standard u ADSL tehnologiji i ona se bazira na inverznoj diskretnoj Furijeovoj transformaciji (Inverse Discrete Fourier Transform – IDFT). Ključna prednost IDFT je postojanje efikasnih računskih metoda kao što je brza Furijeova transformacija (Fast Fourier Transform – FFT). FFT sekvence u N tačaka zahteva $N \log_2(N)$ operacija, što je mnogo manje od N^2 operacija, koliko je potrebno za množenje matrica i na ovaj način se značajno smanjuje kompleksnost. Dodatna prednost inverzne diskretne Furijeove transformacije kod modulacionih postupaka sa više nosilaca je činjenica da je bazis fiksiran i ne zavisi od podkanala [2].

Diskretna Furijeova transformacija N -dimenzionalne sekvence $\mathbf{x}$, gde je:

$$\mathbf{x} \triangleq \begin{bmatrix} x_{N-1} \\ x_{N-2} \\ \vdots \\ x_0 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

data je kao:

$$\mathbf{X} \triangleq \begin{bmatrix} X_{N-1} \\ X_{N-2} \\ \vdots \\ X_0 \end{bmatrix}, \quad (2)$$

gde je:

$$X_k = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cdot e^{-j(2\pi/N)kn} \quad \forall k \in [0, N-1] \quad (3)$$

Inverzna diskretna Furijeova transformacija data je kao:

$$x_n = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k=0}^{N-1} X_k \cdot e^{j(2\pi/N)kn} \quad \forall n \in [0, N-1] \quad (4)$$

Diskretna Furijeova transformacija (DFT) se može zapisati i u matričnom obliku kao $\mathbf{X} = \mathbf{Q}\mathbf{x}$, gde je matrica $\mathbf{Q}$ definisana kao:

$$\mathbf{Q} = \frac{1}{\sqrt{N}} \begin{bmatrix} e^{-j(2\pi/N)(N-1)(N-1)} & e^{-j(2\pi/N)(N-2)(N-1)} & \dots & e^{-j(2\pi/N)2(N-1)} & e^{-j(2\pi/N)(N-1)} \\ e^{-j(2\pi/N)(N-1)(N-2)} & e^{-j(2\pi/N)(N-2)(N-2)} & \dots & e^{-j(2\pi/N)2(N-2)} & e^{-j(2\pi/N)(N-2)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ e^{-j(2\pi/N)(N-1)2} & e^{-j(2\pi/N)(N-2)2} & \dots & e^{-j(2\pi/N)2} & e^{-j(2\pi/N)2} \\ e^{-j(2\pi/N)(N-1)} & e^{-j(2\pi/N)(N-2)} & \dots & e^{-j(2\pi/N)2} & e^{-j(2\pi/N)} \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 1 \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Ukoliko definišemo konjugovanu matricu $\mathbf{Q}^*$, odnosno matricu $\mathbf{Q}^*$ kao:

$$\mathbf{Q}^* = \frac{1}{\sqrt{N}} \begin{bmatrix} e^{j(2\pi/N)(N-1)(N-1)} & e^{j(2\pi/N)(N-2)(N-1)} & \dots & e^{j(2\pi/N)2(N-1)} & e^{j(2\pi/N)(N-1)} \\ e^{j(2\pi/N)(N-1)(N-2)} & e^{j(2\pi/N)(N-2)(N-2)} & \dots & e^{j(2\pi/N)2(N-2)} & e^{j(2\pi/N)(N-2)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ e^{j(2\pi/N)(N-1)2} & e^{j(2\pi/N)(N-2)2} & \dots & e^{j(2\pi/N)2} & e^{j(2\pi/N)2} \\ e^{j(2\pi/N)(N-1)} & e^{j(2\pi/N)(N-2)} & \dots & e^{j(2\pi/N)2} & e^{j(2\pi/N)} \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad (6)$$

onda se inverzna diskretna Furijeova transformacija (IDFT) može zapisati u obliku $\mathbf{x} = \mathbf{Q}^* \mathbf{X}$.

Uočimo da se svaki element matrica $\mathbf{Q}$ i $\mathbf{Q}^*$ može zapisati u obliku $\cos(x) + j \sin(x)$, što znači da DFT i IDFT predstavljaju sumu sinusoida.

Sekvenca $\mathbf{x}$ dužine N , gde je $N = 2\bar{N}$ (gde je $\bar{N}$ broj podkanala), ima osobinu Hermitske simetrije ako se može zapisati u obliku skupa elemenata X_k , $k \in [1, \bar{N}]$, takvih da važi:

$$X_{k, \text{Herm}} = \begin{cases} \text{Re}\{X_{\bar{N}}\} & k = 0 \\ X_k & k = 1, \dots, \bar{N} - 1 \\ \text{Im}\{X_{\bar{N}}\} & k = \bar{N} \\ X_{N-k}^* & k = \bar{N} + 1, \dots, N - 1 \end{cases}, \quad (7)$$

gde $*$ predstavlja kompleksnu konjugaciju.

U DMT predajniku gde je ulazna sekvenca $\mathbf{x}$ Hermitski simetrična, izlaz nakon izvršavanja IDFT će biti realan. U praksi, ovo znači da se kompleksno-realna IDFT u N tačaka (gde je $N = 2\bar{N}$) može koristiti u DMT predajniku za generisanje $\bar{N}$ podkanala tako da izlaz IDFT transformacije bude realan i da se kao takav može poslati na liniju direktno posle digitalno-analogne (D/A) konverzije.

Mada je cilj u tehnologijama prenosa sa više nosilaca podela raspoloživog propusnog opsega na određeni broj nezavisnih podkanala, u realnim sistemima, gde postoji izvesno kašnjenje prilikom obrade, podkanali će se u izvesnoj meri preklapati. Međutim, u DMT tehnici, podkanali se preklapaju na taj način da je zadovoljena ortogonalnost na nosećim frekvencijama.

Možemo smatrati da se svaki simbol koji emituje DMT predajnik, gde simbol predstavlja rezultat IDFT operacije, prozorira u vremenskom domenu pravougaonim impulsom. Ovo je posledica konačnog trajanja svakog simbola. Ako obeležimo razmak između susednih frekvencija nosilaca kao Δf , tada je n -ti DMT simbol suma komponenta koje se mogu zapisati u vremenskom domenu u sledećem obliku:

$$x_{n,k}(t) = [X_k \cdot e^{j2\pi\Delta f k t} + X_k^* \cdot e^{-j2\pi\Delta f k t}] \cdot \omega(t), \quad (8)$$

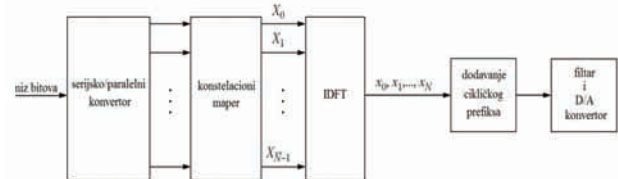
gde $x_{n,k}(t)$ predstavlja komponente n -tog simbola u okviru k -tog podkanala. Pravougaona prozorska funkcija u vremenskom domenu je definisana kao:

$$\omega = \begin{cases} 1 & t \in (0, \frac{1}{\Delta f}) \\ 0 & t \notin (0, \frac{1}{\Delta f}) \end{cases}. \quad (9)$$

Furijeova transformacija prozorske funkcije $\omega(t)$ je:

$$W(f) = \text{sinc}\left(\frac{f}{\Delta f}\right), \quad (10)$$

gde funkcija sinc ima maksimalnu vrednost na 0 Hz i nule na celobrojnim umnošcima frekvencije Δf . Na Sl. 1 ilustrovana je blok šema DMT predajnika.



Slika 1. Blok šema DMT predajnika

4. PRINCIP OPSLUŽIVANJA VEZE U DSL SISTEMIMA

Pre uspostavljanja primopredaje, modemi na oba kraja linije moraju izvršiti koordinirani postupak inicijalizacije. Inicijalizacija para DSL modema baziranih na DMT modulacionoj tehnici može se podeliti u pet faza (u zagrada su navedeni nazivi faza na engleskom):

- Aktivacija (*activation*);
- Otkrivanje kanala (*channel discovery*);
- Podešavanje primopredajnika (*transceiver training*);
- Analiza kanala (*channel analysis*);
- Razmena parametara (*parameter exchange*).

4.1 Raspodela bitova

Ključni korak u postupku inicijalizacije kod modema baziranih na modulacionim postupcima sa više nosilaca je tzv. dodela bitova (*bit distribution*), tokom koga se određuje koliko bitova će biti dodeljeno svakom podkanalu. Ovaj korak se izvršava u okviru analize kanala u postupku inicijalizacije.

Za željenu simolsku verovatnoću greške P_e u svakom podkanalu, izraz kojim se određuje broj bitova, koji se može preneti k -tim podkanalom, može se zapisati u sledećem obliku:

$$b_k = \log_2 \left(\frac{SNR_k \cdot \gamma_c}{\Gamma(P_e) \cdot \gamma_m} + 1 \right), \quad (11)$$

gde SNR_k označava odnos signal-šum u k -tom podkanalu, γ_c dobitak kodovanja usled korišćenja nekog od FEC kodova (*Forward Error Correction* – FEC) ili pak neke druge vrste kodova, γ_m marginu šuma, a $\Gamma(P_e)$ označava Šenonov razmak, odnosno međuprostor pri željenoj simolskoj verovatnoći greške. Šenonov razmak se definiše izrazom:

$$\Gamma(P_e) = \frac{d_{min}^2}{12\sigma^2}, \quad (12)$$

gde d_{min} označava minimalno rastojanje između tačaka u QAM konstelacionoj ravni na mestu prijema, a σ^2 varijansu šuma takođe na mestu prijema, po jednoj dimenziji. Pomenuti Šenonov razmak je konstantan za datu simolsku verovatnoću greške i za dati konstelacioni dijagram.

Iz jednakosti (11) možemo uočiti da, za ciljanu verovatnoću greške P_e , maksimalan broj bitova koji se može preneti pojedinačnim podkanalom zavisi od odnosa signal-šum u datom podkanalu (SNR_k), dobitka kodovanja (γ_c) i margine šuma (γ_m). Odnos signal-šum za k -ti podkanal može se dati sledećim izrazom:

$$SNR_k = \frac{\epsilon_k |H_k|^2}{2\sigma_k^2}, \quad (13)$$

gde ϵ_k označava prosečnu energiju ulaznog signala po dvodimenzionalnom QAM podsimbolu, $|H_k|^2$ dobitak k -tog podkanala, a σ_k^2 varijansu šuma k -tog podkanala na mestu prijema, po jednoj dimenziji.

Promenljive nad kojima konstruktor modema može imati kontrolu su ϵ_k , γ_c i γ_m . Dobitak kodovanja (γ_c) je određen samim izborom postupka kodovanja, kao i postupkom formiranja ramova (*framing*). Stoga, preostale dve promenljive, ulazna energija po podkanalu ϵ_k i margina šuma γ_m , se mogu podešavati u okviru algoritma za raspodelu bitova (*bit allocation algorithm*).

Postoje dve osnovne vrste algoritama za raspodelu bitova. Prvu grupu čine oni koji vrše maksimizaciju protoka podataka (R) pri određenoj margini šuma (γ_m), a drugu oni koji vrše maksimizaciju margine šuma pri čemu održavaju određeni protok podataka.

4.1.1 Algoritam raspodele bitova koji vrši maksimizaciju bitskog protoka pri ciljanom margini šuma

U slučajevima kada želimo da vršimo maksimizaciju bitskog protoka, moramo definisati ciljanu marginu šuma. U DSL sistemima obično se zahteva margina šuma od 6 dB. Jednakost (11) se tada može direktno primeniti kako bi odredili vrednosti b_k . Međutim, vrednosti izračunate na ovaj način u opštem slučaju nisu celi brojevi. Praktične implementacije dekodera se značajno pojednostavljaju ako koristimo konstelacije sa brojem tačaka koji iznosi stepen broja 2 prirodnim brojem, a ne stepen broja 2 decimalnim brojem. Stoga je neophodno izvršiti zaokruživanje vrednosti b_k na ceo broj. Nakon toga, zbog pomenutog zaokruživanja moramo izvršiti korekciju, odnosno dodatno podešavanje prosečne energije ulaznog signala po dvodimenzionalnom QAM podsimbolu (ϵ_k) za svaki podkanal, kako bi održali željenu verovatnoću greške konstantnom unutar svakog podkanala. Na ovaj način obezbeđujemo da nijedan od podkanala ne bude dominantan u pogledu verovatnoće greške (P_e), odnosno da imamo konstantnu verovatnoću greške u celom sistemu. Korekcija, odnosno dodatno podešavanje vrši se tako što se ϵ_k za svaki podkanal skalira odgovarajućim faktorom dobitka g_k (*gain factor*).

Prethodno pomenuti faktori dobitka se izračunavaju pomoću sledeće formule:

$$b_k = \log_2 \left(\frac{SNR_k \cdot \gamma_c}{\Gamma(P_e) \cdot \gamma_m} + 1 \right), \quad (14)$$

gde $[b_k]$ označava zaokruženu vrednost b_k . Uočimo da za $b_k > 2.5$ važi sledeća jednakost:

$$b_k = \log_2 \left(\frac{SNR_k \cdot \gamma_c}{\Gamma(P_e) \cdot \gamma_m} + 1 \right), \quad (15)$$

Iz jednakosti (3.33) možemo izračunati da najveća moguća vrednost za g_k iznosi 3.8 dB, što predstavlja korekciju, odnosno faktor dobitka koji je neophodan da bi se održala ujednačena verovatnoća greške kada se vrši zaokruživanje b_k sa 0.5 na 1. Za $b_k > 2.5$ faktor dobitka g_k se nalazi u opsegu ± 1.5 dB.

4.1.2 Algoritam raspodele bitova koji vrši maksimizaciju margine šuma pri ciljanom bitskom protoku

Imajući u vidu jednakost (16), koja daje ukupan broj bitova po simbolu koji se može preneti:

$$B = \sum_{k=1}^{K-1} b_k \quad (16)$$

i jednakost (11), koja određuje broj bitova koji se za željenu simbolsku verovatnoću greške P_g može preneti k -tim podkanalom, možemo pomenutu jednakost (11) rešiti po γ_m i potom izračunati broj bitova po svakom podkanalu b_k kako bi našli raspodelu bitova koja maksimizuje marginu šuma γ_m pri ciljanom bitskom protoku.

Pošto zaokruživanje broja bitova, koje je potrebno za pojednostavljivanje postupka dekodovanja, nije linearna operacija, neophodan je iterativni algoritam za maksimizaciju margine šuma pri fiksnom bitskom protoku. Pri poznatim vrednostima γ_c i SNR_k , sledeći koraci se moraju izvršavati dovoljan broj puta kako bi izvršili maksimizaciju margine šuma γ_m pri ciljanom bitskom protoku B_T :

1. Označiti minimalnu prihvatljivu marginu šuma, npr. 6 dB, sa $\gamma_{m,i}$. Koristeći metod primenjen za raspodelu bitova koji vrši maksimizaciju bitskog protoka pri ciljanom margini šuma objašnjen u prethodnom poglavlju, vršiti izračunavanje dostižnog bitskog protoka B_i , uzimajući pri tom za marginu šuma vrednost $\gamma_{m,i}$. U ovom koraku potrebno je još označiti broj bitova dodeljenih trenutnom podkanalu sa $N_{car,i}$.
2. Ako je $B_i < B_T$, željeni, odnosno ciljani bitski protok B_T nije održiv čak ni pri minimalnoj prihvatljivoj margini šuma usvojenoj u prethodnom koraku. U ovom slučaju, postupak raspodele bitova trebalo bi prekinuti kako bi se niži ciljani bitski protok ustanovio u saradnji sa sistemom upravljanja na mestu centrale.
3. Ako je $B_i > B_T$, izračunati novu marginu šuma koristeći sledeću formulu:

$$\gamma_{m,i+1} = \gamma_{m,i} \cdot 2^{(B_i - B_T)/N_{car,i}} \quad (17)$$

4. Vršiti iteracije od koraka 1 do koraka 3 dok se ne zadovolji jednakost $B_i = B_T$.

Pošto je moguće da B_i nikad ne bude jednako B_T , konstruktor algoritma raspodele bitova mora ugraditi metriku koja bi prekinula izvršavanje iteracija.

5. OSTALE ASIMETRIČNE DSL TEHNOLOGIJE

Tehnologije koje su nasledile ADSL su ADSL2 i ADSL2+ i definisane su ITU-T preporukama G.992.3, G.992.4 i G.992.5 [3]. Uprkos standardima ADSL2 i ADSL2+, ADSL tehnologije mogu pokazati slabe performanse u okruženju u kom je potreban veoma brz pristup Internetu u okviru tzv. *triple-play* usluge. Imajući u vidu navedeno, VDSL (*Very-high bit rate DSL*) [4] i VDSL2 [5] tehnolo-

gije predstavljaju dobar izbor jer u poređenju sa svim ostalim DSL tehnologijama obezbeđuju najveće brzine u dolaznom smeru, koje su reda veličine nekoliko desetina Mb/s, pa čak i do 100 Mb/s. Pomenutih 100 Mb/s predstavlja gornju granicu za VDSL2 tehnologiju i ovu brzinu je moguće postići samo na veoma kratkim pretplatničkim petljama. VDSL i VDSL2 standardi definisani su ITU-T preporukama G.993.1 i G.993.2, respektivno.

Glavne prednosti pomenutih asimetričnih DSL tehnologija nad ADSL tehnologijom su:

- povećanje dometa veze i brzina prenosa podataka;
- unapređena dijagnostika;
- poboljšanja u upravljanju potrošnjom električne energije;
- mogućnost prilagođavanja brzine prenosa;
- udruživanje parica u cilju postizanja većih brzina;
- unapređena interoperabilnost;
- redukovanje preslušavanja.

6. ZAKLJUČAK

Postojeće asimetrične DSL tehnologije, imaju dobru perspektivu i globalno posmatrano još uvek su dominantne u odnosu na sve ostale širokopojasne tehnologije. Prvi razlog leži u činjenici da postoji infrastruktura, odnosno da u svetu postoji preko milijardu pretplatničkih petlji i da za veliki procenat korisnika fiksne telefonije postoje tehničke mogućnosti za uvođenje neke od DSL usluga. Drugi razlog leži u činjenici da su potrebna relativno mala ulaganja u implementaciju DSL sistema.

7. LITERATURA

- [1] prof. dr. sc. Alen Bažant, "Uvod u xDSL i ADSL" pp.3-6, 18-20, 22-25, Univerzitet u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb
- [2] Krista S. Jacobsen, "Fundamentals of DSL technology, chapter 7 – Fundamentals of Multi-Carrier Modulation" pp. 187-203, 206-214, Auerbach Publications, Taylor&Francis Group, New York, 2006.
- [3] DSL Forum, "ADSL2 and ADSL2plus – The new ADSL standards", March 2003.
- [4] ITU-T Recommendation G.993.1 – Very high digital subscriber line transceivers, pp. 96-98, June 2004.
- [5] ITU-T Recommendation G.993.2 – Very high digital subscriber line transceivers 2 (VDSL2), pp. 285, 295, 296, 312, December 2011.

Kratka biografija:



Vladimir Pantelić rođen je u Valjevu 1984. god. Diplomski-master rad odbranio je 2013. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacije.

UPRAVLJANJE BROJEM OBRTAJA ASINHRONOG MOTORA VELIKE BRZINE ROTATIONAL SPEED CONTROL OF HIGH SPEED INDUCTION MOTOR

Dejan Stanković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada realizovan je frekvencijski pretvarač za napajanje asinhronog motora snage 125 W. Predviđeni opseg obrtaja motora je od 5000 o/min do 50000 o/min. Ovi motori se najčešće koriste za elektro-mehaničku konverziju kod zubno-tehničkih aparatura kao što su bušilice i brusilice. Za ovakve tipove motora karakteristične su male dimenzije i masa, konkretan motor je težak 350 g. Frekvencijski pretvarač je realizovan kao kaskadna veza buck-pretvarača i trofaznog pravougaonog naponskog invertora.

Abstract – In this paper it is shown realization of frequency converter for induction motor with rated power of 125 W. Rotational speed is in range 5000 rpm to 50000 rpm. These kinds of motors have use in dental equipment for drilling and cutting. This motors have low mass, in particular case motor weight is 350 g. Frequency converter is realized as cascade connection of buck converter and three phase voltage inverter.

Ključne reči: buck-pretvarač, inverter, električni motor

1. UVOD

Asinhroni motori su jedni od najčešće primenjenih uređaja u oblasti elektro-mehaničke konverzije. Trenutno zauzimaju oko 80% tržišta električnih mašina. U razvijenim zemljama procenjuje se da dolaze oko 3kW instalisane snage po stanovniku [1-3].

Zahvaljujući frekvenciskoj regulaciji trofazni asinhroni motori postaju standardni elementi u velikom broju automatizovanih procesa i pogona. Zahvaljujući razvijanju upravljačkih algoritama u jednom delu aplikacija u potpunosti su zamenili DC motore, koji su do nedavno tradicionalno dominirali kada su u pitanju pogoni promenljive brzine [3-5].

Ovaj rad se odnosi na jednu specifičnu oblast primene u zubnoj tehnici, ali motori slične snage se sreću i u zlatarstvu i drugde.

U okviru ovog rada realizovan je frekvencijski pretvarač za napajanje asinhronog motora snage 125 W. Predviđeni opseg obrtaja motora je od 5000 o/min do 50000 o/min. Ovi motori se najčešće koriste za elektro-mehaničku konverziju kod zubno-tehničkih aparatura kao što su bušilice i brusilice.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Filip Kulić, van.prof.

Za ovakve tipove motora karakteristične su male dimenzije i masa, konkretan motor je težak 350 grama. Frekvencijski pretvarač je realizovan kao kaskadna veza buck pretvarača i trofaznog pravougaonog naponskog invertora.

Motivacija za ovaj rad se može pronaći u izradi ekonomski povoljnijeg uređaja od trenutno dostupnih na tržištu koji se relativno jednostavno može prilagoditi specifičnim zahtevima korisnika.

2. PRETVARAČI FREKVENCIJE

Danas, zahvaljujući frekventnoj regulaciji trofazni asinhroni motori postaju standardni elementi u velikom broju automatizovanih procesa i pogona. Ovaj rad se odnosi na jednu specifičnu oblast primene u zubnoj tehnici, ali motori slične snage se sreću i u zlatarstvu i drugde.

2.1. Uloga upravljanja i regulacije

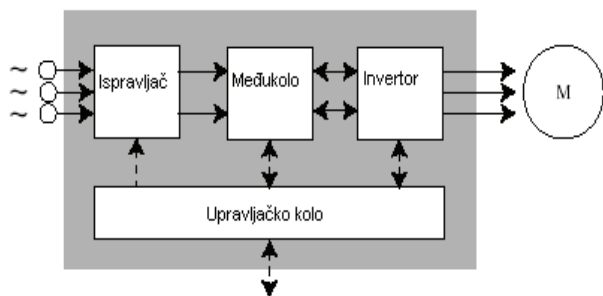
Pored svih dobrih osobine trofaznih AC motora, u pogonima se danas zahteva i regulacija brzina u veoma širokom rasponu, a to baš omogućava frekventna regulacija. Pored ovog, važne osobine pogona sa frekventnom regulacijom su [1-6]: Ušteda energije. Razni tipovi pumpu ili ventilatora ne moraju uvek da rade nominalnom brzinom. Smanjenje brzine na pola nominalne, štedi oko 87% energije koja se troši pri nominalnoj brzini (pošto je snaga srazmerna trećem stepenu brzine). Optimizacija procesa. Povećanje produktivnosti uz smanjenje škarta i potrošnje materijala. Blaži prelazni režimi. Blaže zaletanje i zaustavljanje produžuju vek mašine i ostale opreme. Manje održavanja. Frekventni regulatori ne zahtevaju nikakvo održavanje, što direktno povećava radni vek pogona. Unapređenje radne okoline. Smanjenje buke, podešavanje brzine raznih pokretnih traka prema trenutnim uslovima rada.

2.2. Topologija pretvarača

Frekventni regulator se može podeliti na četiri osnovne komponente. Principijska šema frekventnog regulatora je prikazana na slici 1.

Sastavni delovi frekventnog regulatora su [6-10]: Ispravljač. Pretvara trofazni ili jednofazni naizmenični napon u talasajući jednosmerni napon. Postoje kontrolisani i nekontrolisani ispravljači. Međukolo. Postoje tri tipa međukola: induktivno međukolo koje stabilizuje jednosmernu struju koja se prosleđuje invertoru, kapacitivno međukolo koje filtrira ispravljeni neregulisani napon, kapacitivo međukolo koje stabilizuje i filtrira ispravljeni neregulisani napon Inverter. Generiše napon promenljive frekvencije i amplitude za napajanje

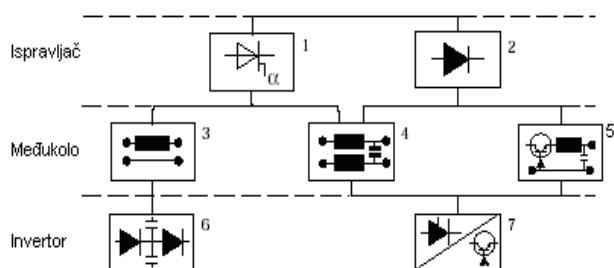
asinhronog motora. Upravljačko elektronsko kolo. Komunicira sa prethodno navedna tri dela i vrši sinhronizaciju njihovog rada.



Slika 1. Topologija pretvarača

Na slici 2 su prikazani raspoloživi elementi za projektovanje frekventnih regulatora [1-5]: kontrolisani ispravljač nekontrolisani ispravljač induktivno međukolo sa strujnim izlazom LC međukolo sa filtriranim izlaznim naponom međukolo sa regulacijom napona strujni inverter naponski inverter sa ili bez PWM-a.

Kombinacijom gore navedenih i prikazanih elemenata dobijaju se sledeći tipovi frekventnih regulatora: (1+3+6) CSI frekventni regulator (strujni inverter). (1+4+7) i (2+5+7) PAM frekventni regulator. (2+4+7) PWM/VVC frekventni regulator (VVC - Voltage Vector Control – vektorska kontrola).



Slika 2. Principi projektovanja invertora

3. REALIZACIJA FREKVENTNOG PRETVARAČA

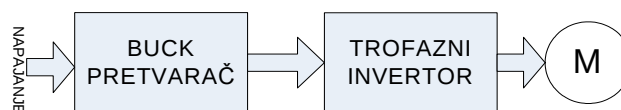
U narednim poglavljima dat je prikaz blok šeme i princip rada projektovanog frekvenciskog pretvarača, a zatim su date detaljne šeme sa potrebnim objašnjenjima i proračunima.

3.1. Blok šema i princip rada

Frekvenciski pretvarač je realizovan kao kaskadna veza buck pretvarača i trofaznog pravougaonog naponskog invertora (rešenje 2+5+7 u poglavlju 3.2). Blok šema je data na slici 3.

Uloga buck pretvarača je da reguliše napon međukola iz kojeg se napaja inverter radi regulacije amplitude izlaznog napona invertora. Trofazni inverter generiše trofazni pravougaoni napon za napajanje motora. Broj obrtaja motora se reguliše promenom radne frekvencije invertora.

Asinhroni motor zahteva promenu amplitude napona pri promeni frekvencije, napon međukola se menja zajedno sa frekvencijom kako bi njihov količnik ostao konstantan.



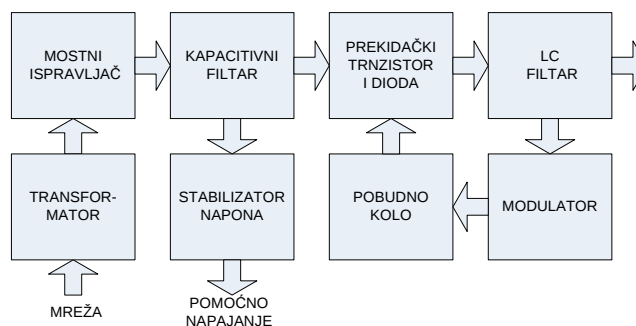
Slika 3. Blok šema invertora

3.2. Blok šema ispravljača i buck-pretvarača

Energija za napajanje frekventnog pretvarača se uzima iz mreže preko transformatora koji snižava napon na potreban nivo. Prilagođen napon se dovodi na mostni ispravljač koji pretvara naizmenični napon u jednosmerni pulsirajući napon. Talasnost pulsirajućeg napona se smanjuje na zahtevani nivo primenom kapacitivnog filtra.

Stabilan napon dolazi na prekidački tranzistor koji taj napon pretvara u seriju pravougaonih impulsa visoke frekvencije, promenljivog faktora ispune. Filtracijom pravougaonih impulsa pomoću LC niskopropusnog filtra dobija se regulisani napon međukola. Na slici 4 data je blok šema ispravljača i buck pretvarača.

Kontrolu rada prekidačkog tranzistora vrši modulator na bazi merenja napona i struje međukola uz upoređenje sa zadatim vrednostima. Signal za kontrolu tranzistora se prvo pojača u pobudnom kolu zatim se dovodi na prekidački tranzistor.



Slika 4. Blok šema ispravljača i buck-pretvarača.

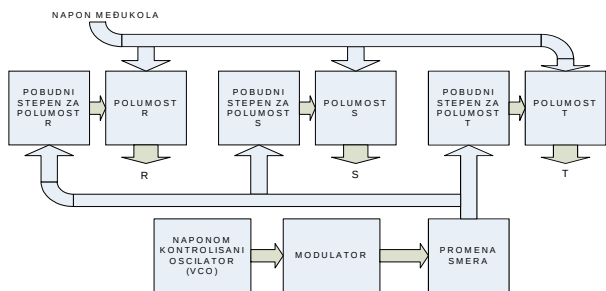
3.3. Blok šema trofaznog invertora

Energetski deo invertora se sastoji od tri polumosta sa mosfet prekidačima (slika 5). Napajanje se vrši filtriranim naponom iz međukola. Za pobuđivanje prekidačkih tranzistora predviđeni su namenski stepeni za pobudu polumosta. Izlazne tačke polumostova (R, S i T) se spajaju prema pojedinim fazama motora.

Broj obrtaja motora je diktiran frekvencijom naponom kontrolisanog oscilatora (VCO). Kako frekvencija napajanja motora treba da je usaglašena sa amplitudom, upravljanje naponom kontrolisanog oscilatora se vrši pomoću istog kontrolnog signala (isti potencijometar) kojim se kontroliše i napon međukola.

Modulator prima signal VCO-a i formira kontrolne signale za pojedine polumostove. Na izlazu modulatora su tri pravougaona signala promenljive frekvencije i konstantnog faktora ispune od 50 %. Pojedini signali su međusobno pomenjeni za 120 ° odnosno za trećinu periode.

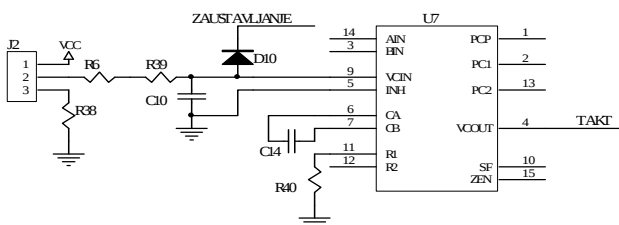
Promena smera motora se vrši posebnim blokom koji po potrebi zamenjuje dve faze. Promena smera je blokirana u toku rada motora da bi se izbegli veloki trzaji motora preopterećenje invertora.



Slika 5. Blok šema trofaznog invertora

4. UPRAVLJANJE INVERTOROM

Kontrolu invertora vrši naponom kontrolisani oscilator, slika 6, modulator i stepen za promenu smera. Naponom kontrolisani oscilator je rešen integrisanim kolom U7. Opseg frekvencije takta je namešten kondenzatorom C14 i otpornikom R40. Izbor frekvencije u datom opsegu se vrši naponom na nožici 9 integrisanog kola U7. Taj kontrolni napon se dobije preko konektora J2 sa istog potencijometra sa kojeg se zadaje napon međukola. Preko diode D10 kontrolni napon se može po potrebi spustiti na približno nulti nivo. Ta funkcija se koristi za zaustavljanje motora.



Slika 6. *Naponom kontrolisan oscilator*

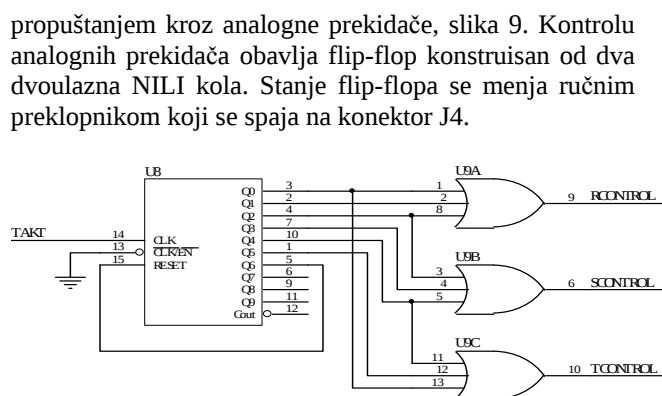
Frekvencija izlaznog signala naponom kontrolisanog oscilatora (TAKT) treba da bude šestostruka vrednost od frekvencije napajanja motora. Pošto se u konkretnom slučaju traži broj obrtaja od 5000 1/min do 50 000 1/min, minimalna i maksimalna frekvencija će biti:

$$f_{\min} = 6 \cdot \frac{5000}{60} = 0,5 \text{ kHz}, \quad (1)$$

$$f_{\max} = 6 \cdot \frac{50000}{60} = 5 \text{ kHz}, \quad (2)$$

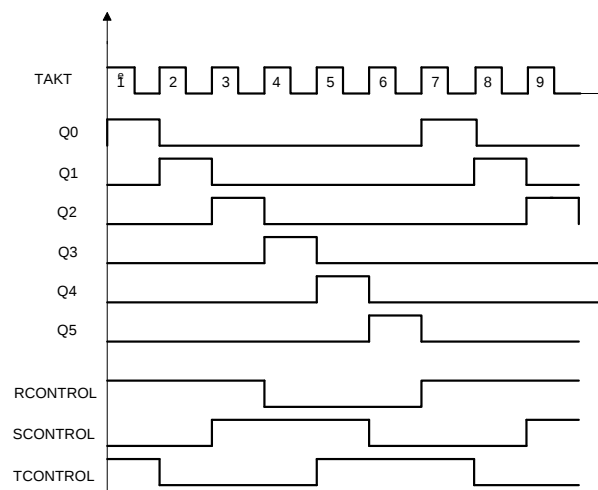
Modulator trofaznog pravougaonog invertora se sastoji iz delitelja frekvencije i odgovarajućeg logičkog bloka, slika 7. Korišćen je kružni brojač modula deset koji formira impulse trajanja jedne periode takta na pojedinim izlazima Q0-Q9, slika 8. Modul brojanja je skraćen na šest povratnom spregom sa izlaza Q6 na reset ulaz. Impulsi za kontrolu pojedinih polumostova (RCONTROL, SCONTROL, TCONTROL) se dobijaju logičkim sabiranjem odgovarajućih impulsa sa izlaza brojača. Sabiranje se vrši sa tri logička ILI kola. Na izlazima ILI kola se formiraju pravougaoni signali faktora ispunje 50 % i fazno pomereni međusobno za 120°.

Dobijeni signali se ne vode direktno na određene polumostove pošto je potrebno ostvariti mogućnost promene smera motora. Promena smera rotacije trofaznog asinhronog motora se ostvaruje promenom redosleda faznih napona. U datom slučaju vrši se zamena kontrolnih signala za fazu R i S. Zamena signala se postiže

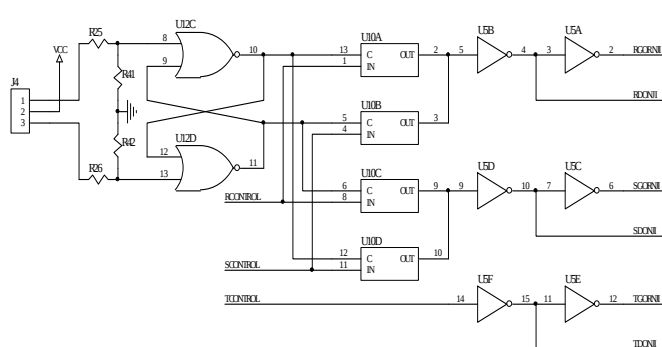


Slika 7. Šema modulatora

Kontrola mosfetova u polumostovima zahteva poseban kontrolni signal za gornji i poseban za donji mosfet. Signal za kontrolu donjeg mosfeta se dobija propuštanjem odgovarajućeg signala kroz jedan inverter. Kontrolni signal za gornji mosfet treba da je u protivfazi pa se zato primenjuje još jedan inverter.



Slika 8. Vremenski dijagrami modulatora



Slika 9. Šema kola za promenu smeru

5. ZAKLJUČAK

U okviru ovog rada realizovan je frekvenciski pretvarač za napajanje asinhronog motora snage 125 W. Predviđeni opseg obrtaja motora je od 5000 o/min do 50000 o/min. Izlazna frekvencija invertora se kreće u opsegu od 0,5 kHz do 5 kHz. Ovi motori se najčešće koriste za elektromehaničku konverziju kod zubnotehičkih aparatura kao što su bušilice i brusilice. Frekvenciski pretvarač je

realizovan kao kaskadna veza buck pretvarača i trofaznog pravougaonog naponskog invertora.

Realizovani inverter je ekonomski prihvatljiviji od trenutno dostupnih na tržištu. Relativno je jednostavne konstrukcije, primenjene su standardne poluprovodničke komponente, čime poseduje potencijal za masovnu proizvodnju.

6. LITERATURA

- [1] V. Vučković, "Električni pogoni", Elektrotehnički Fakultet, Beograd, 1997.
- [2] P. Vas, "Parameter estimation, condition monitoring and diagnosis of electrical machines", Oxford, UK: Clarendon, 1996.
- [3] W. Leonhard, "Control of electrical drives", Springer-Verlag, 1985
- [4] I. Boldea and S. A. Nasar, "The induction machine handbook", New York: CRC, 2001.
- [5] R. Crowder, "Electric drives and electromechanical system" Elsevier. Oxford, UK:, 2006
- [5] N.A. Ahmed, "Modeling and simulation of ac-dc buck-boost converter fed dc motor with uniform PWM technique," *Electric Power Systems Research*, vol.73, pp.363–372, 2005.
- [5] N. Zargari, S. C. Rizzo, et al., "A New Current Source Converter Using a Symmetric Gate Commutated Thyristor (SGCT)," *IEEE Transactions on Industry Application*, Vol. 37, No. 3, pp. 896–902, 2001.
- [6] J. Wiseman, B. Wu, and G. S. P. Castle, "A PWM Current Source Rectifier with Active Damping for High Power Medium Voltage Applications," *IEEE Power Electronics Specialist Conference (PESC)*, pp. 1930–1934, 2002.
- [7] J. Wisewman and B. Wu, "Active Damping Control of a High Power PWM Current Source Rectifier for Line Current THD Reduction," *IEEE Power Electronics Specialist Conference*, pp. 552–557, 2004.
- [8] A.M. Hava & N.O Cetin, "A Generalized Scalar PWM Approach With Easy Implementation Features for Three-Phase, Three-Wire Voltage-Source Inverters," *IEEE Transactions On Power Electronics*, vol.26, no.5, 2011.
- [9] G. Wang, Member & Y. Wei Li, "Parabolic PWM for Current Control of Voltage-Source Converters (VSCs)," *IEEE Transactions On Industrial Electronics*, vol.57, no.10, 2010.
- [10] A.M. Hava & E. Un, "A High-Performance PWM Algorithm for Common-Mode Voltage Reduction in Three-Phase Voltage Source Inverters," *IEEE Transactions On Power Electronics*, vol.26, no. 7, 2011.

Kratka biografija:

Dejan Stanković rođen je u Ilshofenu (Nemačka) 1970 godine. Osnovnu školu je završio u Novom Sadu u O.Š. "Žarko Zrenjanin. Srednju elektrotehničku školu "Mihajlo Pupin" u Novom Sadu, smer elektroničar instrumentalista, završava 1989 god. Iste godine upisuje Fakultet tehničkih nauka, odsek za elektroniku i telekomunikacije, smer industrijska elektronika. Od 2000 god. vlasnik je zanatske radnje za servis i proizvodnju elektronskih uređaja.

AKVIZICIJA ONLINE PODATAKA NA ANDROID PLATFORMI**ACQUISITION OF ONLINE DATA ON ANDROID PLATFORM**Milo Milovanović, Milan Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Zadatak ovog rada je izrada Android aplikacije za preuzimanje podataka sa berzi i kursnih lista i njihovo prikazivanje na Android uređaju. Preuzete podatke je potrebno snimiti u lokalnu bazu podataka kako bi mogli da se prikažu kada je uređaj u offline režimu rada. Potrebno je omogućiti i konverziju proizvoljnog novčanog iznosa između dve valute.

Abstract – This project deals with one implementation of an Android application for acquisition of stock quotes and exchange rates from an online source and displaying them on an Android device. Retrieved data is saved to a local database in order to display them when the device is in offline mode. The application also provides currency conversion.

Ključne reči – Android, stock quote, exchange rate, currency, conversion, Yahoo! Finance, YQL, REST

1. UVOD

Android je *open source* platforma za mobilne uređaje koja je za kratko vreme od svog nastanka postala veoma popularna među korisnicima i proizvođačima „pametnih“ telefona, tablet računara i sličnih mobilnih uređaja. Popularnost je stekla pre svega zahvaljujući licenci koja omogućava slobodan razvoj kako korisničkih aplikacija, tako i samog operativnog sistema, kao i efikasnosti u korišćenju ograničenih resursa (snage procesora, memorije, baterije), i robustnosti koju obezbeđuje aplikacijama uprkos svim hardverskim ograničenjima ciljanih uređaja.

Razvoj platforme je počeo 2003. godine kao privatni projekat koji je, u prvom periodu podržavao, a kasnije i potpuno preuzeo Google u saradnji sa konzorcijumom OHA (*Open Handset Alliance*).

Prva komercijalna verzija Androida je objavljena u septembru 2008. godine. Aktuelna verzija je verzija pod oznakom 4.2. i nazivom *Jelly Bean* (objavljena u julu 2012. godine), ali je među korisnicima najrasprostranjenija verzija 2.3. *Gingerbread*, (objavljena u decembru 2010. godine) [1].

1.1. Arhitektura Androida

Android je platforma koja sadrži operativni sistem, sistemske biblioteke za razvoj aplikacija kao i same korisničke aplikacije za upotrebu na mobilnim uređajima. Zbog toga što je razvijen isključivo za mobilne uređaje, optimizovan je za rad u uslovima sa malo radne memorije i za malu potrošnju energije, pa su tako i sve njegove

sastavne komponente izabrane ili implementirane tako da efikasno troše raspoložive resurse (procesor, memoriju, izvor napajanja) [2, 3].

Jezgro operativnog sistema čini Linux kernel koji služi kao nivo apstrakcije između hardvera uređaja i ostalih slojeva softvera. Kernel obezbeđuje infrastrukturu za bazične funkcionalnosti operativnog sistema kao što su upravljanje procesima, memorijom, bezbednošću, radom u mreži. Takođe, kernel sadrži osnovne drajvere za interakciju sa hardverom uređaja, kao što su drajveri za ekran, tastaturu, kameru, WiFi, zvuk, fleš memoriju isl. Android koristi kernel iz serije 2.6, koji je modifikovan i optimizovan za potrebe efikasnijeg izvršavanja programskog koda i upravljanja procesima, memorijom i energijom na mobilnim uređajima. Glavni razlozi za korišćenje ovog kernela u razvoju Android platforme su što je *open source* i što obezbeđuje robustnost Androidu kroz u praksi dokazani model drajvera.

Na kernel se naslanja nivo sa Android *native* bibliotekama pisanim u jeziku C/C++ i prekompajliranim za Android platformu radi efikasnije upotrebe resursa. One su zadužene za izvršavanje zahtevnijih zadataka u pogledu korišćenja hardverskih resursa (na primer, centralnog ili grafičkog procesora) i efikasno korišćenje izvora napajanja.

Treći nivo arhitekture, *Android Runtime*, sadrži neke od osnovnih biblioteka iz Java SE (*Standard Edition*) platforme, kao što su biblioteke za rad sa kolekcijama, tekstom, datumima, tokovima podataka isl. Ovaj nivo sadrži još i Dalvik virtuelnu mašinu – interpreter *byte code-a* dobijenog prevođenjem Java klasa. On ne interpretira Java *byte code* (.class i .jar fajlove) direktno, nego ga prvo transformiše u prilagođeni format – Dalvik *byte code* (.dex – *Dalvik executable*). Ovaj izmenjeni format, kao i sama virtuelna mašina, su još jedan rezultat optimizacije platforme u cilju efikasnog trošenja resursa mobilnih uređaja. Jedan od važnih benefita ove optimizacije je mogućnost paralelnog izvršavanja više instanci virtuelne mašine. Ova karakteristika Androida se koristi kod multitaskinga – različite aplikacije se izvršavaju u različitim virtuelnim mašinama, u odvojenim procesima. To obezbeđuje izolovanost aplikacija u tzv. *sandbox-e* i samim tim veću sigurnost jer oni inicijalno nemaju mogućnost komunikacije sa drugim procesima i pristupa njihovim podacima.

Sledeći nivo, *Application Framework* predstavlja skup sistemskih alata i programa koji se koriste prilikom razvoja i rada korisničkih aplikacija. Oni implementiraju neke od osnovnih funkcija mobilnog uređaja o kojima korisnici ne moraju da vode računa, kao što su upravljanje životnim ciklusom aplikacija, alokacija resursa, deljenje podataka između aplikacija isl. Ovi alati su, kao i *Core* biblioteke iz prethodnog nivoa i korisničke aplikacije

NAPOMENA:

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

pisani u Javi da bi mogli da se izvršavaju na Dalvik virtuelnoj mašini. Programeri imaju pristup svim alatima iz ovog nivoa prilikom pisanja korisničkih aplikacija ili još kompleksnijih sistemskih alata.

Najviši nivo arhitekture sadrži korisničke aplikacije. Određeni broj aplikacija koje su korisnicima važne za bazičnu upotrebu uređaja se isporučuje uz sam operativni sistem. Primeri takvih aplikacija su *Home*, *Contacts*, *Phone*, *Browser*.

Funkcije uređaja je moguće proširiti instalacijom gotovih aplikacija preuzetih iz drugih izvora, kao i pisanjem sopstvenih aplikacija. Sve one imaju jednake mogućnosti za korišćenje alata za utilizaciju uređaja koje im obezbeđuje *Application Framework* nivo.

1.2. Komponente Android aplikacije

Arhitektura Androida omogućava aplikacijama da koriste funkcije koje su već implementirane u drugim aplikacijama instaliranim na uređaju. To smanjuje redundantnost u pisanju programskog koda, kao i ukupno zauzeće memorije uređaja od strane instaliranih aplikacija. Kada se ukaže potreba da jedna aplikacija pozove funkciju druge, Android u novom procesu instancira komponentu koja odgovara traženoj funkcionalnosti. Prema tome, bilo koja takva izolovana komponenta može da predstavlja ulaznu tačku aplikacije. Postoje 4 vrste takvih komponenta, koje mogu da se instanciraju i pozivaju iz drugih aplikacija. To su: *Activity*, *Service*, *Content Provider* i *Broadcast Receiver*. Android aplikacija može da se sastoji od jedne ili više ovakvih komponenta. Važno je pomenuti da u okviru aplikacije može da se definiše koje njene komponente će biti dostupne drugim aplikacijama.

Activity (aktivnost) najčešće predstavlja jedan prozor aplikacije i sadrži elemente grafičkog interfejsa preko kojih se obavlja interakcija između korisnika i aplikacije, kao što su labele, polja za unos teksta, liste, isl. Aplikacija obavezno ima bar jednu *Activity* komponentu, koja služi kao početni ekran, ali ih obično ima više od jedne u aplikaciji. Jedna aktivnost može da pokrene drugu, ali su one uglavnom međusobno labavo povezane, tako da ne zavise jedna od druge i mogu da se pozovu i od strane drugih aplikacija.

Service (servis) je komponenta koja nema korisnički interfejs, nego se pokreće od strane druge komponente, npr. aktivnosti. Ona se onda izvršava u pozadini, dok korisnik i dalje može da ima interakciju sa aktivnošću koja je pokrenula servis ili da pokrene novu aktivnost, ili čak drugu aplikaciju. Druge komponente mogu da se povežu sa servisom u cilju omogućavanja kontrole nad izvršavanjem servisa. Prilikom implementiranja servisa važno je obratiti pažnju na to da, ukoliko se ne naglasi drugačije, za servis se ne kreira posebna nit ili proces, nego se on izvršava u glavnoj niti procesa (aplikacije) iz koga je pokrenut. To znači da ako će servis da izvršava procesorski zahtevne zadatke, potrebno je eksplicitno kreirati novu nit za taj servis kako bi glavna nit aplikacije ostala posvećena samo interakciji sa korisnikom. Na taj način se smanjuje rizik od blokiranja cele aplikacije ukoliko servis izazove blokadu.

Content Provider-i predstavljaju standardni interfejs za deljenje podataka između aplikacija, tj. za povezivanje podataka iz jednog procesa sa programskim kodom koji

se izvršava u drugom procesu. Ovo deljenje podataka se obavlja putem klijent-server komunikacije između dve aplikacije. Aplikacija koja želi pristup podacima sa repozitorijuma šalje zahteve, *Content Provider* prima te zahteve i obrađuje ih i vraća rezultat klijentskoj aplikaciji. Serverska aplikacija može da definiše i prava pristupa drugih aplikacija podacima iz repozitorijuma.

Broadcast Receiver-i su komponente koje primaju obaveštenja od strane sistema ili aplikacija i reaguju na njih. Sistem šalje razne notifikacije o statusu i akcijama uređaja, a *Broadcast Receiver* prepoznaje te događaje i može da reaguje na njih prikazivanjem vizuelne notifikacije u statusnoj liniji ili pozivanjem druge komponente (na primer, servisa) koja će izvršiti određene zadatke kada se desi neki događaj u sistemu.

Još jedan bitan element svake Android aplikacije je konfiguraciona datoteka – *AndroidManifest.xml*. Ona se nalazi u korenskom direktorijumu aplikacije i govori sistemu koje se sve komponente nalaze u aplikaciji i koje akcije one mogu da izvršavaju. Pored toga, u njoj se definišu i razna druga podešavanja aplikacije, kao što su prava pristupa (npr. internetu ili nekoj komponenti), hardverski i softverski resursi potrebni za rad aplikacije (kamera, *Bluetooth*, isl.), podešavanja koja pomažu u razvoju aplikacije itd. Ovde se preko tzv. *intent-a* definišu akcije koje određena komponenta podržava, odnosno na koje komponenta može da odgovori. Kada neka aplikacija zahteva određenu akciju, a ne navodi komponentu koja treba da je izvrši, onda sistem sam, prema zahtevanoj akciji, u ovoj datoteci traži dostupne komponente koje tu akciju mogu da izvrše.

2. SPECIFIKACIJA

Aplikacija koja je praktični deo ovog rada omogućava preuzimanje berzanskih informacija o kompanijama i kursnih lista sa servisa Yahoo! Finance i njihovo čuvanje u lokalnoj bazi podataka *SQLite* (ugrađenoj u Android aplikaciju). *Online* podaci se preuzimaju putem REST upita (*REpresentational State Transfer*). Preuzeti podaci su u XML formatu (*eXtensible Markup Language*) i pre snimanja u bazu podataka i prikaza korisniku se parsiraju pomoću SAX parsera (*Simple API for XML*).

2.1. Funkcije aplikacije

Aplikacija ima četiri načina rada (moda) iz korisničke perspektive: mod za prikaz liste kompanija, mod za prikaz detalja kompanije, mod za prikaz kursne liste i mod za konverziju.

Mod za prikaz liste kompanija prikazuje sve kompanije koje se čuvaju u lokalnoj bazi u vidu liste sa osnovnim detaljima: simbol kompanije, poslednja cena trgovanja, apsolutna i procentualna promena u odnosu na prethodnu vrednost. Osim liste kompanija, ovaj mod sadrži i kontrole koje korisniku omogućavaju osvežavanje liste i dodavanje novih kompanija u listu.

Mod za prikaz detalja kompanije omogućava izbor jedne kompanije i prikazuje sve njene detalje koji se čuvaju u lokalnoj bazi podataka: simbol i naziv kompanije, poslednja cena trgovanja, apsolutna i procentualna promena u odnosu na prethodnu vrednost, početna dnevna vrednost, završna vrednost prethodnog dana, dnevna najniža i najviša vrednost i količina akcija na berzi.

Mod za prikaz kursne liste prikazuje sve valute koje se čuvaju u lokalnoj bazi u vidu liste sa osnovnim detaljima: međunarodna skraćenica (simbol) valute, naziv valute i vrednost valute u odnosu na baznu valutu – dinar. Takođe sadrži kontrole za osvežavanje liste i dodavanje nove valute.

Mod za konverziju omogućava korisniku izbor dve valute, unos vrednosti za konverziju i prikaz konvertovane vrednosti u oba smera.

2.2. Komponente aplikacije

2.2.1. Baza podataka

Lokalna baza podataka omogućava upis, čuvanje i preuzimanje podataka o kompanijama i valutama preuzetih iz *online* izvora. Pri tome se ne vodi računa o istorijatu podataka, što znači da nakon osvežavanja podataka više nije potrebno čuvati njihove prethodne vrednosti. Stoga se baza sastoji samo od dve jednostavne tabele: *stocks* i *currencies*, u kojima se čuvaju svi najsvežiji podaci o kompanijama i valutama. Podaci iz ovih tabela su u aplikaciji enkapsulirani u klase *StockQuote* i *Currency*, koje predstavljaju poslovne entitete i sadrže samo polja iz odgovarajućih tabela iz baze i njihove *get()* i *set()* metode.

Pristup podacima iz ovih tabela je obezbeđen pomoću klase *DbAdapter*, *StocksDbAdapter* i *CurrencyDbAdapter*. Klasa *DbAdapter* je zadužena za inicijalizaciju baze i osvežavanje eventualnih promena nad šemom baze u toku razvoja aplikacije. Pored toga, ona implementira metode za otvaranje i zatvaranje konekcije sa bazom. Klasa *StocksDbAdapter* sadrži metode koje implementiraju CRUD (*Create*, *Retrieve*, *Update*, *Delete*) operacije nad tabelom *stocks* iz baze podataka, odnosno vrše manipulaciju lokalnim podacima o kompanijama i njihovim berzanskim informacijama. Klasa *CurrencyDbAdapter* preko svojih metoda omogućava izvršavanje CRUD operacija nad tabelom *currencies*, odnosno manipulaciju lokalnim podacima o valutama i kursu.

2.2.2. Preuzimanje online podataka

Metodi za pristup *online* izvoru podataka i preuzimanje podataka sa njega su definisani u klasama *StocksService* i *CurrencyService*. Preuzeti podaci su u XML formatu, pa je neophodno parsirati rezultate poziva *online* servisa da bi se oni mogli preslikati na poslovne entitete. Metodi koji vrše parsiranje su definisani u klasama *StocksParser* i *CurrencyParser*.

2.2.3. Upravljanje događajima

Kao što je već pomenuto, aktivnosti predstavljaju prozore Android aplikacije u kojima se registruju razni događaji izazvani od strane korisnika ili sistema. Potrebno je da aplikacija, odnosno sama aktivnost obradi te događaje tako da korisniku prikaže odgovarajuće informacije ili izvrši pozadinske zadatke, kao što je, na primer, oslobađanje zauzetih resursa prilikom promene statusa aktivnosti. U aplikaciji je definisano pet *Activity* klasa koje su zadužene za obavljanje interakcije.

Klasa *MainActivity* nasleđuje ugrađenu klasu *TabActivity* i služi za definisanje glavnog menija aplikacije, predstavljenog u vidu kartica (*tab-ova*). Ona je još zadužena za inicijalizaciju i oslobađanje zajedničkih

resursa koje koriste druge komponente aplikacije, kao što je kreiranje baze podataka ili njeno osvežavanje na noviju verziju.

Preostale četiri *Activity* klase predstavljaju prozore u kojima se izvršavaju ranije pomenuti modovi aplikacije. Svaka klasa definiše funkcionisanje jednog moda implementirajući metode koje reaguju na događaje karakteristične za taj mod. Tako, klasa *StockListActivity* određuje funkcionisanje moda za prikaz liste izabranih kompanija sa osnovnim berzanskim informacijama, *StockQuoteDetailsActivity* služi za prikaz svih detalja jedne kompanije, *CurrencyListActivity* sadrži metode za prikaz kursne liste, a *CurrencyConverterActivity* za konverziju između valuta.

2.2.4. Prikaz podataka

Za prikaz liste kompanija i kursne liste se koristi *custom layout* (proizvoljni izgled) pojedinačnih stavki, koji zahteva postojanje adaptera za popunjavanje tako definisanih stavki konkretnim podacima. Ovi adapteri su predstavljeni klasama *StockListViewAdapter* i *CurrencyListViewAdapter*.

3. IMPLEMENTACIJA

3.1. Rukovanje podacima

SQLite baze podataka su namenjene korišćenju u situacijama kada je jednostavnost administracije, implementacije i održavanja važnija od brojnih naprednih karakteristika koje nude sistemi za upravljanje bazama podataka u *enterprise* aplikacijama [5]. Stoga su, među ostalim primenama, veoma pogodne za implementaciju u aplikacijama za mobilne uređaje.

Android obezbeđuje mehanizam za automatizovanu inicijalizaciju i osvežavanje *SQLite* baze podataka preko dva metoda klase *SQLiteOpenHelper*, *onCreate()* i *onUpgrade()*. Na programeru je praktično samo da definiše naredbe koje će se izvršiti nad bazom u ovim metodima.

Pristup podacima je izvršen pomoću metoda *query()* klase *SQLiteDatabase*, koji izvršava upite nad podacima u bazi. Za upit se definišu tabela nad kojom se izvršava, kolone iz kojih je potrebno preuzeti podatke, filteri, redosled sortiranja i drugi relevantni parametri, a rezultat njihovog izvršavanja su tzv. *cursor-i*, koji se potom transformišu u liste ili pojedinačne objekte *StockQuote* ili *Currency*, zavisno od konteksta. Na sličan način funkcioniše i menjanje podataka u bazi, za šta se koriste metodi *insert()*, *update()* i *delete()*.

Preuzimanje *online* podataka je implementirano tako da se u klasama *StocksService* i *CurrencyService* definišu metodi koji pristupaju *online* servisu slanjem HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) zahteva u koji je enkapsuliran YQL upit (*Yahoo Query Language*). YQL je jezik koji omogućava slanje upita ka *web* servisima ili stranicama putem naredbi sličnih SQL naredbama. Takav upit predstavlja parametar REST zahteva koji se šalje *online* servisu putem HTTP GET naredbe. REST je stil u arhitekturi distribuiranih sistema koji koristi jednostavniji mehanizam za slanje zahteva nego što je to slučaj kod drugih arhitektura, kao što je, na primer, SOAP (*Simple Object Access Protocol*). On ne mora da definiše razne meta-podatke za zahtev (zaglavlje, deklarisan parametre, isl.), nego je predstavljen kao URL (*Uniform Resource*

Locator) čiji je jedini parametar prethodno definisani YQL upit [4].

Rezultat izvršavanja REST upita je XML datoteka sa traženim podacima, koja se zatim parsira da bi se vraćeni podaci smestili u objekte *StockQuote* i *Currency* i njima lakše rukovalo u aplikaciji. Mehanizam za parsiranje je definisan u klasama *StocksParser* i *CurrencyParser*. One implementiraju SAX parser koji je upotrebljen, pre svega, zbog jednostavnosti korišćenja i manje količine potrebnih resursa nego što zahteva DOM parser (*Document Object Model*) u ovom slučaju. SAX parser omogućava sekvencijalni prolazak kroz sve elemente u XML strukturi bez prethodnog učitavanja čitave strukture u memoriju što, u slučaju parsiranja većih XML datoteka, smanjuje i vreme učitavanja datoteke i memoriju korišćenu za njeno privremeno čuvanje u aplikaciji.

3.2. Korisnički interfejs

Podaci se u Android aplikaciji prikazuju u tzv. *layout-ima* koji predstavljaju kontejnere za manje kontrole kao što su polja za unos i prikaz teksta, dugmad za izvršenje određene akcije, padajuće liste isl. Svako od aktivnosti koje predstavljaju prozore aplikacije je dodeljen po jedan *layout* koji odgovara funkcijama te aktivnosti. *Layout-i* za prikaz liste kompanija i valuta su specifični jer sadrže *custom* definisane *layout-e* i za pojedinačne stavke. Za ovako definisane elemente interfejsa Android obezbeđuje mehanizam za prilagođeni prikaz podataka pomoću tzv. *view adapter-a*.

Klase *StockListAdapter* i *CurrencyListAdapter* služe u tu svrhu, tj. popunjavaju definisani *layout* listom podataka koja im je prosleđena. Ostali podaci u aplikaciji se prikazuju (i upisuju) na standardan način, jednostavnim pristupom odgovarajućoj kontroli u prozoru (aktivnosti). Sva interakcija korisnika sa aplikacijom se obavlja u *Activity* klasama. U metodima ovih klasa se prepoznaju korisničke i systemske akcije na koje aplikacija treba da reaguje na odgovarajući način. Aplikacija odgovara na događaje kao što su promene statusa aktivnosti i događaji *click* i *item selected* unutar samih aktivnosti. Aktivnosti sadrže metode *onCreate()* i *onResume()* u kojima se definišu akcije prilikom kreiranja aktivnosti ili dobijanja fokusa. Tu se otvaraju tabele iz baze i učitavaju inicijalni podaci ili preuzimaju relevantni podaci iz aktivnosti koja je prethodno bila u fokusu, npr. izabrana kompanija iz liste isl.

Za preostale događaje se aktivnost, odnosno njene pripadajuće kontrole prijavljuju implemetiranjem odgovarajućih interfejsa i eksplicitnim pretplaćivanjem na željene događaje. U njima aktivnost reaguje na korisničke akcije kao što su: pritisak na dugme za unos nove kompanije ili valute, pritisak na dugme za osvežavanje podataka u bazi, izbor jedne stavke iz liste kompanija ili valuta, pritisak na dugme za konverziju i sl.

4. ZAKLJUČAK

Operativni sistem Android je osvojio korisnike širom sveta svojom dostupnošću, modernim izgledom grafičkog interfejsa, lakoćom korišćenja aplikacija, mogućnostima proširivanja uređaja novim funkcijama itd. Android *open source* projekat obezbeđuje infrastrukturu za besplatno preuzimanje najrazličitijih aplikacija i igrica, te njihovu jednostavnu instalaciju i izvršavanje. Platforma softverski podržava izvršavanje praktično bilo kog zadatka koji je predviđen hardverskim karakteristikama nekog uređaja.

Opisana aplikacija demonstrira samo najosnovnije koncepte programiranja za Android platformu uz fokus na korisničke zahteve koji su trenutno veoma aktuelni, kako za poslovne, tako i za standardne korisnike mobilnih uređaja. Skup njenih funkcija nije konačan i može se još značajno unaprediti kako bi aplikacija bila zaista konkurentna drugim sličnim aplikacijama na velikom Android tržištu.

5. LITERATURA

[1] *Android Developers*, <http://developer.android.com/>

[2] Stefan Brähler, *Analysis of the Android Architecture*, Karlsruher Institut für Technologie, 2010, http://os.ibds.kit.edu/downloads/sa_2010_braehler-stefan_android-architecture.pdf

[3] *Androidology – Part 1 of 3 – Architecture Overview*, <http://www.youtube.com/watch?v=Mm6Ju0xhUW8>

[4] *Learn REST: A Tutorial*, <http://rest.elkstein.org/>

[5] *SQLite*, <http://www.sqlite.org>

Kratka biografija:

Milo Milovanović rođen je 1983. godine u Tuzli. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Računarstvo i automatika – Računarske nauke i informatika, odbranio je 2013. godine.

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.

PROJEKTOVANJE I VERIFIKACIJA CAN KONTROLERA

DESIGN AND VERIFICATION OF CAN CONTROLLER

Damir Maričić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Radom su predstavljeni model CAN kontrolera, razvijen na osnovu CAN specifikacije, i rezultati sinteze razvijenog kontrolera pomoću alata kompanije XILINX. Takođe, predstavljeno je i verifikaciono okruženje sa primerima prijema i slanja poruke.

Abstract – This paper presents review of designed CAN controller according to CAN specification and results of synthesis using XILINX synthesis tools. Furthermore, verification environment is presented, as well as verification environment with examples of receiving and sending messages.

Cljučne reči: CAN kontroler, FPGA, verifikacija, bit tajming, procesor niza bitova

1. UVOD

CAN magistrala (eng. Controller Area Network) je standard koji se najviše koristi u automobilske industriji. Dizajniran je da omogućiti mikrokontrolerima i uređajima vozila da međusobno komuniciraju bez prisustva host računara koji nadgleda sve operacije.

CAN magistrala je protokol baziran na porukama. Prvobitna namena ovog protokola bila je primena u autoindustriji ali, zbog niske cene pojedinih CAN kontrolera i procesora, svoju primenu ima i u industrijskoj automatizaciji i medicinskoj opremi.

CAN magistrala je jedan od 5 protokola koji se koristi u OBD-II dijagnostičkim standardima vozila. OBD-II standard (eng. On Board Diagnostic) pruža vlasniku ili serviseru pristup informacijama o stanju podsistema vozila.

Ovaj standard je bio obavezan za sve automobile i lake kamione prodate u SAD nakon 1996. godine. U Evropskoj uniji važeći standard je EOBD (eng. European On Board Diagnostic) koji je od 2001. obavezan za sva motorna vozila na bezin dok je od 2004. obavezan i za sva vozila na dizel.

Kompanija Robert Bosch GmbH je 1983. godine započela razvoj CAN protokola. On je zvanično objavljen 1986. godine u Detroitu na kongresu udruženja auto-inženjera (eng. Society of Automotive Engineers). Prvi CAN kontroler čipovi, proizvedeni u Intelu i Philipsu, pojavili su se 1987. godine. Verzija CAN 2.0 ozvaničena je 1991. godine od strane kompanije Bosch koja poseduje patent na ovu tehnologiju.

NAPOMENA:

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

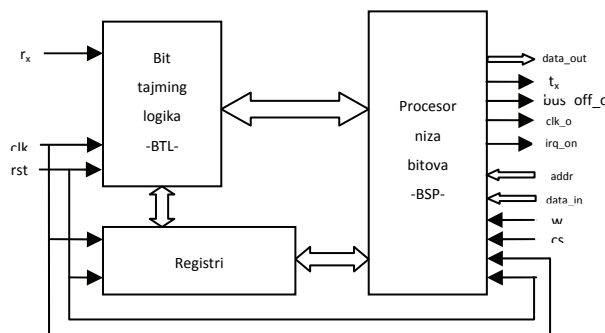
Za projektovanje modela CAN kontrolera korišćen je VHDL (eng. Very High speed integrated circuit hardware Description Language) koji predstavlja jezik za modelovanje i opis hardvera.

2. Realizacija CAN kontrolera

Realizovani CAN kontroler u potpunosti je u skladu sa CAN specifikacijom. Realizacijom nije obuhvaćen ulazak u hibernaciju koja omogućava uštedu energije u slučajevima kada je kontroler duže vreme neaktivan.

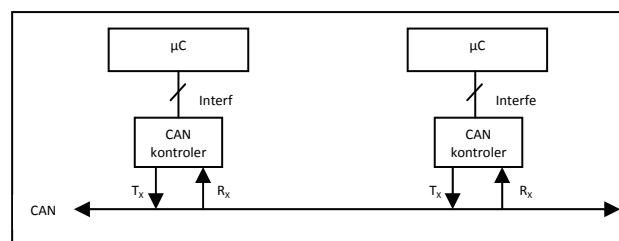
Jednostavnim blok dijagramom na slici 1. predstavljen je implementirani CAN kontroler. Glavni blokovi uređaja su:

1. bit tajming logika,
2. procesor niza bitova,
3. registri.



Slika 1. Blok dijagram CAN kontrolera

CAN kontroler putem implementiranog 8051 interfejsa povezujemo sa nekim od kompatibilnih mikrokontrolera dok, sa druge strane, putem R_x i T_x kanala komunicira sa magistralom (slika 2).

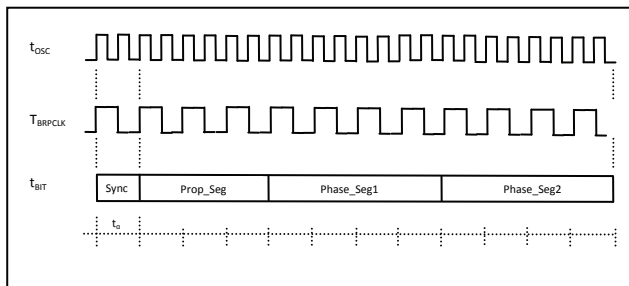


Slika 2. Primer povezivanja CAN čvorova na magistralu

2.1. Bit tajming

Svi čvorovi CAN magistrale moraju da imaju istu nominalnu brzinu bitova. CAN protokol koristi NRZ metodu kodovanja koja ne kodira takt signal transmitera unutar toka podataka. Posledica toga je da svaki čvor magistrale mora kreirati svoj takt prijema koji je, radi

pravilnog prijema poruke, potrebno sinhronizovati sa taktom transmitera. Bit tajming logika-BTL (eng. Bit Time Logic) kreira takt prijema i slanja. Ukoliko čvor nije transmitter BTL vrši sinhronizaciju prilikom prelazaka sa recesivne na dominantu vrednost magistrale. Uz sinhronizaciju, BTL omogućava kompenzaciju kašnjenja nastalog usled vremena propagacije i faznog pomeraja.



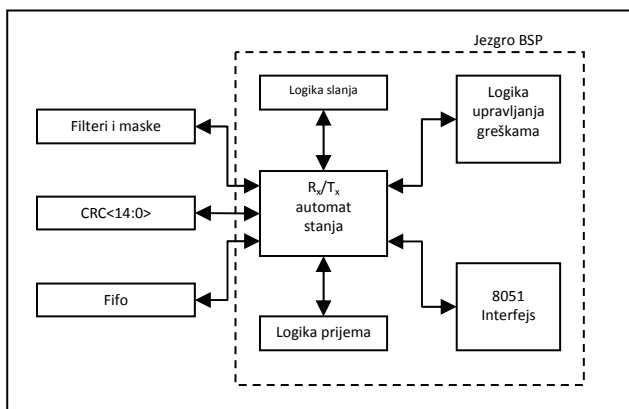
Slika 3. Primer bit vremena

Način programiranja segmenata bit vremena i opsezi tolerancije oscilatora mogu biti pronađeni u CAN specifikaciji [1] i konfiguraciji bit tajminga [2].

2.2. Procesor niza bitova

Procesor niza bitova BSP (eng. Bit Stream Processor) formira frejm na osnovu informacija koje treba poslati i obrnuto, od primljenog frejma izvlači informacije od značaja. Zadatak BSP-a je da generiše, prima i šalje fiksne oblike niza bitova-poruke, računa i proverava CRC kod, upravlja greškama kontrolera, vrši *bit stuffing*, upravlja radom 8051 interfejsa. Procesor niza bitova (slika 4) sačinjen je od :

1. jezgra BSP,
2. CRC (eng. Cyclic Redundancy Code),
3. filtera i maski,
4. fifo.



Slika 4. Blok dijagram BSP-a

Jezgro BSP-a obezbeđuje da se procesi prijema, arbitraže, slanja i signaliziranja greške odvijaju u skladu sa CAN specifikacijom. Pored toga, kontroliše protok podataka između automata stanja sa jedne strane i fifo, CRC, filtera i maski sa druge. Zadatak jezgra BSP-a je da obezbedi ponovno slanje poruke ukoliko je došlo do greške prilikom slanja ili ako je čvor izgubio arbitražu. Jezgro je zaduženo i za upravljanje brojačima grešaka kao i za komunikaciju putem 8051 interfejsa.

2.3. Modovi rada

CAN kontroler poseduje četiri moda rada i to:

1. konfiguracioni mod,
2. normalni mod,
3. listen-only mod,
4. self test mod.

Inicijalizacija CAN kontrolera omogućena je jedino kada se on nalazi u konfiguracionom modu. Njemu se pristupa resetom kontrolera ili upisom odgovarajućeg bita u mod registar.

Kada se kontroler nalazi u normalnom modu rada on aktivno učestvuje u komunikaciji putem magistrale.

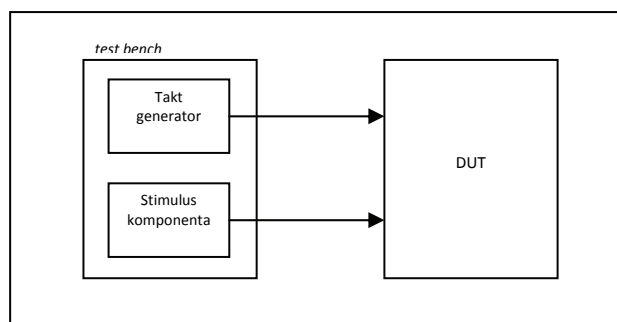
Listen-only mod kontroleru omogućava prijem svih poruka koje putuju magistralom i obično se koristi za posmatranje magistrale ili detekciju brzine prenosa podataka.

Self test mod se koristi prilikom testiranja i razvijanja kontrolera. Ovaj mod rada omogućava kontroleru da prima poruke ali mu ne dozvoljava da generiše signal potvrde uspešnog prijema.

3. VERIFIKACIJA

Za potrebe verifikacije razvijeno je jednostavno verifikaciono okruženje (slika 5) koje se sastoji od test bench-a i uređaja koji testiramo-DUT (eng. Device Under Testing). U okviru test bench-a izvršena je realizacija takt generatora i stimulus komponente.

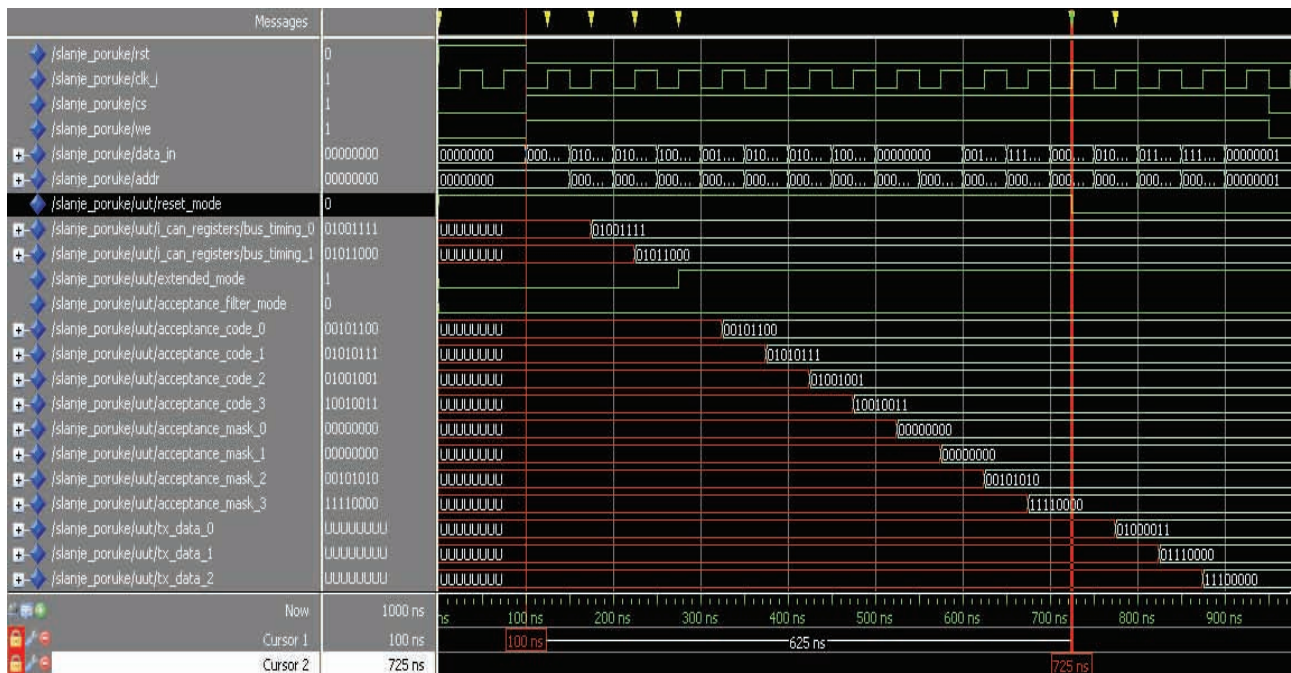
Stimulus komponentom test bench-a na ulaze DUT-a dovodimo pobudne signale. Posmatranjem reakcije testiranog uređaja na dovedenu ponudu, vizuelnom inspekcijom dobijenih grafika, donosimo zaključak o radu realizovanog kontrolera.



Slika 5. Verifikaciono okruženje

Pre početka komunikacije kontrolera sa magistralom potrebno je izvršiti njegovu konfiguraciju (slika 6). U prostoru između kursora 1 i kursora 2 kontroler se nalazi u konfiguracionom modu rada (reset_mode=1) u kome je omogućen upis u registre bit tajminga, registre maski i filtera. Nakon što je kontroler konfigurisan u njegove tx_data registre vrši se upis informacija od kojih će biti formirana poruka za slanje. Po završetku upisa u tx registre kontroler se postavlja u normalni režim rada.

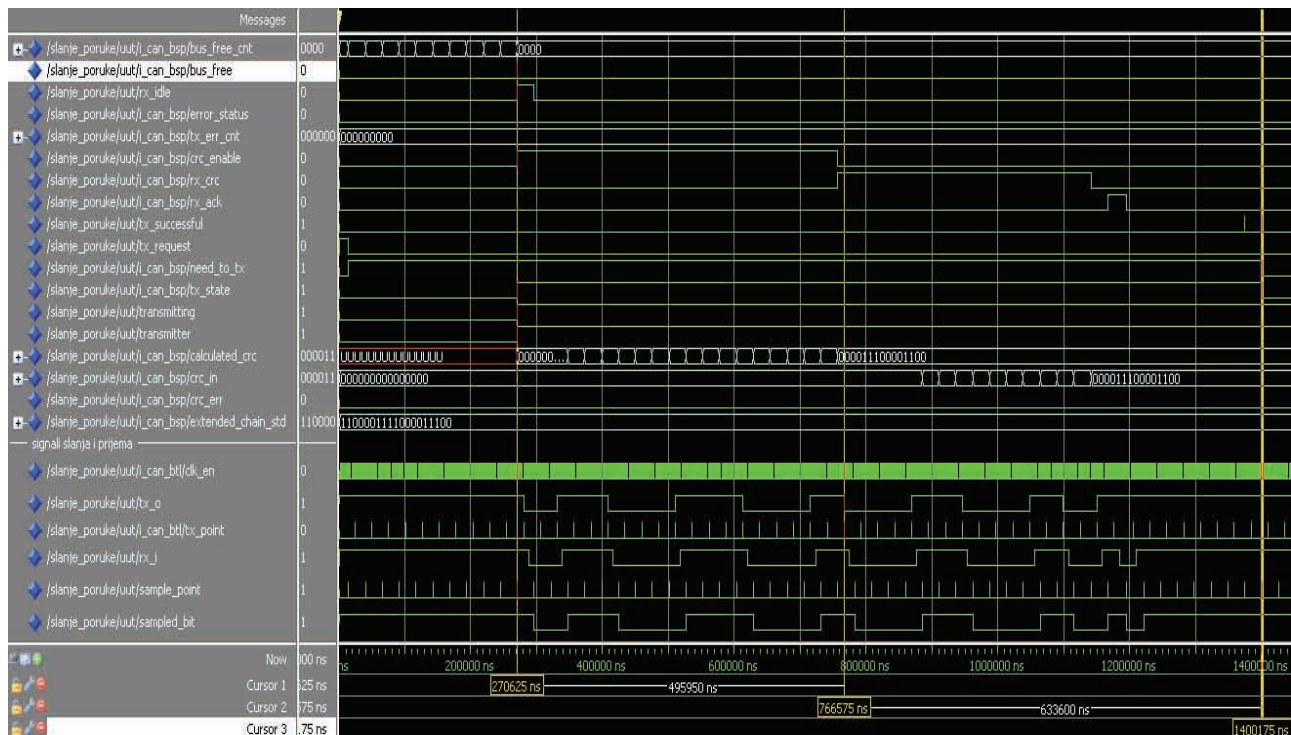
Slanje poruke (slika 7) prikazano je na primeru remote frame-a. Nakon što je, na poziciji kursora 1, uočena slobodna magistrala, rx_idle=1, kontroler započinje sa slanjem pripremljene sekvence (extended_chain_std) na osnovu tx_data registara. Palalelno sa slanjem poruke kontroler vrši i prijem poruka sa magistrale. Upoređivanjem poslate i primljene vrednosti utvrđuje se da li je došlo do greške prilikom slanja.



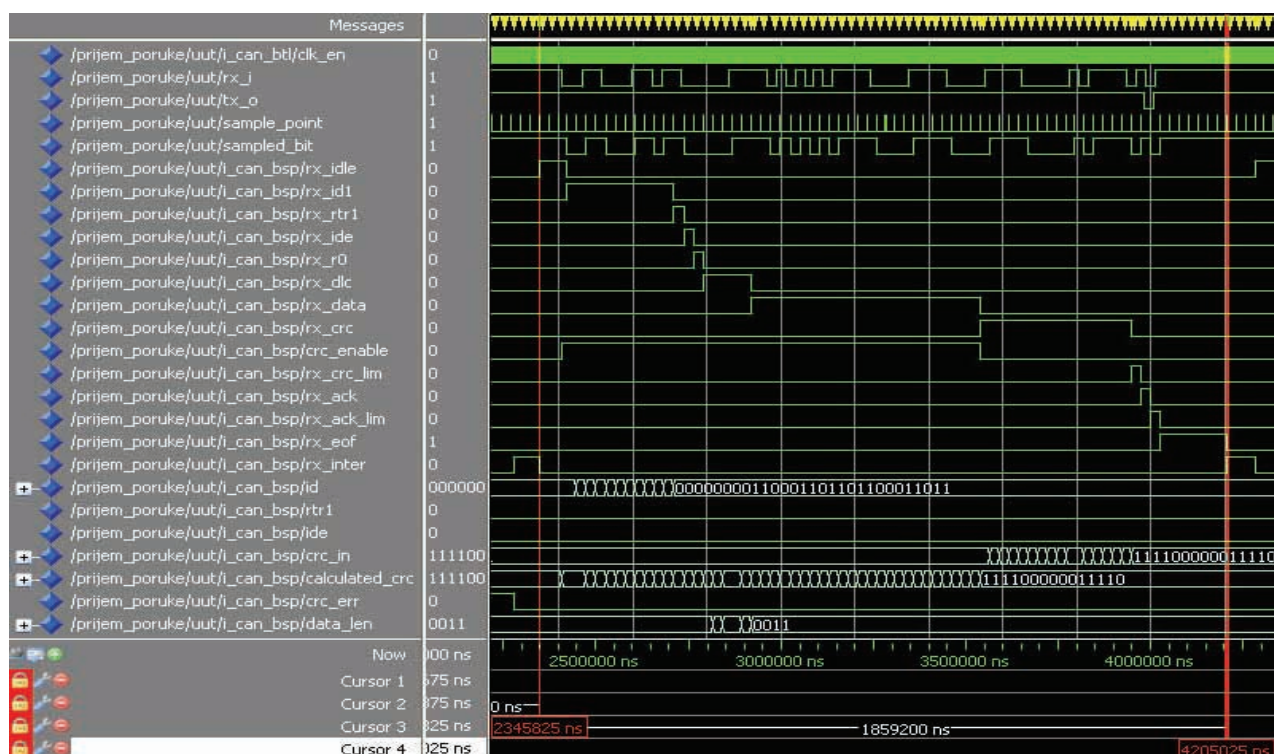
Slika 6. Konfiguracija CAN kontrolera

Po završetku slanja sekvence, na poziciji kursora 2, kontroler počinje slanje izračunate CRC sekvence (`calculated_crc`). Ukoliko su izračunata i primljena CRC (`crc_in`) sekvenca jednake kontroler generiše signal `tx_successful` koji označava uspešno slanje (kursor 3). Prijem poruke, prikazan na slici 8, započinje prijemom SOF (eng. Start Of Frame) signala čvora koji šalje poruku nakon što su svi čvorovi završili sa komunikacijom na magistrali. Na poziciji kursora 3 primećujemo da je

magistrala slobodna na osnovu vrednosti signala `rx_idle=1`. Nakon toga neki od čvorova magistrale započinje slanje poruke SOF signalom. Između kursora 3 i 4 kontroler vrši prijem bitova sa magistrale i beleži ih u odgovarajuće prihvatne registre. Po prijemu cele poruke kontroler proverava da li su vrednosti primljene i izračunate CRC sekvence jednake i, ukoliko jesu, generiše signal potvrde slanjem 0 putem tx porta u toku trajanja `rx_ack_lim` polja.



Slika 7. Slanje remote frame poruke



Slika 8. Prijem poruke

4. REZULTATI SINTEZE

Sinteza CAN kontrolera izvršena je na XC3S200 iz Spartan 3 familije uz pomoć alata XILINX 14.3. Nakon izvršene sinteze dobijeni su sledeći rezultati:

Logic Utilization:	Used	Total	%
Slice Flip Flops:	619	3,840	16%
4 input LUTs:	1,610	3,840	41%
Logic Distribution:	Used	Total	
Number of occupied Slices:	1,005	1,920	
Containing only related logic	1,005	1,005	
Containing unrelated logic:	0	1,005	
Total number of 4 input LUTs:	1,619	3,840	
Used as logic:	1,610		
Used as route-thru:	9		

Related logic predstavlja logiku koja deli ulaz. Prilikom sklapanja slajsova prioritet se daje kombinovanju logike koja je povezana čime se postižu maksimalne performanse. *Unrelated logic* ne deli ulaze odnosno nije međusobno povezana. Povezivanje u slajsove nepovezane logike vrši se tek kada je 99% slajsova zauzeto povezanom logikom. Maksimalni radni takt sintetizovanog kontrolera je 90.84MHz.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu realizovan je CAN kontroler na osnovu dostupne specifikacije CAN protokola. Verifikacijom kontrolera utvrđena je njegova funkcionalnost odnosno ispravna komunikacija sa drugim kontrolerima putem CAN magistrale.

Prikazani su rezultati sinteze i određen je maksimalni radni takt kontrolera.

Kao mogućnost daljeg razvoja predlaže se implementacija dodatnih prijemnih bafera, realizacija moda hibernacije radi umanjenja potrošnje kontrolera, implementacija dodatnih komunikacionih interfejsa kako bi kontroler bio kompatibilniji sa većim brojem mikrokontrolera.

6. LITERATURA

- [1] „CAN Specification, Version 2.0”, Robert Bosch GmbH, 1991, <http://www.bosch-semiconductors.de/media/>
- [2] „6th International CAN Conference: Proceedings”, CAN in Automation eV, 1999
- [3] Janick Bergeron, “Writing Testbenches: Functional Verification of HDL Models”, Kluwer Academic Publishers, 2000.

7. Kratka biografija:



Damir Maričić rođen u Skoplju 1983. godine Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva Računarska elektronika, odbranio je 2013. god.

**PRORAČUN TOKOVA SNAGA U VISOKONAPONSKIM MJEŠOVITIM
NAIZMJENIČNO-JEDNOSMJERNIM PRENOSNIM SISTEMIMA****POWER FLOW IN HIGH VOLTAGE MIXED ALTERNATING-DIRECT CURRENTS
BASED POWER SYSTEMS**

Gordana Kravljača, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

2. VISOKONAPONSKI JEDNOSMJERNI PRENOS

Kratak sadržaj – Rad obrađuje problem tokova snaga u visokonaponskim mješovitim naizmjenično-jednosmjernim sistemima, koji su po pravilu sastavni dio savremenih elektroenergetskih sistema. Predloženi algoritam za rješavanje problema tokova snaga se zasniva na sekvencijalnom metodu. Ovaj metod rješava naizmjenični i jednosmjerni prenosni podsistem odvojeno, do konvergencije rešenja u dva podsistema. U radu je detaljno opisan predloženi algoritam i prikazani su rezultati implementacije u programskom paketu MATLAB.

Abstract – This paper deals with power flow in high voltage (HV) mixed alternating-direct currents (AC-DC) based power systems, which are integral part of modern power systems. Proposed algorithm for power flow solution is based on the sequential method. This method deals with AC and DC subsystems separately, to final convergence is achieved. In this paper, the proposed algorithm is described in detail and results of program implementation in MATLAB are provided.

Cljučne reči: HVDC, tokovi snaga, sekvencijalni metod

1. UVOD

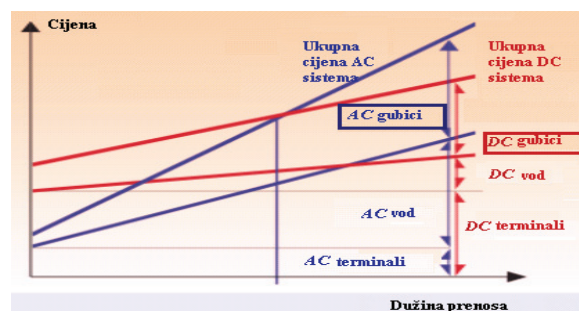
U modernom dobu nauke i tehnologije, potreba za električnom energijom raste iz dana u dan. Elektroenergetski sistemi širom svijeta bilježe stalne poraste u veličini i kompleksnosti. Uporedo sa porastom elektroenergetskih sistema, raste i potreba za njihovom analizom. Bez obzira da li je riječ o prenosnim ili distributivnim mrežama, njihovu osnovu čini softver. Bazični dio softvera jesu analitičke funkcije. Jedne od osnovnih analitičkih funkcija jesu proračun tokova snaga i proračun kvarova.

Proračuni tokova snaga su jedan od veoma važnih alata za analizu i planiranje razvoja mreže. Oni, između ostalog, obezbjeđuju informacije o sigurnosti rada i isporuke električne energije. Zbog toga, postojeće metode za proračun tokova snaga i ocjene sigurnosti se moraju unaprijediti, kako bi se ovi alati mogli koristiti u mješovitim AC-DC sistemima [1]. Za proračune kod ovakvih sistema moraju se uvesti novi parametri i izvršiti modifikacije osnovnih metoda, kako bi se ovaj složeni problem pojednostavio.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Andrija Sarić, vanr.prof.

U početku se za prenos električne energije koristila isključivo jednosmjerna struja. Dostupnost transformatora, kao i razvoj indukcionih motora početkom 20. vijeka doveli su do upotrebe trofaznog naizmjeničnog prenosa [2]. Danas se dinamičan razvoj trofaznih naizmjeničnih sistema približava granici svojih mogućnosti. Ovo upućuje na primjenu jedne novije tehnologije prenosa, a to je visokonaponski jednosmjerni prenos. Jednosmjerni prenos je praktičan kada se radi o prenosu električne energije na velike razdaljine, ili kada je neophodno da se prenos ostvari korišćenjem kablova (na primer, podvodnih). Pitanje koje se često postavlja jeste kada koristiti naizmjenični, a kada prenos jednosmjernom strujom? Da bi se dao odgovor na ovo pitanje, neophodno je izvršiti procjenu troškova prenosa, tehničkih mogućnosti i analizu pouzdanosti prenosa. Nadzemni vodovi se mogu konstruisati tako da budu jeftiniji po jedinici dužine u odnosu na ekvivalentni naizmjenični trofazni vod, koji je namjenjen za prenos istog nivoa električne snage. Međutim, pretvarači koji se koriste pri prenosu jednosmjernom strujom povećavaju troškove prenosa. Na Slici 1 dat je grafik koji pokazuje da je cijena ulaganja kod visokonaponskog naizmjeničnog prenosa (HVAC) u krajnjim tačkama prenosnog sistema veoma mala.

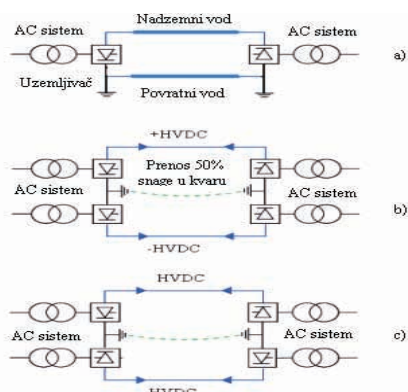


Slika 1- Poređenja troškova HVDC i HVAC prenosa [3]

Tačka presjeka troškova na Slici 1 varira u širokim granicama. Za nadzemne vodove nalazi se u opsegu od 350 do 800 kilometara, a za podmorske i podzemne kablove u opsegu od 25 do 50 kilometara [3].

Problemi koji se javljaju prilikom prenosa jednosmjernom strujom su: visoka cijena pretvaračke opreme, pretvarači zahtijevaju veliku reaktivnu snagu, nemogućnost korišćenja transformatora kako bi se povećao naponski nivo, stvaranje harmonika koji narušavaju kvalitet isporučene energije i složeno upravljanje i regulacija.

Princip visokonaponskog jednosmjernog prenosa sastoji se u konverziji naizmjenične energije u jednosmjernu, prenosu jednosmjerne energije i ponovne konverzije u naizmjeničnu energiju. Tri glavna elementa sistema za visokonaponski prenos jednosmjernom strujom su [2]: pretvaračke stanice, prenosni posrednici (vodovi ili kablovi) i elektrode za uzemljenje. Na Slici 2 su prikazani načini povezivanja pretvaračkih stanica. Na Slici 2.a) je prikazana jednopolna konfiguracija sa povratnim putem preko zemlje. Sastoji se od jednog provodnika povezanog sa jednom ili više pretvaračkih stanica u seriji, ili paralelno na svakom kraju i koristi zemlju (ili more) kao povratni vod. Dvopolni visokonaponski jednosmjerni prenos (Slika 2.b)) se koristi kada prenosni kapaciteti prevazilaze mogućnosti jednopolnih prenosnih sistema. Kod homopolarnog prenosa (Slika 2.c)) koriste se provodnici koji imaju isti polaritet (obično negativni).



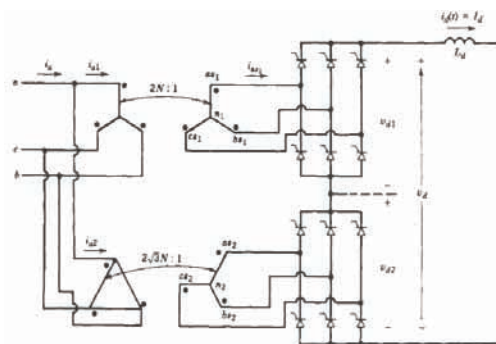
Slika 2- Tipovi HVDC prenosa: a) jednopolni, b) dvopolni, c) homopolarni [3]

HVDC prenosni sistem je dvoterminalni sistem, odnosno sistem koji se sastoji od dva pretvarača. Kada je tri ili više pretvarača, koji su geografski udaljeni, povezano prenosnim vodom ili kablom, visokonaponski prenosni sistem je multiterminalan. Multiterminalni sistem može biti paralelan ili redni. U praksi se najčešće koriste samo paralelni multiterminalni sistemi.

2.1 Pretvarači sa strujnim međukolom

Visokonaponski jednosmjerni prenosni sistemi koji su realizovani upotrebom strujnih pretvarača obično se nazivaju *konvencionalni HVDC sistemi*. Ovi pretvarači zahtijevaju relativno jak naponski izvor, kako bi komutacija mogla da se izvrši. Osnovni element pretvarača koji se u ovim sistemima koristi jeste trofazni punotalasni most, koji se često naziva 6-pulsni most [4]. Ukoliko je sastavljen od jedne ili više dioda u seriji, tada je neupravljiv, a ukoliko je sastavljen od jednog ili više tiristora, onda je upravljiv.

Moderna postrojenja za visokonaponski prenos jednosmjernom strujom se uglavnom projektuju sa 12-pulsnim pretvaračima (Slika 3). U slučaju 12-pulsnih pretvarača, pretvaračke stanice imaju dva 6-pulsna mosta povezana preko transformatora sa spregama Y-Y i Δ -Y. Ovakva konfiguracija omogućava da se ponište neki harmonici, što rezultuje značajnim uštedama na harmonijskim filtrima. Takođe, postiže se znatno manja talasnost ispravljenog napona kod 12-pulsnog pretvarača u odnosu na 6-pulsni.

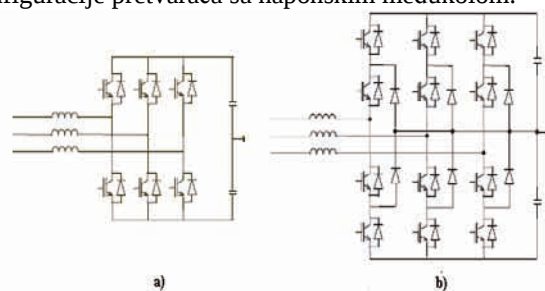


Slika 3- Dvanaestopulsni pretvarač [4]

Glavni nedostatak strujnih pretvarača jeste što komutacija poluprovodničkog prekidača zavisi od stabilnosti naizmjeničnog napona koji obezbjeđuje trofazni sistem. Pretvarač ne može da radi ukoliko je povezan na slab trofazni sistem. Drugi problem koji se javlja kod ovih pretvarača jeste to što oni uvijek troše reaktivnu snagu, bez obzira da li je riječ o ispravljačkom ili invertorskom režimu rada.

2.2 Pretvarači sa naponskim međukolom

Sa razvojem poluprovodničkih elemenata, kao i novih tehnologija za upravljanje i regulaciju, omogućena je primjena pretvarača sa naponskim međukolom. U odnosu na pretvarače koji se koriste u konvencionalnim prenosnim sistemima, ova tehnologija je fleksibilnija i ekonomičnija. Pretvarači sa naponskim međukolom mogu biti samokomutirajući, ili sa prinudnom komutacijom [5]. Pretvarači sa prinudnom komutacijom su obično realizovani upotrebom tiristora, kod kojih je omogućeno upravljanje i trenutkom prestanka provođenja, odnosno GTO ("Gate Turn-Off") tiristora. U većini slučajeva koriste se samokomutirajući pretvarači kod kojih je osnovna komponenta bipolarni tranzistor sa izolovanom upravljačkom elektrodom (IGBT - "Insulated Gate Bipolar Transistor"). Na Slici 4 prikazane su dvije konfiguracije pretvarača sa naponskim međukolom.



Slika 4- Pretvarači sa naponskim međukolom: a) dvostepeni, b) trostepeni [5]

Dvostepeni most je najjednostavnija konfiguracija koja se može koristiti za formiranje trofaznog naponskog pretvarača sa prinudnom komutacijom. Most se sastoji od šest prekidača, a svaki od njih se sastoji od prekidačkog uređaja i antiparalelne diode. Ključna komponenta po kojoj se dvostepeni pretvarač razlikuje od trostepenog je spojna dioda po svakoj fazi. Pored ove dvije topologije, u praksi se javlja i modularni višestepeni pretvarač [5]. Naponski pretvarači povećavaju naponsku stabilnost sistema. Imaju sposobnost da skoro trenutno formiraju bilo koji fazni ugao ili amplitudu napona. Međutim, ova

tehnologija je znatno skuplja od konvencionalnih HVDC sistema, uglavnom zbog veće cijene pretvaračkih stanica. Za razliku od konvencionalnih sistema, ovi sistemi nemaju mogućnost prenosa snage preko jednog pola kada drugi otkaže.

3. PRORAČUN AC-DC TOKOVA SNAGA

Problem tokova snaga se u suštini odnosi na problem bilansa snaga u čvorovima elektroenergetskog sistema. Pod ovim problemom se podrazumjeva sledeće: kako opteretiti izvore u jednoj mreži, kada je poznata potrošnja svih potrošača?

Gauss-ov metod je prvi numerički metod koji se koristio za proračun AC tokova snaga [3]. Njega su zamijenili efikasniji Gaus-Saidel-ov metod, Newton-ov, raspregnuti Newton-Raphson-ov metod [3] i drugi. Svaki od ovih razvoja je poboljšavao konvergenciju i smanjivao vrijeme neophodno za dobijanje rješenja. Sa pojavom dvoterminalnih DC vodova u prenosnim sistemima nastala je potreba za razvijanjem metoda koje mogu da riješe tokove snaga kombinovanih AC-DC sistema. Metode za proračun AC-DC tokova snaga mogu se podijeliti u dvije kategorije: *simultane* i *sekvencijalne metode* [1]. Simultane metode rješavaju jednačine mješovitog AC-DC sistema istovremeno, a sekvencijalne metode rješavaju AC i DC sistem odvojeno, do usklađivanja međusobnih zajedničkih promenljivih (konvergencija rešenja). Problem tokova snaga čine: postavka problema tokova snaga, matematički model tokova snaga i proračun tokova snaga.

3.1 Proračun tokova snaga DC sistema

U praksi se kontrola HVDC sistema vrši tako što se jedan terminal izabere kao naponski kontrolisan. Ostali terminali su kontrolisani strujom ili snagom. Za naponski kontrolisane terminale jednosmjerni napon (V_d) i ugao pretvarača (θ_d) su [6]:

$$\left. \begin{aligned} V_d &= V_{ds} \\ \theta_d &= \theta_{d,min} \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

gdje su: V_{ds} nominalni napon pretvarača i $\theta_{d,min}$ minimalni ugao pretvarača.

Za terminale koji su kontrolisani strujom struja k -te grane (I_{dk}) je:

$$I_{dk} = I_{dks}, \quad (2)$$

gdje je I_{dks} nominalna jednosmjerna struja grane.

Za pretvarače koji su kontrolisani snagom važi relacija:

$$V_{dj} I_{dk} = P_{djs}, \quad (3)$$

gdje je P_{djs} nominalna snaga pretvarača.

Jednosmjerni napon dvopolnog pretvarača je zbir napona dva pola. Neka u sistemu ima n_c DC terminala i n_a AC terminala. Uzimajući n_c terminal kao referentni za jednosmjerni napon, formira se matrica admitansi. Napon j -tog terminala (V_{dj}) se određuje na osnovu:

$$V_{dj} = \frac{1}{Y_{jj}} \left[\frac{P_{djs}}{V_{dsj}} - \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{n_c} Y_{ij} V_{di} \right], \quad (4)$$

gdje je Y_{ij} element matrice admitansi na poziciji (i, j), pri čemu $i, j = 1, 2, \dots, n_c$.

Ukoliko su terminali naponski kontrolisani, sekundarni napon pretvaračkog transformatora se može izračunati primjenom formule:

$$V_d = t V_{ac} \cos \theta_d - X_c I_d, \quad (5)$$

gdje je t prenosni odnos transformatora, V_{ac} efektivna vrijednost naizmjeničnog napon pretvarača i X_c reaktansa pretvaračkog transformatora.

U suprotnom, sekundarni napon pretvaračkog transformatora j -tog pretvarača računa se na osnovu formule:

$$V_j = V_{dj} - k_{\theta_j} t_j V_{n_a+j} \cos \theta_{dj,min} + X_{cj} I_{dj}, \quad (6)$$

gdje je: k_{θ_j} koeficijent, koji obično ima vrijednost 0.97 [6].

Faktor snage pretvarača ($\cos \varphi$) se može izračunati iz:

$$V_d = k_{\varphi} t V_{ac} \cos \varphi. \quad (7)$$

Aktivna i reaktivna snaga i -tog pretvarača (P_{idc} i Q_{idc}) se računaju na osnovu izraza:

$$\left. \begin{aligned} P_{idc} &= V_{di} I_{dk} \\ Q_{idc} &= V_{di} I_{dk} \operatorname{tg} \varphi_k \end{aligned} \right\}. \quad (8)$$

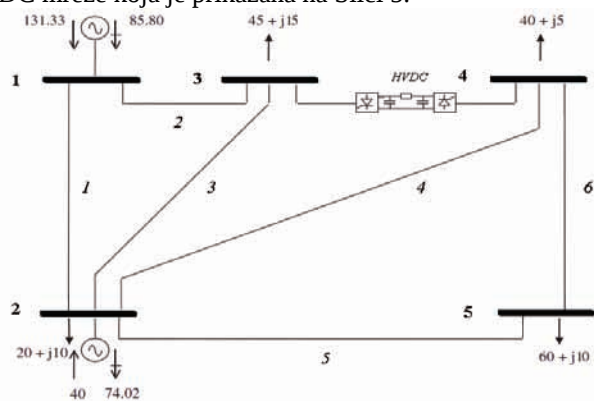
4. IMPLEMENTACIJA RJEŠENJA TOKOVA SNAGA

U ovom poglavlju je dat algoritam za proračun tokova snaga mešovitog AC-DC sistema. Razvijeni algoritam koristi Gauss-ov iterativni postupak za DC dio mreže, a Newton-Raphson-ov postupak za AC dio mreže. Osnovne karakteristike ovog rješenja su teorijska jednostavnost, kao i jednostavnost za praktičnu programersku realizaciju. Proračun tokova snaga AC-DC sistema se sastoji od sledećih koraka:

1. učitavanje podataka za AC-DC sistem,
2. inicijalna dodjela vrijednosti napona u svim čvorovima DC sistema,
3. početak iterativnog procesa, iteracija $h=1$,
4. proračun napona na osnovu formule (4),
5. proračun jednosmjernih struja za pretvarače sa fiksnom snagom,
6. za naponski kontrolisane terminale, proračun napona sekundara pretvaračkog transformatora na osnovu (5), a za terminale koji nisu naponski kontrolisani proračun napona sekundara pretvaračkog transformatora na osnovu (6),
7. proračun faktora snage (7),
8. proračun aktivnih i reaktivnih snaga prema (8),
9. proračun tokova snaga u naizmjeničnom delu (AC),
10. određivanje prenosnog odnosa svih pretvaračkih transformatora,
11. provjera da li je zadovoljen kriterijum konvergencije,
12. ako kriterijum konvergencije nije zadovoljen vrši se ažuriranje napona i povratak na Korak 3, a ako je proračun konvergirao vrši se proračun ostalih veličina od interesa (tokovi snaga, gubici i druge).

5. PRIMJENA

Prvi primjer koji je obrađen jeste jednostavan model AC-DC mreže koja je prikazana na Slici 5.



Slika 5. Model jednostavnog AC-DC sistema [7]

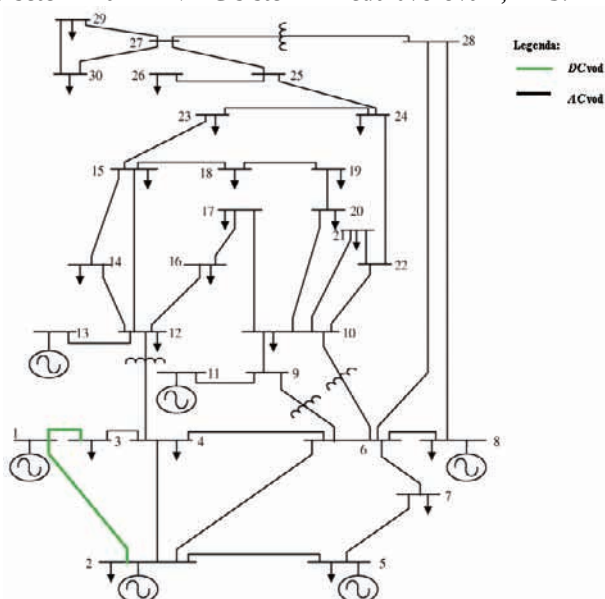
Tokovi snaga po granama razmatrane mreže su dati u Tabeli 1.

Tabela 1. Tokovi aktivnih i reaktivnih snaga po granama

Početni čvor grane (1)	Krajnji čvor grane (2)	P_{12} [MW]	Q_{12} [MVar]
1	2	82.03	76.40
1	3	49.27	18.40
2	3	37.58	-12.56
2	4	13.62	-0.77
2	5	47.65	5.65
3	4	40.00	-17.56
4	5	13.44	0.12

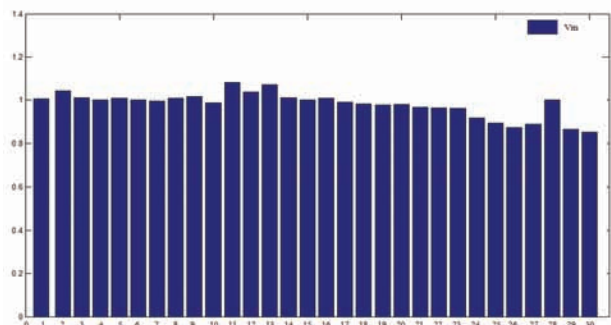
Poređenjem rezultata sa [7], može se doći do zaključka da sekvencijalni metod daje podjednako dobre rezultate kao i simultani metod.

Drugi primjer koji je obrađivan jeste AC-DC sistem sa jednim multiterminalnim HVDC sistemom (Slika 6). Kako bi se izvršio proračun tokova snaga u mješovitom AC-DC sistemu, dva trofazna voda su zamjenjena sa jednosmjernim vodovima. Time je dobijen jedan višeterminalni HVDC sistem između čvorova 1, 2 i 3.



Slika 6. Model AC-DC sistema [8]

Na Slici 7 grafički su prikazane vrijednosti napona svih čvorova.



Slika 7. Naponi čvorova AC-DC test sistema

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljen je visokonaponski jednosmerni (HVDC) prenos koji postaje sve značajniji na svjetskom tržištu električne energije. Proračun tokova snaga je jedan od najvažnijih alata za analizu i planiranje razvoja mreže. Postojeći algoritmi za rješavanje problema tokova snaga se moraju modifikovati, kako bi se uvažio uticaj HVDC sistema. Algoritam koji je korišćen u ovom radu koristi sekvencijalni metod, što omogućava da se efikasno iskoristi već postojeći algoritam za proračun tokova snaga u naizmjeničnim sistemima (AC). Njegova prednost je što se može lako i programski implementirati.

6. LITERATURA

- [1] U. Arifoglu: *The power flow algorithm for balanced and unbalanced bipolar multiterminal AC-DC systems*, Electric Power Systems Research, 64, 2003.
- [2] R. Ostojić: *Visokonaponski jednosmjerni prenos*, Infoteh-Jahorina Vol. 8, Ref. F-14, 2009.
- [3] M.H. Okba, M.H. Saied, M.Z. Mostafa, T.M. Abdel-Moneim: *High Voltage Direct Current Transmission - A Review, Part I*, Conference Publications, Energytech, 2012 IEEE, 2012.
- [4] N. Mohan, T.M. Undeland, W.P. Robbins: *Power Electronics, Converters*, John Wiley & Sons, 1995.
- [5] X. F. Wang, Y. Song, M. Irving: *Modern Power System Analysis*, Springer, 2008.
- [6] C. Du: *VSC-HVDC for Industrial Power Systems*, Thesis for the degree of PhD, Chalmers University of Technology, Sweden, 2007.
- [7] E. Acha, C.R. Fuente-Esquivel, H. Ambriz-Perez, C. Angeles-Camacho: *FACTS - Modelling and Simulation in Power Networks*, John Wiley & Sons, 2004.
- [8] Dharamjit, D.K. Tanti: *Load Flow Analysis on IEEE 30 bus System*, International Journal of Scientific and Research Publications, Vol. 2, Issue 11, 2012.

Kratka biografija:



Gordana Kravljaja rođena je u Sarajevu 1988. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranila je 2013. godine.

GENERISANJE JEDNOPOLNIH ŠEMA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA ELECTRIC POWER SYSTEM ONE LINE DIAGRAM GENERATION

Nemanja Kovačev, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana implementacija algoritma za crtanje grafa baziranom na genetskom algoritmu i algoritmu grananja i ograničenja. Implementacija je izvršena u programskom paketu Matlab. Grafovi crtani u ovom radu se formiraju od modela elektroenergetskog sistema tako što se za svaku transformatorsku stanicu kreira po jedan čvor, a za svaki dalekovod po jedna grana. Pošto distributivni elektroenergetski sistem može da bude veoma velik, u radu je urađena podela grafa na manje delove, koji se mogu crtati odvojeno i naknadno sklopiti u celinu.

Abstract – This paper describes the implementation of graph drawing algorithm based on genetic and branch and bound algorithms. Implementation is realized in Matlab computing language. Graphs drawn in this paper were formed, by creating a vertex for each substation and an edge for each power line. As power distribution systems can be very large, the algorithm presented in this paper partitions the graphs into smaller components, which are drawn separately and later assembled into complete graphs.

Ključne reči: crtanje grafa, podela grafa, genetski algoritam, algoritam grananja i ograničenja.

1. UVOD

Električna energija, kao najvredniji oblik energije, od velikog je značaja za razvoj civilizacije. Postoji jaka veza između kvaliteta života i potrošnje ovog energenta. Porast ukupnog broja stanovnika i činjenica da se mnoge zemlje ubrzano razvijaju, uticaće na porast ukupne potrošnje te vrste energije. Povećana potražnja u budućnosti će značajno povećati potrebu za što većim usavršavanjem elektroenergetskog sistema.

Pametna mreža (eng. *Smart Grid*) je elektroenergetska mreža koja koristi informacionu i komunikacionu tehnologiju da sakupi informacije o električnoj mreži i da automatski dejstvuje u skladu sa tim informacijama.

Poboljšanja koje pametna mreža ostvaruje su povećana pouzdanost, smanjena učestalost i dužina prekida u isporuci električne energije i smanjen broj smetnji na mreži koje uzrokuju pogoršanje kvaliteta isporučene energije. Poboljšava sigurnost i bezbednost smanjenjem ranjivosti električne mreže na neočekivane kvarove i promovišući bezbedniji sistem i za radnike i za javnost. Obezbeđuje se poboljšana operativna efikasnost za operatere mreže.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Erdeljan, vanr.prof.

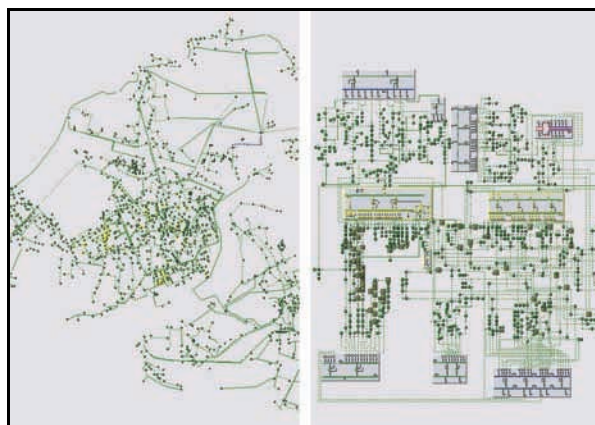
Pametne mreže pomažu operaterima da optimizuju korišćenje sredstva mreže i time povećaju efikasnost sistema, što rezultuje u nižim cenama električne energije. Pametna mreža iziskuje intenzivniju upotrebu računarskih sistema, mreža i dvosmerne komunikacije da bi se dostavilo operaterima više informacija o stanju elektroenergetskog sistema i automatizovale akcije koje su se ranije ručno izvršavale.

Pri usavršavanju pametnih mreža teži se razvoju i implementaciji novih metoda i algoritama koji nadgledaju komponente sistema, obezbeđuju dijagnostiku i adekvatan odziv na bilo kakav događaj.

Jedan od elemenata podrške su informacioni sistemi koji smanjuju kompleksnost sistema i time omogućuju efikasnije upravljanje mrežom. Cilj ovog rada je razvoj i implementacija algoritma za automatsko generisanje čitljivih jednoglinih šema elektroenergetskog sistema. Razvijen algoritam se sastoji od tehnika vizuelizacije koje redukuju velike količine podataka u vizuelno razumljive formate.

2. OPIS PROBLEMA

Ovaj rad prezentuje algoritam za automatsko generisanje jednoglinih šema distributivnog elektroenergetskog sistema. Ovi sistemi sastoje se od određenog broja visokonaponskih (VN) i velikog broja srednjenaponskih (SN) transformatorskih stanica. VN transformatorske stanice su centralne komponente i one su međusobno povezane VN dalekovodima. SN transformatorske stanice postavljene su duž dalekovoda koji počinje iz VN stanice [1]. Niz direktno povezanih SN stanica i dalekovoda koji izvire iz određenog izlaza VN transformatorske stanice naziva se izvod (eng. *feeder*) [3]. Ovaj rad se koncentriše na crtanje jednoglinih šema koje sadrže jednu VN trafostanicu i sve njene izvode.



Slika 1: Izgled elektroenergetskog sistema grada srednje veličine i njegov jednoglinijski dijagram

Elektroenergetske mreže u većini gradova su radijalnog oblika. Za ovaj rad nisu bitne stvarne lokacije transformatorskih stanica u prostoru već samo njihova međusobna povezanost, pošto je cilj rada generisanje što preglednijih dijagrama za predstavljanje elektroenergetskog sistema. Tako da je ulaz algoritma jedino model povezanosti elektroenergetskog sistema. Primer jedne ovakve šeme se vidi na slici 1.

Prvi korak u razvoju algoritma je generisanje matematičkog grafa od modela distributivnog elektroenergetskog sistema.

Graf je apstraktna matematička struktura koja se sastoji od dva skupa: skup čvorova i skup grana. Graf G je uređen par (V, E) , gde je V neprazan skup čvorova (eng. *vertex*), a E skup grana (eng. *edge*). Crtanje grafa G se može predstaviti funkcijom $\Gamma: V \cup E \rightarrow R^2$ koja preslikava svaki čvor $v \in V$ u tačku $\Gamma(v) \in R^2$ i svaku granu $uv \in E$ u duž $\Gamma(uv)$ sa krajevima u tačkama $\Gamma(u)$ i $\Gamma(v)$.

Matematički graf se generiše tako što se za svaku transformatorsku stanicu bila ona visoko ili srednjenaponska kao i za mesta grananja, formira po jedan čvor, a za svaki (daleko)vod po jedna grana [1]. Time je problem generisanja šeme sveden na problem crtanja grafa. Iako postoji određen broj algoritama za crtanje grafa, nisu svi specijalizovani za crtanje grafova koji prezentuju jednopolne šeme elektroenergetskog sistema.

Estetski kriterijumi za crtanje grafa su sledeći:

- Broj preklapajućih čvorova

$$ek1 = \frac{|\{(x, y) | x \in V(G) \wedge y \in V(G) \wedge x \neq y \wedge \Gamma(x) = \Gamma(y)\}|}{2} \quad (1)$$

- Broj presecajućih grana

$$ek2 = \frac{|\{(ab, cd) | ab \in E(G) \wedge cd \in E(G) \wedge ab \neq cd \wedge \Gamma(ab) \cap \Gamma(cd) \neq \emptyset\}|}{2} \quad (2)$$

- Površina crteža grafa

$$ek3 = a \cdot b, \quad (3)$$

gde je a razlika između maksimalne i minimalne horizontalne, a b razlika između maksimalne i minimalne vertikalne koordinate čvorova.

- Ukupna dužina grana

$$ek4 = \sum_{ab \in E(G)} L(\Gamma(ab)), \quad (4)$$

gde je $L(x)$ funkcija koja računa dužinu duži x .

- Dužina najduže grane

$$ek5 = \max(L(\Gamma(E(G)))) \quad (5)$$

- Ujednačene dužine grana

$$ek6 = \sum_{ab \in E(G)} \left| L(\Gamma(ab)) - \frac{\sum_{ab \in E(G)} L(\Gamma(ab))}{|E(G)|} \right| \quad (6)$$

Pošto su gore navedeni estetski kriterijumi prebrojivi, crtanje grafa može da se predstavi kao optimizacioni problem, gde je funkcija cilja zbir estetskih kriterijuma. Iako su svi estetski kriterijumi merljivi, ne mora da znači da su njihove vrednosti međusobno uporedive, što bi značilo da se pri izgradnji funkcije cilja uz neke estetske kriterijume moraju uvesti težine. Takođe, pri izgradnji funkcije cilja se ne moraju koristiti svi estetski kriterijumi, jer se neke osobine crteža grafa iz raznih

kriterijuma preklapaju, a i ako funkcija ima previše stavki to može da bude kontraproduktivno i da kako poboljšava jednu osobinu uporedo pogoršava drugu, a da se izgled grafa ne poboljšava.

Optimizacioni algoritmi koji će se koristiti u ovom radu su genetski algoritam i algoritam grananja i ograničenja (eng. *branch and bound*).

3. REALIZACIJA REŠENJA

Rešenje problema je realizovano programskim paketom *Matlab*. Graf je modelovan matricom susedstva. Crtež grafa, koji pretstavlja rešenje ovog problema, je kodiran matricom koja ima 2 kolone i onoliko vrsta koliko ima čvorova u grafu. U svakoj vrsti se nalazi horizontalna i vertikalna koordinata čvora čiji je redni broj jednak rednom broju vrste.

3.1 Crtanje grafa genetskim algoritmom u kontinualnom prostoru

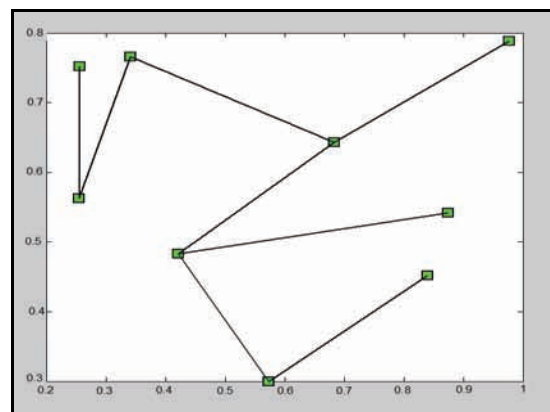
Prvi eksperimenti su izvršeni ugrađenom funkcijom genetskog algoritma u Matlabu (funkcija *ga* koja se nalazi u *Global Optimisation Toolbox-u*). Vrednosti većine parametara algoritma su ostavljene na podrazumevani nivo. Hromozom se kodira na isti način kao crtež grafa, koji je objašnjen u prethodnom pasusu. Vrednosti parametara su:

- Prostor rešenja je ograničen na kontinualni interval (0,1)
- Veličina populacije je ostavljena na vrednost od 20 jedinki
- Broj iteracija je postavljen na 500
- Korišćena je rulet selekcija
- Broj elitnih jedinki je ostao na 2

Funkcija cilja ima sledeći oblik:

$$fc_1 = 50 \cdot ek1 + 20 \cdot ek2 + 5 \cdot ek6 + ek3 \quad (7)$$

Na slici 2 je prikazan dobijen crtež grafa od 9 čvorova.



Slika 2: Crtež grafa od 9 čvorova dobijen genetskim algoritmom u kontinualnom prostoru

Iz rezultata dobijenih testiranjem ovog algoritma je zaključeno da ugrađeni genetski algoritam sa podrazumevanim podešavanjima daje relativno prihvatljive rezultate za crteže koji se sastoje do maksimalno dvadeset čvorova. Kada se kaže relativno, misli se da iako su estetski kriterijumi zadovoljeni, ovakav crtež još nije dovoljno dobar da se koristi kao reprezentacija elektroenergetskog sistema. Iako se grane

ne presecaju čvorovi su rasuti po crtežu u svim pravcima, tako da graf ne deluje uređeno. Veruje se da je jedan od razloga toga to što su grafovi crtani u kontinualnom koordinatnom sistemu, tako da je prostor pretrage prevelik. Možda je korak ka boljem rešenju prelazak iz kontinualnog u diskretni prostor u kome se čvorovi predstavljaju celobrojnim koordinatama. Tako da će se čvorovi postavljati na tačke u mreži koje su jednako udaljene jedna od druge.

3.2 Crtanje grafa genetskim algoritmom u diskretnom prostoru

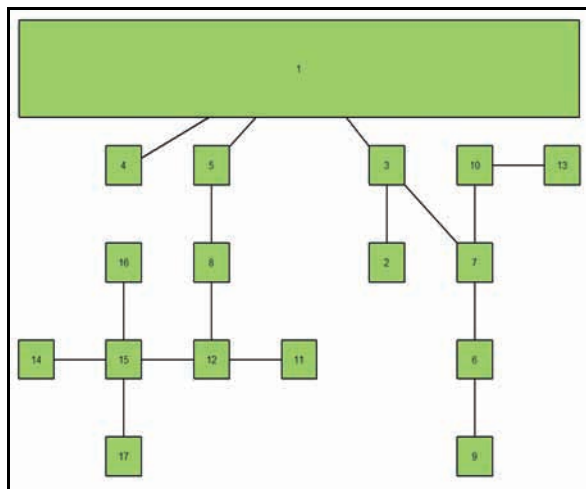
Prelazi se u diskretni koordinatni sistem, tako da će koordinate čvorova biti celobrojne vrednosti. Takođe funkcije genetskog algoritma će biti napisane tako da rade sa celobrojnim vrednostima. To su funkcije kreiranja populacije, ukrštanja i mutacije [2]. Pri kreiranju inicijalne populacije, kao i pri svakom ukrštanju i mutaciji će se voditi računa da dva čvora ne dobiju iste koordinate. Zbog toga se estetski kriterijum $ek1$ definisan u jednačini (1) može eliminisati iz evaluacione funkcije, jer će očigledno biti suvišan. Prvi čvor u grafu, koji predstavlja VN transformatorsku stanicu, će biti fiksiran na vrh crteža, a svi ostali ispod njega. To se radi zbog povećanja preglednosti crteža. Ovaj algoritam je testiran na grafu od 17 čvorova sa sledećim parametrima:

- dimenzija crteža: 9x9
- broj generacija: 1000
- broj jedinki u generaciji: 40
- stepen ukrštanja: 0.9
- stepen mutacije: 0.3
- broj elitnih jedinki: 4

Funkcija cilja ima sledeći oblik:

$$fc_2 = 200 \cdot ek2 + 15 \cdot ek4 + ek3 \quad (8)$$

Težina uz estetski kriterijum $ek2$ definisan u jednačini (2) je drastično veća od ostalih jer je najkritičnija. To bi značilo da težimo crtežu grafa bez presecajućih grana, jer se u suprotnom preglednost crteža značajno pogoršava. Na slici 3 je prikazan dobijen crtež grafa od 17 čvorova.



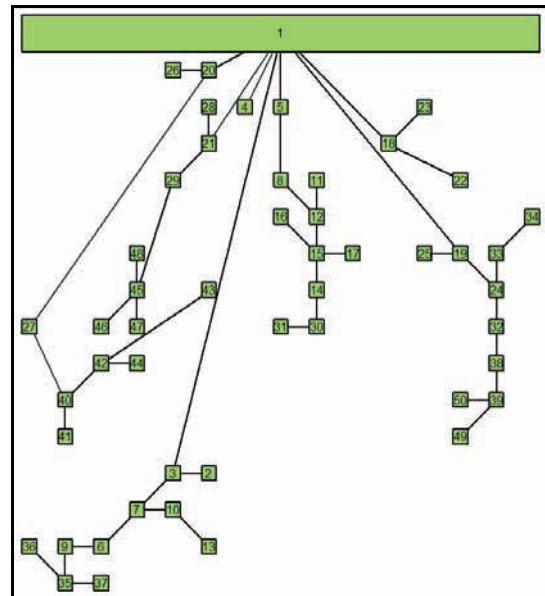
Slika 3: Crtež grafa od 17 čvorova dobijen genetskim algoritmom u diskretnom prostoru

Ovim algoritmom smo uspeali da dobijemo zadovoljavajuće rezultate za grafove veličine do 50

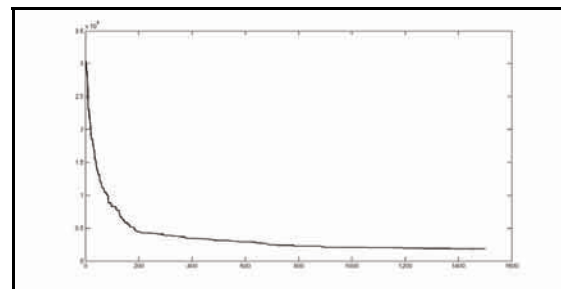
čvorova. Graf od 50 čvorova je crtan sa sledećim parametrima:

- dimenzija crteža: 20x20
- broj generacija: 1500
- broj jedinki u generaciji: 100
- stepen ukrštanja: 0.9
- stepen mutacije: 0.25
- broj elitnih jedinki: 10

Funkcija cilja je definisana u jednačini (8). Na slici 4 je prikazan crtež grafa od 50 čvorova, a na slici 5 smanjenje evaluacione funkcije kroz generacije.



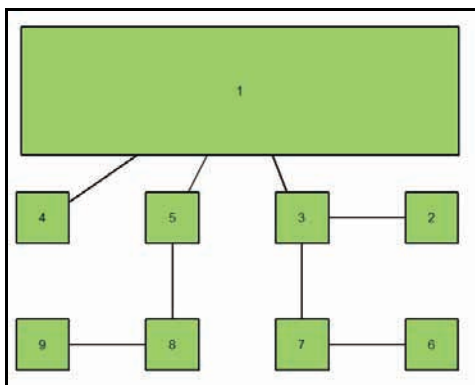
Slika 4: Crtež grafa od 50 čvorova dobijen genetskim algoritmom u diskretnom prostoru



Slika 5: Smanjenje evaluacione funkcije genetskog algoritma kroz generacije pri crtanju grafa sa slike 4

3.3 Crtanje grafa algoritmom grananja i ograničenja

Crtanje grafa ovim algoritmom se primenjuje na manje grafove, zbog vremena potrebnog za njegovo izvršenje. U najgorem slučaju prostor pretrage, a time i vreme potrebno za izvršenje ovog algoritma raste eksponencijalno, ali u većini slučajeva je to vreme mnogo puta manje. Ovaj algoritam uvek nađe optimalno rešenje za zadatu evaluacionu funkciju jer pretražuje ceo prostor. Na slici 6 je prikazan graf od 9 čvorova nacrtan algoritmom grananja i ograničenja. Mreža crteža je veličine 4x4, a funkcija cilja je data u jednačini (8). Pošto su dobijeni rezultati veoma dobri, da bi ovim algoritmom crtali veće grafove, moramo razmotriti podelu grafa na manje delove koji bi se posebno crtali, i posle toga sklapali u celinu.



Slika 6: Graf od 9 čvorova nacrtan algoritmom grananja i ograničenja

3.4 Podela grafa genetskim algoritmom

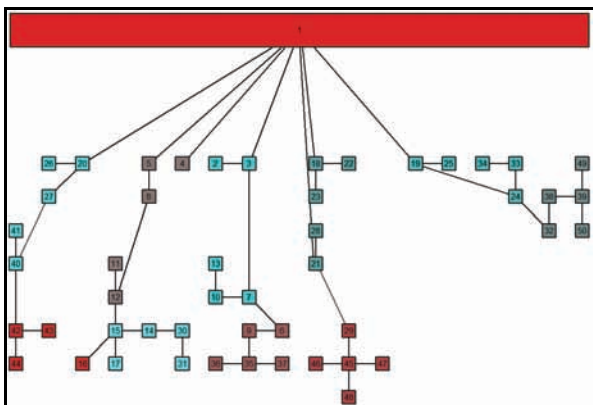
Problem podele grafa se definiše kao podela skupa čvorova na podskupove približno istih veličina uz minimizaciju broja grana između različitih podskupova. Što bi značilo da je podela grafa G na k particija funkcija $P: V \rightarrow N$ koja svakom čvoru $v \in V$ dodeli particiju $P[v] \in \{1, \dots, k\}$. Za problem podele grafa je takođe korišćen genetski algoritam. Funkcija cilja koju genetski algoritam minimizuje je broj grana između različitih particija i ona ima sledeći oblik:

$$fc_3 = \frac{|\{(x, y) \mid P[x] \neq P[y] \wedge xy \in E(G)\}|}{2} \quad (9)$$

Ovaj algoritam je testiran za podelu grafa od 50 čvorova na 11 particija uz sledeće parametre:

- broj generacija: 2000
- broj jedinki u generaciji: 50
- stepen ukrštanja: 0.9
- stepen mutacije: 0.3
- broj elitnih jedinki: 5
- maksimalna veličina particije: 5 čvorova

Na slici 7 je prikazan rezultat podele grafa genetskim algoritmom. Istim bojama su prikazani čvorovi koji se nalaze u istim particijama.



Slika 7: Graf od 50 čvorova podeljen na 11 particija maksimalne veličine do 5 čvorova

Nakon podele grafa još treba prodiskutovati proceduru crtanja koja bi se sastojala iz dva dela. Prvi bi bio crtanje grafa sastavljenog od particija koji u ovom primeru ima 11 čvorova. A drugi deo bi bio crtanje podgrafova u particijama. Podgrafove, pošto su manji, možemo crtati

algoritmom grananja i ograničenja, a graf particija genetskim algoritmom. Problem bi još predstavljali čvorovi iz jedne particije koji se spajaju sa čvorovima iz druge susedne particije, jer njih treba fiksirati na mesta koja „gledaju” prema susednoj particiji, da ne bi došlo do ukrštanja grana.

4. ZAKLJUČAK

U radu je opisano generisanje jednodolne šeme elektroenergetskog sistema korišćenjem algoritama za crtanje grafa. Cilj je bio da se dobiju što čitljivije šeme koje mogu biti korišćene u dizajnu SCADA sistema koji služi za nadzor i upravljanje elektroenergetskim sistemom.

Algoritmi za crtanje grafa koji su u ovom radu implementirani su genetski algoritam i algoritam grananja i ograničenja. Takođe je pomoću ta dva algoritma opisana i podela grafa, u cilju podele grafa na manje podgrafove radi lakšeg crtanja delova koji se nakon toga sklapaju u celinu. Algoritmi za crtanje se mogu primeniti na razne vrste grafova, ne samo na one koji prezentuju elektroenergetski sistem. Takođe podela grafa se može koristiti i posebno, nezavisno od ovog rada, za sve probleme koji se mogu svesti na problem pronalaženja k uravnoteženih podskupova grafa.

Nakon analize rezultata može se predložiti da se manji grafovi, veličine do 10 čvorova, crtaju algoritmom grananja i ograničenja, grafovi veličine do 50 čvorova genetskim algoritmom. Grafovi veći od 50 čvorova se prvo podele pa se nakon toga crtaju podgrafovi i sklapaju u celinu.

Pored opisanih algoritama u ovom radu postoji širok spektar optimizacionih algoritama koji se mogu implementirati umesto ili u kombinaciji sa već postojećim radi poboljšanja dobijenog rešenja.

5. LITERATURA

- [1] I. Lendák, A. Erdeljan, D. Čapko, S. Vukmirović, A. Erdeljan, “Electric power system one-line diagram generation with genetic algorithm”, Intelligent Systems and Informatics (SISY), September 2010
- [2] T. Eloranta and E. Makinen, “TimGA: A Genetic Algorithm for Drawing Undirected Graphs”, Divulgaciones Matemáticas, vol. 9, no. 2, pp. 155-171, 2001
- [3] X. Li, X. Feng, Z. Zeng, X. Xu, Y. Zhang, “Distribution feeder one-line diagrams automatic generation from geographic diagrams based on GIS”, Third International Conference on Electric Utility Deregulation and Power Technologies (DRPT 2008), pp. 2228 - 2232, 2008

Kratka biografija:



Nemanja Kovačev rođen je 26.09.1985. godine u Kikindi. Upisao je Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu 2004. godine, odsek elektrotehnika i računarstvo, smer računarstvo i automatika, usmerenje automatika i upravljanje sistemima.

GRAFIČKA VIZUELIZACIJA INKREMENTALNIH IZMENA MODELA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA**GRAPHICAL REPRESENTATION OF INCREMENTAL ELECTRIC POWER SYSTEM MODEL CHANGES**

Aleksandar Žijan, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu izneseni su problemi koji se javljaju pri automatskom importovanju podataka u model elektroenergetskog sistema (EES), obrazloženo je zašto je u tu svrhu potreban grafički korisnički interfejs i definisane su funkcionalnosti koje on treba da pruža operateru. Prikazan je razvoj samog grafičkog korisničkog okruženja kao i njegovih najvažnijih funkcionalnosti: grafičke vizuelizacije inkrementalnih izmena modela elektroenergetskog sistema, tj. delti, i njihovog interaktivnog prikaza u grafičkom korisničkom okruženju. Delovi prikazanog rešenja problema vizuelizacije inkrementalnih izmena modela su primenjeni u kontrolnom centru jednog elektrodistributivnog preduzeća..

Abstract – This paper discusses the graphical representation of incremental data changes in electric power system data models. It explains why a graphical user interface is necessary for this purpose. It defines the functionalities that will be provided to the operator. It also shows the development of the graphical user interface as well as its most important functionalities: graphical visualization of the incremental changes in the electrical power system model, i.e. deltas, and their interactive view in a graphical user interface (GUI).. Parts of the presented tool for incremental model change visualization were applied in an electric power distribution control center.

Cljučne reči: Modeliranje elektroenergetskog sistema; inkrementalne promene modela; grafički korisnički interfejs;

1. UVOD

Sve veće potrebe za električnom energijom uslovile su ubrzan razvoj svetskog tržišta električne energije pa je samim tim i proizvodnja, distribucija i prodaja električne energije postala unosna delatnost. Elektrodistributivne kompanije su zadužene za upravljanje distribucijom električne energije do krajnjih korisnika. Zbog lakšeg razvoja i usavršavanja procesa distribucije električne energije od tih kompanija se zahteva korišćenje modularnih softverskih rešenja za vizuelizaciju, simulaciju, analizu i upravljanje elektroenergetskim sistemom (EES) kako bi ostale konkurentne na tržištu.

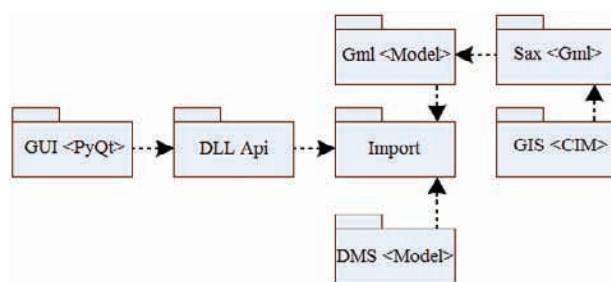
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Erdeljan, vanr.prof.

U modernim kontrolnim centrima koji nadziru i upravljaju sistemima za distribuciju električne energije (engl. *Distribution Management System – DMS*) se upotrebljavaju složeni softverski sistemi koji koriste jedinstven model EES. Taj model se često održava u eksternim sistemima, npr. u geografskom informacionom sistemu (engl. *Geographic Information System – GIS*), iz kojih se uvozi.

Zbog potrebe za većim stepenom kontrole nad celim procesom uvoza podataka iz eksternog sistema, i za praćenje grešaka u tom procesu, kao i radi boljeg razumevanja podataka nad kojima se radi, pojavio se zahtev za razvoj grafičkog korisničkog okruženja (engl. *Graphical User Interface – GUI*) za prikaz inkrementalnih izmena modela EES. Pored jasne vizuelizacije šta je promenjeno u modelu, cilj takvog alata je da pomogne operateru u nalaženju grešaka. Tokom rada je razmotreno u kojim koracima i kakve se greške mogu javiti pri importu i koje opcije bi omogućile operateru da do tih grešaka najlakše dođe i otkloni ih. Na taj način su napisani detaljni zahtevi o funkcionalnosti na osnovu kojih je ovaj GUI razvijen.

Mesto GUI-a u kontekstu importera prikazano je logičkom šemom na slici 1. **Error! Reference source not found.** sa koje se vidi da uz pomoć grafičke komponente treba upravljati importom preko DLL Api-ja. Import poredi sukcesivne verzije Gml modela, gde Sax predstavlja parser koji obrađuje podatke dobijene od gore pomenutog GIS-a.



Slika 1 Logička šema importera

Glavna stavka u zahtevima i cilj ovog rada je razvoj grafičkog korisničkog okruženja za vizuelizaciju razlika (tzv. delti) između sukcesivnih verzija modela elektroenergetskog sistema.

Prikaz razlika je značajan sa stanovišta puštanja u pogon novih elemenata sistema (npr. izradom sekvenci komandi), prikaza promena na jednopolnim šemama, itd.

U nastavku ovog rada, u drugom poglavlju predstavljeni su modeli podataka EES, njihove osnovne karakteristike, kao i prednosti i mane. U trećem i četvrtom poglavlju opisane su tehnologije i alati koji su suština vizualizacije delti i objašnjen je pojam delte. Peto poglavlje obrazlaže realizaciju i razvoj GUI-a i grafičke vizuelizacije inkrementalnih izmena modela EES.

2. MODELI PODATAKA

Elektroenergetske kompanije koriste razna softverska rešenja za upravljanje EES-om. Istorijski su ove aplikacije bile zasnovane na različitim modelima podataka što je u velikoj meri otežavalo razmenu podataka između kompanija, ali i između aplikacija unutar iste kompanije. Da bi se prevazišli ovi problemi bilo je neophodno izvršiti standardizaciju formata podataka koje koriste aplikacije.

2.1 Common information model (CIM)

Common information model (CIM) [1] je apstraktni model EES. Razvijen je od strane Međunarodne elektrotehničke komisije (International Electrotechnical Commission - IEC) i postao je međunarodni standard sa oznakom IEC 61970-301. CIM je opisan pomoću *Unified Modeling Language (UML)* dijagrama. Predstavlja resurse EES pomoću klasa, objekata i atributa kao i njihovih međusobnih veza.

2.2 Objektni DMS model (O-DMS)

Objektnom DMS modelu (O-DMS) prethodio je razvoj strukturnog DMS modela (S-DMS). S-DMS [2] je razvijen na Katedri za elektroenergetiku Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu za potrebe modelovanja podataka EES-a.

O-DMS model je razvijen na osnovu S-DMS modela i CIM-a i nastojalo se da se preuzmu dobre karakteristike od oba modela i otklone njihovi nedostaci. Tako je od CIM-a preuzet objektno orijentisan koncept koji je omogućio lako proširivanje a od S-DMS-a je preuzeta katalogizacija zajedničkih vrednosti atributa i veza među entitetima što je omogućilo jednostavnu obradu velikih modela i brzo izvršavanje komplikovanih proračuna nad velikim brojem elemenata.

3. SCALABLE VECTOR GRAPHICS (SVG)

Scalable Vector Graphics (SVG) [3] je web standard takođe razvijen od strane W3C grupe. SVG služi za opis dvodimenzionalne vektorske grafike koja može biti animirana i interaktivna. Termin "Scalable" u nazivu sugeriše da SVG prilikom zumiranja ili pomeranja elemenata ne degradira u kvalitetu prikaza što čini ovu tehnologiju pogodnom za prikaz geografskih ili drugih mapa.

3.1 SVG podrška

Iako SVG postoji već duže vreme kao W3C preporuka, još uvek ne postoji ugrađena SVG podrška u svim pretraživačima. Adobe SVG viewer plugin rešava taj problem, a postoji i samostalni viewer zasnovan na Javi - *Apache Batik SVG viewer*. U cilju nezavisnosti od ostalih aplikacija (nekih pretraživača, Batik-a i sl.) u ovom radu iskorišćen je grafički *widget* („alatka“) iz PyQt biblioteke, koji podržava kako prikaz SVG grafike tako i skripting i interakciju. Na ovaj način korisnik ne treba da koristi

neku drugu aplikaciju da bi pregledao grafiku jer je ta funkcionalnost implementirana u ovom radu. S obzirom da se radi sa Python-om uspešno će se izvršavati i na Windows-u, Linux-u i drugim operativnim sistemima.

SVG je korišćen prvenstveno zbog svojih prednosti koje su značajne za ovaj rad: male veličine fajlova, skalabilnosti, interakcije kontrolisane skriptom, kompatibilnosti sa XML-om [4].

4. GEOGRAPHY MARKUP LANGUAGE (GML)

Geography Markup Language (GML) temelji se na XML standardu za geografske informacije i služi za razmenu geografskih podataka. Ovaj standard je razvijen od strane OpenGIS Consortium (OGC) [5].

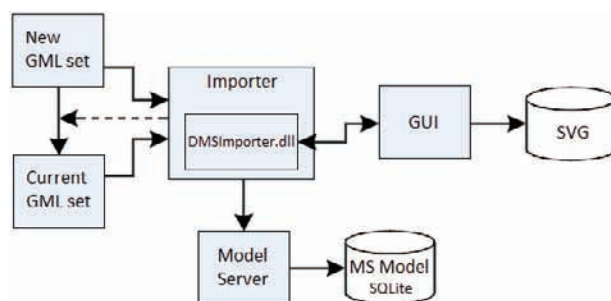
Koristi XML šeme za definisanje geometrijskih elemenata koji su potrebni za kodiranje osnovnih vrsta geometrijskih objekata (tačka, linija, poligon) u elemente GML dokumenata. GML dokument je opisan pomoću GML šeme. To omogućuje korisnicima i programerima da opišu generičke geografske skupove podataka koji sadrže tačke, linije i poligone. Koristeći specifične šeme za određenu zajednicu (GML_Application_Schemas), korisnici mogu referencirati npr. podstanice, dalekovode naizmenične struje, prekidačke elemente i slično, umesto samo osnovnih objekata.

4.1 Pojam delte

DMS model sadrži sve informacije o elementima celog EES, dok jedan GML fajl u sebi nosi informacije o delu DMS modela. Delta se formira tako što se porede svojstva podataka novih GML fajlova, koje želimo da importujemo u model, sa svojstvima određenih podataka koji se već nalaze u modelu (*New i Current GML set* na slici 2). Te razlike se grupišu u celine koje međusobno imaju određen stepen nezavisnosti i te celine čine delte.

5. REALIZACIJA PROGRAMSKOG REŠENJA

Kompletna GUI i export u SVG format kao i SvgViewer, implementirani su u Python programskom jeziku u razvojnom okruženju Eclipse: Helios Service Release 1 sa PyDev plugin-om. Mesto GUI-a u arhitekturi sistema za import podataka može se videti na slici 2. GUI dakle upravlja Importerom, koji analizom dobija delte (poglavlje 4.1) i na osnovu podataka dobijenih od njega, eksportuje te delte u SVG fajlove.



Slika 2 Arhitektura sistema za import podataka

5.1. Grafičko korisničko okruženje

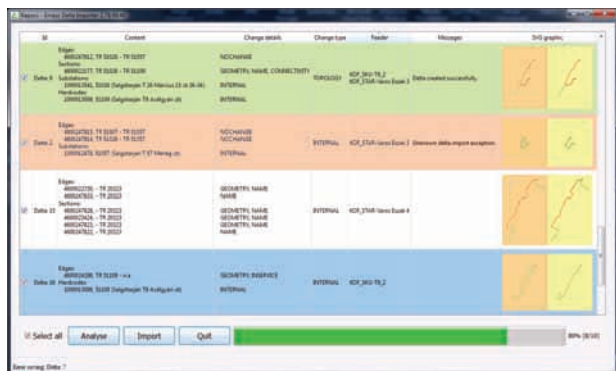
Grafičko korisničko okruženje (engl. *Graphical User Interface – GUI*) je implementirano na osnovu detaljnih zahteva o funkcionalnosti, sa ciljem da operateru omogući

što jednostavniju kontrolu i uvid u proces importovanja podataka u mrežni model EES.

PyQt predstavlja Python biblioteku za Digia's Qt frejmvork, i treba napomenuti da je kao takva kompatibilna sa svim platformama podržanih od strane Qt-a, uključujući Windows, Linux, itd. Qt je u potpunosti razvojni frejmvork s alatima dizajniranim za pojednostavljeno stvaranje aplikacija i GUI-a za desktop, ugrađene (engl. *embedded*) i mobilne platforme. [6]

GUI je realizovan tako da odgovara postupku GIS importa koji se sastoji od sledećih procesa: prijava operatera (login), analiza podataka, import podataka.

Tako se pre otvaranja glavnog prozora operater mora prijaviti a u tom koraku pruža mu se i izbor jezika (engleski-mađarski). Nakon uspešnog logovanja, otvara se glavni prozor koji se sastoji iz nekoliko osnovnih delova. Prvi je *grid*, tj. tabela za prikaz podataka a ispod nje je *groupbox* koji sadrži kontrole za rad sa GUI-jem i *progress bar*. Na dnu se nalazi *status bar* koji operatera obavestava koja je operacija u toku: analiza, import, itd; i o eventualnim greškama i upozorenjima do kojih može doći u toku analize ili importa. Nakon izvršene **analize**, tabela je popunjena i ovaj prozor izgleda kao na slici 3, s tim da su samo plavom bojom obojene ručno kodirane delte a crvena i zelena se dobijaju nakon importa.



Slika 3. Glavni prozor

Tabela je takođe interaktivna. U njoj se mogu odabrati delte koje treba importovati. Svaka vrsta predstavlja jednu deltu. Odabir se vrši na osnovu uvida u podatke delti koji su na raspolaganju. Delte koje potiču od istog srednjenaponskog izvoda (engl. feeder) biće automatski sve selektovane ukoliko se selektuje bilo koja od njih. Postupak pravljenja grafičkog prikaza iz poslednje kolone je objašnjen u sledećem poglavlju.

Kada je sve spremno za **import**, postupak se može pokrenuti i jedna po jedna vrsta će pozeleneti ili pocrveneti u zavisnosti da li je delta uspešno importovana ili ne. Poruka o uspešnosti biće upisana i u koloni *Messages*, a progress bar će u svakom trenutku prikazivati napredak.

5.2. Eksport delti u SVG format

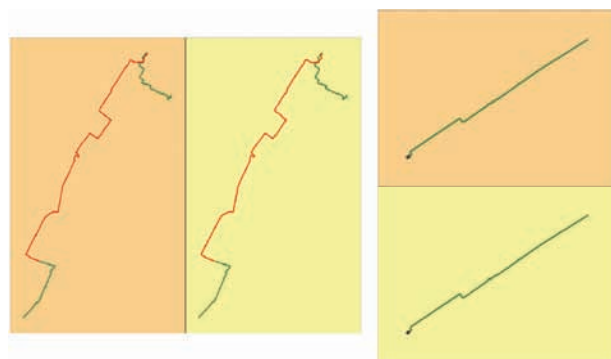
Operater već posle izvršene analize dobija u tabeli pored opisa delti i umanjenu verziju slike - grafičkog prikaza delte (inkrementalne izmene). Ova slika, tačnije skalabilna vektorska grafika (SVG) učitana je u widget PyQt-a koji je zadužen za statički prikaz SVG formata. Drugim rečima, pre nego što je tabela popunjena

inkrementalne izmene moraju se nalaziti na disku u SVG formatu, tj. moraju biti eksportovane u grafički format. Postupak eksporta izvršava se odmah nakon analize, čim se dobavi opis delte u JavaScript Object Notation (JSON) formatu. Vreme potrebno za eksport delte je reda nekoliko milisekundi.

Podaci potrebni da bi se generisao grafički prikaz jedne inkrementalne izmene sa ekstenzijom .svg su:

- broj i vrsta elemenata u delti - krajevi, sekcije, prekidački elementi, podstanice (engl. Edges, Sections, Switchgears, Substations)
- ime svakog elementa
- geografske koordinate svakog elementa
- informacija o stanju elementa (da li je ostao isti, da li je menjan ili je kompletno nov)
- informacija o priključnim tačkama svakog elementa (engl. connectivity nodes), kojih uglavnom ima dve

Svi ovi podaci šalju se kao jedan JSON string na osnovu kog se prave matrice sa koordinatama radi lakšeg iscrtavanja elemenata, boje se elementi različitim bojama, dodeljuju im identifikatori, skript osobine (npr. *mouseover*, *mouseout*...), i na kraju u određenom folderu na disku sve se sačuva u SVG formatu. Koordinate su u geografskom koordinatnom sistemu, pa je potrebno pronaći relativnu najveću i najmanju tačku kako bi se izbegao prazan prostor oko grafike delte. Primeri dva fajla dobijena na ovaj način prikazani su na slici 4.



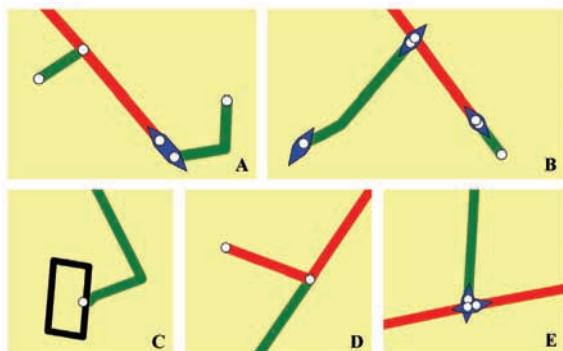
Slika 4. Primeri SVG fajlova

Boje elemenata su sledeće: zelena – krajevi, crvena – sekcije, plava – prekidački elementi, crna – podstanice, bela – spojne tačke, narandžasta – pozadina stanja pre importa, žuta – pozadina stanja nakon importa.

Spojne tačke ukazuju koji su elementi vezani ili gde se oni završavaju. Krajevi i sekcije imaju po dva spojna kraja, prekidački element može imati maksimalno dva, dok podstanica nula i više, što se može videti i sa slike 5 na kojoj su prikazani najčešći slučajevi povezivanja elemenata. Pod A je tipičan primer povezivanja elemenata dok se pod B vidi da prekidački element ne mora imati oba kraja spojena (u donjem levom uglu). C pokazuje podstanicu sa jednom spojnou tačkom, sa slike D se vidi da u jednu spojnou tačku može ulaziti i više od dva elementa, dok je na slici pod E prikazan primer gde su dva prekidačka elementa spojena na jednu tačku.

Delta se eksportuje u SVG koji je podeljen na dva dela: stanje pre i stanje posle inkrementalne promene. U starom se nalaze *krajevi* (koji su, takoreći "veza delte sa

okruženjem” i nalaze se i u novom delu), i svi elementi koji su bili između njih pre promene. Ti elementi su ili izbačeni ili se mogu pojaviti u novom delu ukoliko im je promenjena bilo koja osobina: ime, geometrija, konektivnost, slika 4. U delu posle promene mogu se još naći novi ubačeni elementi. Moguć je i slučaj importa elemenata koji nisu povezani ni sa čim u mreži, tj. slučaj kada su svi elementi u delu novi i tada grafički prikaz nije podeljen na dva dela jer staro stanje ne postoji.



Slika 5. Primeri povezivanja različitih elemenata

Kao što je već rečeno, u tabeli će se već nakon analize nalaziti mali grafički prikaz svake inkrementalne izmene. Stanje pre promene može biti iznad ili levo u odnosu na stanje posle promene (videti sliku 4) što zavisi od dimenzija grafike delte a sve to u svrhu uštede prostora, tj. visine vrsta, kako bi operator imao uvid u što veći broj delti u tabeli.

5.3. SVG Viewer

Postoji mogućnost učitavanja grafičkog prikaza radi pregleda i analize, i da se to radi SVG Viewer-om. SVG Viewer je nov prozor u kom se nalazi *widget* za prikaz SVG-a. Taj *widget* nije iz PyQt-ovog SVG modula (kao onaj u tabeli), nego QgraphicsWebView *widget* iz QtWebKit modula koji je složeniji i podržava Javascript, tj. dinamički prikaz SVG fajlova i interakciju sa vizuelizovanom inkrementalnom izmenom.

Veličina i pozicija ovog (kao i glavnog) prozora se pamti pri zatvaranju, a slika u njemu je na početku uvek maksimalne veličine što se vidi levo na slici 6.

Operator će u svakom slučaju videti veću sliku od one u tabeli. Kada su u pitanju manje delte ovo je dovoljno da se vide detalji, dok se za veće može koristiti opcija zumiranja i pomeranja (engl. *zoom&pan*).

Zumiranje se vrši ka kursoru, tj. uveličava se deo slike oko njega, slika 6.



Slika 6. Zumiranje u SVG Viewer-u

Zumirana slika može se po potrebi i pomerati a ime svakog elementa moguće je videti postavljanjem kursora preko istog. Do imena elementa se može lako doći bez zumiranja kod malih ili sa malo zumiranja kod velikih delti. Situacija u kojoj je zumiranje najkorisnije je kada na jednom mestu ima više kratkih sekcija, spojnih tačaka i/ili prekidačkih elemenata, na primer kao na slici 7. Tada se može bez gubljenja na kvalitetu slika zumirati dovoljno da se ovi elementi vizualno mogu razlikovati, i da se kursor može postaviti tačno na zeleni element.



Slika 7. Identifikacija elemenata uz zum

6. ZAKLJUČAK

Rezultat ovog rada je napredno grafičko korisničko okruženje, koje je jedan korak ispred sličnih rešenja, jer omogućava grafičku vizuelizaciju razlika između sukcesivnih verzija modela elektroenergetskog sistema, i sa tim olakšava rad inženjera u pripremi modela sredjenaponskog sistema pre slanja u SCADA-u.

Značajan deo prikazanog korisničkog okruženja je ušao u produkciju, tj. praktičnu primenu na inženjerskim radnim mestima u kontrolnom centru jednog elektrodistributivnog preduzeća.

7. LITERATURA

- [1] Dragan Popović, Ervin Varga & Zvezdana Perlić (2007), *Extension of the Common Information Model with a Catalog of Topologies*, IEEE Transactions on Power Systems, May 2007
- [2] Imre Lendak, *Konverzija modela elektroenergetskih sistema u Objedinjeni informacioni model (Common Information Model)*, magistarski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [3] SVG, <http://en.wikipedia.org/wiki/SVG.htm>
- [4] Ana Nađ, *Analiza performansi web klijenata za prikaz vektorske grafike u industrijskim primenama*, magistarski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [5] GML, <http://www.opengeospatial.org/standards/gml>
- [6] Qt framework, <http://qt.digia.com/Product/>

Kratka biografija:



Aleksandar Žijan rođen je u Kikindi 1986. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – računarstvo i automatika odbranio je 2013.god.

**GRAFIČKA PREDSTAVA PROSTORNOG RASPOREDA ELEMENATA
ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA OPISANOG CIM STANDARDOM****VISUALIZATION OF SPATIAL LAYOUT OF ELECTRICAL POWER SYSTEM
ELEMENTS GIVEN IN CIM**

Aleksandar Đorđević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je predloženo rešenje vizualizacije prostornog rasporeda elemenata elektroenergetskog sistema (EES) zadatog u CIM obliku. Rešenje je realizovano uz pomoć .NET tehnologije, a uz oslonac na CIM, RDF, RDFS i SVG standarde.

Abstract – Paper proposes a solution to visualization of a spatial distribution of elements of electrical power system given in CIM. The proposed solution is implemented using .NET technology in accordance to the CIM, RDF, RDFS i SVG standards.

Ključne reči: CIM, RDF, RDFS, SVG, vizualizacija prostornog rasporeda, elektroenergetski sistem

1. UVOD

Deregulacija je za posledicu imala potrebu za intenzivnijom saradnjom kompanija koje se bave upravljanjem prenosom električne energije. Ova saradnja se u najvećoj meri ogleda u razmeni informacija o modelima elektroenergetskih mreža. U cilju olakšavanja pomenute saradnje, definisan je niz standarda koji propisuju načine i formate opisivanja informacija na kojima se ona zasniva. Neki od ovih standarda su IEC 61970-301 *Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 301 Common information model (CIM) base* [1] i IEC 61970-501 *Energy Management System Application Program Interface (EMS-API) – Part 501 Common Information Model Resource Description Framework (CIM RDF) schema* [2], koji predstavljaju međunarodne standarde za modelovanje elektroenergetskih sistema (EES) i čine osnovu na kojoj počiva razmena podataka o EES.

Pri radu sa CIM modelom, postoji stalna potreba, kako za prikazom i manipulacijom podacima koji se tiču elemenata EES i njihove međusobne konektivnosti, tako i za vizualizacijom njihovog prostornog rasporeda u sistemu. Ovaj rad predlaže jedan način vizualizacije prostornog rasporeda elemenata u sistemu i bavi se mogućnostima njene parametrizacije.

2. CIM

Objedinjeni informacioni model, CIM (*Common Information Model*) [1], je apstraktni informacioni model u okviru kog su predstavljeni svi važni objekti EES. Razvila ga je radna grupa 13 tehničkog komiteta 57 Međunarodne elektrotehničke komisije (IEC - *International Electrotechnical*

Commission, Tehnical Committee 57, Work Group 13) i postao je međunarodni standard sa oznakom IEC 61970-301.

CIM je nastao iz potrebe da se razvije jedinstven, sveobuhvatni informacioni model koji će omogućiti jednostavniju integraciju kako različitih aplikacija u okviru jednog sistema za upravljanje prenosom (EMS – *Energy Managment System*) tako i integraciju sistema različitih kompanija. Pre nastanka CIM-a, integracija sistema i razmena podataka između sistema različitih elektroenergetskih kompanija je bila jako otežana. Svaka kompanija je koristila svoj, nestandardni, model podataka i imala sopstveni način njegovog skladištenja. Zbog ovakvog načina rada kupci softverskih proizvoda za EES bili su prinuđeni da kupuju celokupna rešenja od istog proizvođača. Izgradnja sistema od više softverskih modula različitih proizvođača bila je nezamisliva. Zbog navedenog problema EPRI (*Electronic Power Research Institute*) u Severnoj Americi započinje projekat pod nazivom CCAPI (*Control Center Application Programming Interface*), sa ciljem razvoja standarda koji bi olakšao integraciju EMS aplikacija različitih proizvođača, kao i integraciju sa drugim sistemima. Rezultat projekta je grupa standarda IEC 61970, čiji je osnovni deo IEC 61970-301 koji se odnosi na modele EES.

CIM je definisan tehnikama za objektno-orijentisano modelovanje. Specifikacija CIM-a je data u UML (*Unified Modeling Language*) [3] notaciji. Modelovanje sistema pomoću UML-a obezbeđuje standardizovan način za predstavljanje resursa EES pomoću klasa, njihovih atributa, i međusobnih veza između klasa. Međutim, model podataka dat u obliku UML notacije nije pogodan za prenos preko mreže kao ni za čitanje, odnosno obradu, od strane aplikacija. Rešavanjem ovog problema se bavi standard 501 iz IEC 61970 grupe standarda, koji definiše pravila za formiranje mašinski čitljivog formata CIM-a.

2.1. CIM profil

Profil (*profile*) [4] se definiše kao skup klasa, njihovih atributa i međusobnih veza koji predstavlja podskup svih klasa, atributa i veza definisanih u nekoj postojećoj šemi. Dakle, dati profil predstavlja podskup sebi nadređene šeme. Profili se koriste za definisanje kontekst-zavisnih ili domenskih modela. Profili mogu da se definišu u različitim formatima, kao što su RDFS (*Resource Description Framework Schema*), OWL (*Web Ontology Language*), XML (*Extensible Markup Language*) Schema, tekst dokument ili HTML (*HyperText Markup Language*).

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Erdeljan, vanr.prof.

2.2. XML, RDF i RDFS

S obzirom na to da model podataka dat u obliku UML notacije nije pogodan za mašinsku obradu, podatke je potrebno mapirati u neki aplikacijama bliži format.

XML [5] predstavlja specifikaciju za kreiranje markup jezika. Markup jezici omogućuju istovremeno opisivanje podataka i meta-podataka, tako da je svaka komunikacija između aplikacija zasnovana na nekom markup jeziku jasna i jednoznačna. Dokumenti u XML formatu su zapravo tekstualni dokumenti koji zadovoljavaju određena pravila i kao takvi su lako razumljivi od strane čoveka, a pored toga, izuzetno su pogodni za obradu od strane aplikacija.

RDF (*Resource Description Framework*) [6] obuhvata familiju W3C (*World Wide Web Consortium*) specifikacija koje ga opisuju kao model za izražavanje meta-podataka u formi pogodnoj za mašinsku obradu. Predstavlja uopšteni metod za opis konceptualnog modela podataka. RDF je zasnovan na ideji davanja iskaza o resursima u obliku "subjekat – predikat – objekat" izraza. Ovakav izraz se u RDF terminologiji naziva "tripletom" ("triple"), gde subjekat predstavlja resurs, objekat označava svojstvo ili atribut koji se pripisuje subjektu, dok predikat izražava vezu između subjekta i objekta. Subjekt, odnosno resurs, je označen svojim jedinstvenim identifikatorom, URI-jem (*Uniform Resource Identifier*). URI je tekstualna vrednost koja jedinstveno identifikuje dati resurs. Objekat i predikat "tripleta" takođe predstavljaju resurse. Ovakvim "tripletima" mogu da se formiraju sintaksne konstrukcije oblika "Automobil ima četiri točka", gde je subjekat "automobil", predikat je "ima", a objekat je "četiri točka". RDF model se može izraziti u više od jedne sintakse, ali su dve uobičajene: XML i N3 (*Notation 3*). RDF predstavljen u XML formatu se jednostavno naziva RDF-om, jer je XML format predstavljanja uveden kao deo W3C specifikacija koje definišu RDF.

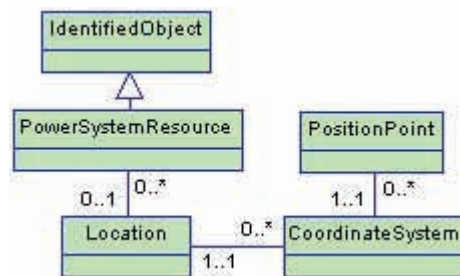
RDF obezbeđuje sredstvo za davanje iskaza o vezama između resursa, ali on ne definiše rečnik ovih iskaza. RDF *Vocabulary Description Language*, poznat kao RDFS (*Resource Description Framework Schema*) [7] predstavlja proširivi jezik koji obezbeđuje osnovne elemente za opis RDF rečnika, a sa namerom strukturiranja RDF resursa. U tom smislu, RDFS jeste semantičko proširenje RDF-a, koje omogućava definisanje domen-specifičnih rečnika. Izrazi koje RDFS koristi su definisani u okviru imenskih prostora (*namespace*): <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>, sa dodeljenim prefiksom 'rdfs', i <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>, sa prefiksom 'rdf'. U cilju mapiranja CIM-a u XML format korišćenjem RDFS jezika, potrebno je obezbediti određena CIM-specifična proširenja RDFS-a. Potrebna proširenja definiše IEC 61970-501 standard, a odnose se na koncepte UML notacije koji su od značaja za opis CIM-a. Osnovni izrazi RDFS-a, njegova CIM-specifična proširenja, kao i preslikavanja CIM/UML formata u CIM/RDFS format detaljnije su objašnjena u [8].

3. VIZUALIZACIJA PROSTORNOG RASPOREDA ELEMENATA EES DATIH U CIM-U

3.1. Prostorni raspored u CIM-u

CIM obezbeđuje i mehanizme za opisivanje prostornog rasporeda elemenata EES. U tu svrhu se koriste klase

Location, *CoordinateSystem* i *PositionPoint*. Dijagram klase prikazan na slici 1. jasno ilustruje međusobne odnose ovih klasa, kao i njihov odnos sa klasom *PowerSystemResource* kojom je predstavljen resurs EES.



Slika 1. Prostorni raspored elemenata u CIM-u

Analizom dijagrama se vidi da se za svaki resurs sistema može definisati lokacija na kojoj se on nalazi. Veoma bitna osobina lokacije je da može biti zadata u više različitih koordinatnih sistema. Ta činjenica obezbeđuje mehanizam za definisanje različitih pogleda na EES tj. njegove elemente.

U praksi se najčešće javljaju slučajevi gde postoji jedan jedinstven pogled na celokupnu elektroenergetsku mrežu i pojedinačni pogledi na unutrašnjost pojedinih podstanica i/ili skladišta opreme.

3.2. Analiza problema vizualizacije prostornog rasporeda

Analizom problema vezanih za vizualizaciju prostornog rasporeda elemenata EES identifikovani su sledeći zahtevi:

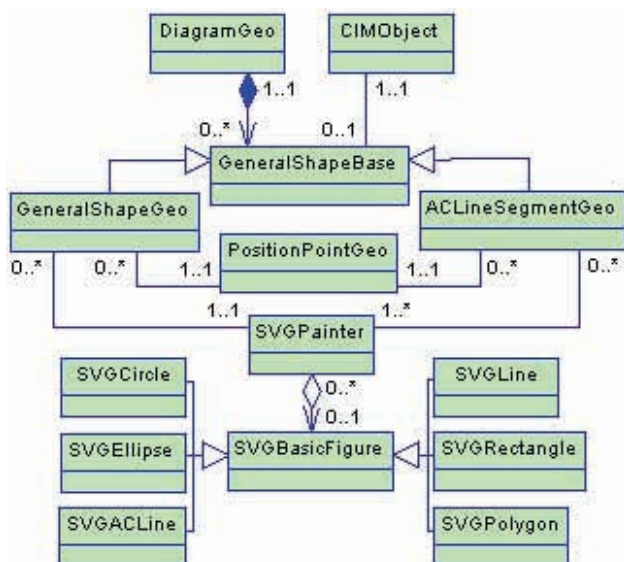
- budući da je CIM internacionalni standard i kao takav korišćen od strane ljudi među kojima vladaju velike kulturološke i razlike u tumačenju simbola i boja, potrebno je obezbediti mehanizam za definisanje simbola kojima će CIM objekti biti predstavljeni na dijagramu;
- kako postoji mogućnost da korisniku nije u interesu prikaz svih objekata na dijagramu, bilo iz estetskih ili nekih drugih razloga, potrebno je obezbediti mehanizam za izbor klase CIM objekata koji će biti prikazani na dijagramu;
- obzirom da je prema CIM modelu moguće da se više različitih objekata nalazi na istoj lokaciji, potrebno je obezbediti mehanizam za definisanje redosleda njihovog iscrtavanja na dijagramu.

4. IMPLEMENTACIJA

Modelovano rešenje je implementirano u okviru postojećeg softverskog alata *CIMspectator* [9]. *CIMspectator* je softverski alat za proveru usklađenosti CIM/RDF dokumenata sa odgovarajućim CIM profilom, kao i za vizualizaciju konektivnosti elemenata elektroenergetske mreže zadate CIM/RDF dokumentom. *CIMspectator* obezbeđuje brojne mehanizme za manipulaciju nad podacima, za navigaciju kroz podatke, kao i za njihovu pretragu.

4.1. Kreiranje dijagrama

Dijagram klase dat na slici 2. prikazuje modelovane klase koje su od značaja za kreiranje i iscrtavanje dijagrama, kao i njihove međusobne odnose.



Slika 2. Modelovane klase od značaja za kreiranje i iscrtavanje dijagrama

Apstraktna klasa *GeneralShapeBase* sadrži atribute za imenovanje, kao i podatke o resursu sistema koji je potrebno prikazati na dijagramu. Resurs EES je modelovan klasom *CIMObject*. Ovim podacima su u okviru klasa *GeneralShapeGeo* i *ACLineSegmentGeo* pridruženi i podaci koji opisuju prostorni raspored dotičnog resursa u okviru sistema (atribut *positionPoint/positionPoints*), kao i podaci o njegovoj grafičkoj reprezentaciji (atribut *painter*). Klase *GeneralShapeGeo* i *ACLineSegmentGeo* su osnovni gradivni elementi dijagrama, koji je modelovan klasom *DiagramGeo*. *ACLineSegmentGeo* se koristi za predstavljanje resursa EES čiji se prostorni raspored zadaje skupom tačaka. U takve resurse spadaju objekti CIM klase *ACLineSegment* i *DCLineSegment*, dok se svi ostali resursi predstavljaju klasom *GeneralShapeGeo*. Osnovni preduslov za kreiranje dijagrama je postojanje učitanoj CIM dokumenta. Rezultat učitavanja jednog CIM/RDF dokumenta jeste instanca klase *CIMModel*. *CIMModel* klasa predstavlja internu objektnu reprezentaciju jednog CIM dokumenta i u atributu *modelMap* sadrži listu svih CIM objekata pročitanih iz izvornog dokumenta.

Takođe, pre kreiranja dijagrama potrebno je formirati strukturu podataka koja opisuje prostorni raspored definisan CIM modelom.

Dotična struktura podataka predstavljena je listom instanci klase *LocationGeo*. Svaka lokacija predstavljena instancom klase *LocationGeo* sadrži listu instanci klase *CoordinateSystemGeo*, koja opisuje koordinatne sisteme u kojima je data lokacija zadata. Svaki koordinatni sistem predstavljen instancom klase *CoordinateSystemGeo* sadrži listu instanci klase *PositionPointGeo*, kojom se lokaciji zadatoj u datom koordinatnom sistemu pridružuju podaci koji je detaljnije opisuju, tj. tačke koje joj pripadaju.

Dijagram sa prikazom prostornog rasporeda CIM objekata se kreira za jedan izabrani pogled. Ovo znači da će se na jednom dijagramu naći simboli samo onih CIM objekata čije su lokacije zadate u koordinatnim sistemima sa izabranim nazivom, tj. samo onih objekata koji

pripadaju izabranom pogledu. Takođe, potrebno je napomenuti da nisu objekti svih CIM klasa od interesa pri kreiranju dijagrama. Dijagram može sadržati reprezentu samo onih klasa koje su izvedene iz klasa *ConductingEquipment* i *ContainerEquipment*, a izuzetak je klasa *PowerTransformer* čiji se reprezentu takođe mogu naći na dijagramu. Dijagram se kreira tako što se prolaskom kroz strukturu *modelMap*, uzimajući u obzir samo prethodno opisane klase CIM objekata, za svaki CIM objekat kreira odgovarajuća instanca klase *GeneralShapeGeo* ili *ACLineSegmentGeo*, pod uslovom da je njegova lokacija data u koordinatnom sistemu sa izabranim nazivom. Kreiranim instancama se postavlja atribut *positionPoint/positionPoints* čija se vrednost čita iz prethodno formirane strukture podataka koja opisuje prostorni raspored, a postavlja se i atribut *painter*.

4.2. Iscrtavanje dijagrama

Za definisanje i iscrtavanje grafičkog repozenta CIM objekta na dijagramu zadužen je objekat klase *SVGPainter*. On se kao atribut *painter* nalazi u okviru objekta klase *GeneralShapeGeo/ACLineSegmentGeo*. Za svaku klasu CIM objekata može se definisati poseban *SVGPainter*, a u slučaju da isti nije definisan za reprezentaciju CIM objekata date klase koristi se podrazumevani (*default*) *painter*. Opisivanje grafičkih repozenta vrši se SVG fajlovima, čijim parsiranjem nastaju objekti klase *SVGPainter*.

Klasa *SVGPainter* definiše metodu *Paint* koja vrši iscrtavanje grafičkog simbola CIM objekta. Ovoj metodi se kao parametri prosleđuju: objekat klase *Graphics* koji predstavlja podlogu na kojoj se crta, podaci o horizontalnom pomeraju podloge, vertikalnom pomeraju podloge, zumiranju podloge, poziciji na kojoj je potrebno iscrtati simbol i podatak o tome da li je objekat selektovan/markiran. Selektovane/markirane objekte je potrebno obeležiti na poseban način. To se postiže iscrtavanjem posebnog okvira oko simbola u slučaju objekata klase *GeneralShapeGeo*, dok se u slučaju objekata klase *ACLineSegmentGeo* iscrtavanje simbola vrši drugačijom bojom.

Pri definisanju grafičkih simbola koji će se koristiti za predstavljanje CIM objekata na dijagramima upotreba SVG standarda je ograničena na *basic shape* objekte. Prethodno znači da se simboli definišu isključivo kao kombinacija linija, krugova, elipsi, pravougaonika, izlomljenih linija i poligona.

Objektna reprezentacija SVG fajla predstavljena je objektom klase *XmlDocument*. Kreiranje objekta klase *SVGPainter*, za svaki od SVG fajlova definisanih u sistemu, se vrši tako što se najpre iz korenskog elementa ekstrahuju dimenzije grafičkog simbola, koje su zadate u vidu *width* i *height* atributa korenskog elementa. Zatim se iz liste podelemenata korenskog elementa kreiraju objekti odgovarajućih konkretizacija klase *SVGBasicFigure*, koji predstavljaju konkretne *basic shape* objekte od kojih je sačinjen grafički simbol.

4.3. Redosled iscrtavanja elemenata

Kada je dijagram kreiran on potencijalno sadrži objekte svih klasa opisanih u odeljku 4.1. i potrebno je parametrizovati njegov prikaz. Naime, postoji mogućnost da je iz nekog razloga potrebno prikazati objekte samo nekih klasa. Takođe, kako je CIM-om a i projektovanim

rešenjem dozvoljeno da se na jednoj lokaciji nađe više objekata, tako može doći do međusobnog preklapanja njihovih simbola na dijagramu. Zbog toga je potrebno definisati i redosled kojim će se simboli iscrtavati i na taj način odrediti koji će simboli biti vidljivi u slučaju njihovog međusobnog preklapanja. Oba prethodna zahteva se zadovoljavaju uvođenjem liste koja sadrži nazive samo onih CIM klasa čiji objekti će biti prikazani na dijagramu i to u onom redosledu u kom će se vršiti njihovo iscrtavanje.

5. REZULTATI REALIZOVANOG ALATA

Analiza performansi procesa generisanja dijagrama sa prostornim rasporedom CIM objekata je predstavljena tabelom 1., gde je u svakom redu tabele prikazan jedan test primer. Pri tome, za parametre procesa generisanja dijagrama su odabrani: ukupan broj CIM objekata u modelu, veličina CIM/RDF dokumenta i vreme trajanja procesa generisanja dijagrama. Veličina CIM/RDF dokumenta je izražena u kilobajtima, a vreme trajanja procesa generisanja dijagrama u milisekundama.

Tabela 1. Performanse procesa generisanja dijagrama

Broj CIM objekata u modelu	Veličina CIM/RDF dokumenta [kB]	Trajanje generisanja dijagrama [ms]
63	22	0
620	205	2
4482	1498	38
7988	2635	93
13447	4384	179
20280	6637	279
29944	9725	451
35135	11502	547
44027	14430	664
61111	19751	957
230401	74999	997

Analizom podataka prikazanih u tabeli 1. može se zaključiti da trajanje procesa generisanja dijagrama raste sa porastom vrednosti svih razmatranih parametara. Proces generisanja dijagrama je efikasan, jer i za dokumente od ~75 MB ne traje duže od 1 sekunde.

6. ZAKLJUČAK

U radu su prikazana osnovna svojstva i opisani značajni detalji implementacije realizovanog softverskog alata. Takođe su prikazani i rezultati koje postiže realizovani softverski alat. Bitno je istaći da je ovo softversko rešenje našlo i praktičnu primenu. Aplikacija je testirana u realnim uslovima, i pokazala se kao značajna pomoć u procesu vizualizacije CIM podataka. Dalji razvoj realizovanog rešenja se može voditi u nekoliko pravaca od kojih je najbitniji parametrizacija

prikaza dijagrama. Kao budući zahtev može biti identifikovano potpunije podržavanje SVG specifikacije, pod čime bi se moglo podrazumevati upotreba *paths* objekata, gradijentnog bojenja i bojenja šablonom.

Jedno od mogućih unapređenja predstavlja i obezbeđivanje mehanizama za upravljanje ispisom naziva objekata na dijagramu. Ovo unapređenje bi se moglo ogledati u mogućnosti definisanja različitih položaja ispisivanja naziva, kao i definisanja različitog fonta za svaku klasu CIM objekata.

Drugi pravac razvoja može voditi ka modelovanju efikasnije objektivne reprezentacije CIM objekata, odnosno CIM modela, što bi moglo dovesti do racionalnije upotrebe računarskih resursa i poboljšanja performansi realizovanog softverskog alata.

LITERATURA

- [1] International Electrotechnical Commission. Draft IEC 61970: *Energy Management System Application Program Interface (EMS-API) – Part 301: Common Information Model (CIM) Base*, 2nd edition. IEC 2007
- [2] International Electrotechnical Commission. *Energy Management System Application Program Interface (EMS-API) – Part 501: Common Information Model Resource Description Framework (CIM RDF) schema*, 1st edition. IEC, 2006.
- [3] *Unified Modeling Language (UML)*, Version 2.2. <http://www.omg.org/spec/UML/2.2/>
- [4] Electric Power Research Institute. *The Common Information Model for Distribution: An Introduction to the CIM for Integrating Distribution Applications and System*. EPRI, Palo Alto, 2008.
- [5] *Extensible Markup Language (XML) 1.1*, Second edition. W3C, 2006. <http://www.w3.org/TR/xml11/>
- [6] *The Resource Description Framework*. http://en.wikipedia.org/wiki/Resource_Description_Framework
- [7] *RDF Schema*. http://en.wikipedia.org/wiki/RDF_Schema
- [8] Aleksandar Đorđević. *Vizualizacija prostornog rasporeda elemenata elektroenergetskog sistema definisanog pomoću CIM/XML-a*, diplomski – master rad. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2013.
- [9] Stanislava Selen. *Softverski alat za analizu i vizualizaciju modela elektroenergetskog sistema definisanog pomoću CIM/XML-a*, diplomski – master rad. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2010.



Kratka biografija:

Aleksandar Đorđević rođen je 19.02. 1985. godine u Šapcu. Elektrotehničku školu „Nikola Tesla“ u Beogradu završio je 2004. godine. Iste godine upisao se na „Fakultet Tehničkih Nauka“ u Novom Sadu, odsek Računarstvo i automatika.

HARDVERSKA IMPLEMENTACIJA SEKVENCIJALNOG I PARALELNOG DELITELJA
HARDWARE IMPLEMENTATION OF SEQUENTIAL AND PARALLEL DIVIDERS

Ivica Hariba, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*
Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisano je implementiranje modula koji omogućavaju deljenje brojeva. U radu je opisana implementacija tri vrste delitelja. Dve vrste modula za deljenje su zasnovane na sekvencijalnim algoritmima dok je treći i najsloženiji zasnovan na paralelnom algoritmu deljenja.

Abstract – In this work implementation of a module capable of a number division is described. Implementation of three types of dividers, two modules based on sequential algorithms and one based on the parallel algorithm will be presented.

Ključne reči: algoritam deljenja, implementacije

1. UVOD

Deljenje je najkompleksnija aritmetička operacija od četiri osnovne aritmetičke operacije i zahteva najviše procesorskih ciklusa. Od brzine kojom se izvršava ova operacija pri obradi podataka zavise u velikoj meri performanse celokupnog digitalnog sistema. Zato je od velikog značaja optimizovati operaciju deljenja kako bi se izvršavala u što manjem broju ciklusa takt signala. Za razliku od sekvencijalnih delitelja, gde se operacija deljenja izvršava iterativno, kod paralelnih delitelja izvršen je paralelizam na nivou hardvera.

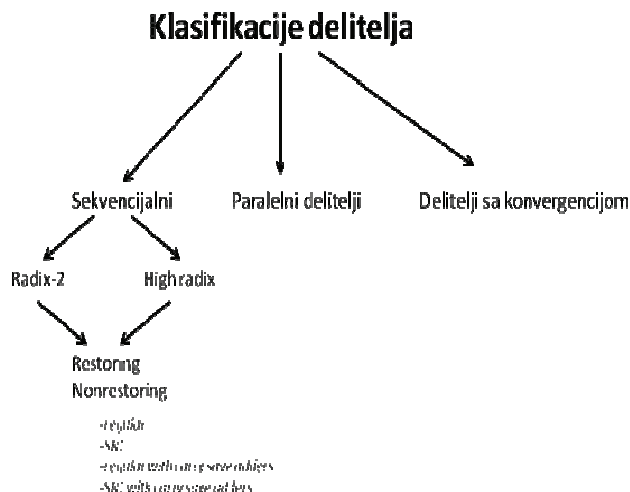
Na ovaj način je smanjen potreban broj ciklusa za izvršavanje operacije deljenja. Postoji veliki broj poznatih algoritama za deljenje na osnovu kojih se može projektovati digitalni delitelj.

Kod sekvencijalnog delitelja količnik i ostatak se izračunavaju kroz niz iteracija dokle god se proces deljenja ne završi. Paralelni delitelj je u osnovi kombinaciono kolo i ima kraće vreme izvršavanja operacije deljenja, ali je njegova arhitektura znatno komplikovanija. Kod paralelnih delitelja proces deljenja se odvija jednim prolaskom kroz arhitekturu.

Na slici 1. prikazana je podela algoritama za deljenje brojeva.

Kako bi se istakla razlika između dve vrste algoritama koji su implementirani u ovom radu za sekvencijalni algoritam uzet je algoritam sa osnovom dva, *Radix-2* algoritam. Što se tiče paralelnih delitelja u literaturi najčešće srećemo dve vrste, *restoring* i *nonrestoring*. Struktura oba delitelja je slična u opštem slučaju. To znači da se takvi delitelji predstavljaju kako matrice ćelija koje se u dve varijante razlikuju. Rad se fokusira na algoritam sa potpunim oduzimačem, *restoring* algoritam, jer omogućuje manje gubitke zbog promene algoritma. Pro

mena je bila neminovna jer ovakvi algoritmi omogućavaju da se koriste samo nizovi bitova kod kojih je MSB (engl. *Most Significant Bit*) = 1.



Slika 1- Klasifikacija algoritama deljenja

2. OPIS IMPLEMENTACIJE DELITELJA

Kako je spomenuto u uvodnom poglavlju cilj rada je da se implementiraju dve vrste sekvencijalnog i jedna vrsta paralelnog delitelja.

U ovom poglavlju će biti predstavljena tri algoritma, njihovi ASM dijagrami i *datapath*-ovi [2].

2.1. Delitelj zasnovan na algoritmu „Oduzmi“

Algoritam „Oduzmi“ predstavlja najjednostavniji algoritam deljenja. Dakle, cilj je da se od deljenika oduzima vrednost delioca sve dok je ostatak oduzimanja veći od delioca. Kako bi se lakše shvatio rad algoritma na slici 2. prikazan je izgled ASMD dijagrama [2] ovakvog jednostavnog algoritma.

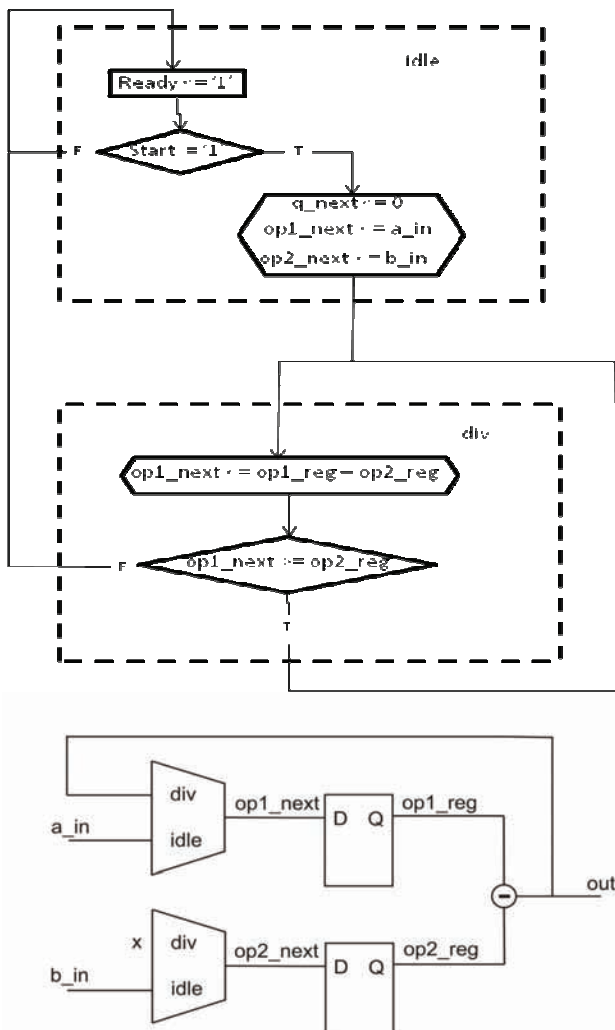
Dakle, algoritam može da se nađe u dva stanja: *idle* i *div*. U stanju *idle* se smeštaju ulazne vrednosti deljenika i delioca u pomoćne signale **op1** i **op2** ako je signal **Start** postavljen na vrednost '1'.

Takođe se u ovom stanju vrednosti količnika i ostatka postavljaju na vrednost '1'. Iz stanja *idle* se prelazi u ovom slučaju u stanje *div*. U stanju *div* se prvo računa vrednost razlike dva signala **op1** i **op2** tako da u sledećem taktu rezultat razlike bude u **op1**.

Takođe se u ovom stanju vrednost količnika povećava za 1. Zatim se proverava uslov da li je nova vrednost **op1** veća od vrednosti delioca (**op2**) i ako je uslov zadovoljen, sledeće stanje je stanje *div* i proces se ponavlja, a ako nije zadovoljen uslov da je deljenik veći od delioca tada vrednost **op1** predstavlja ostatak deljenja koje je izvršeno.

NAPOMENA:

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



Slika 2 - ASM dijagram i datapath za delitelj zasnovan na algoritmu „Oduzmi“

2.1. Algoritam „Oduzmi i pomeri“

Algoritam „Oduzmi i pomeri“ spada takođe u sekvencijalne algoritme. Na slici 3. prikazan je ASM dijagram i datapath ovakvog algoritma.

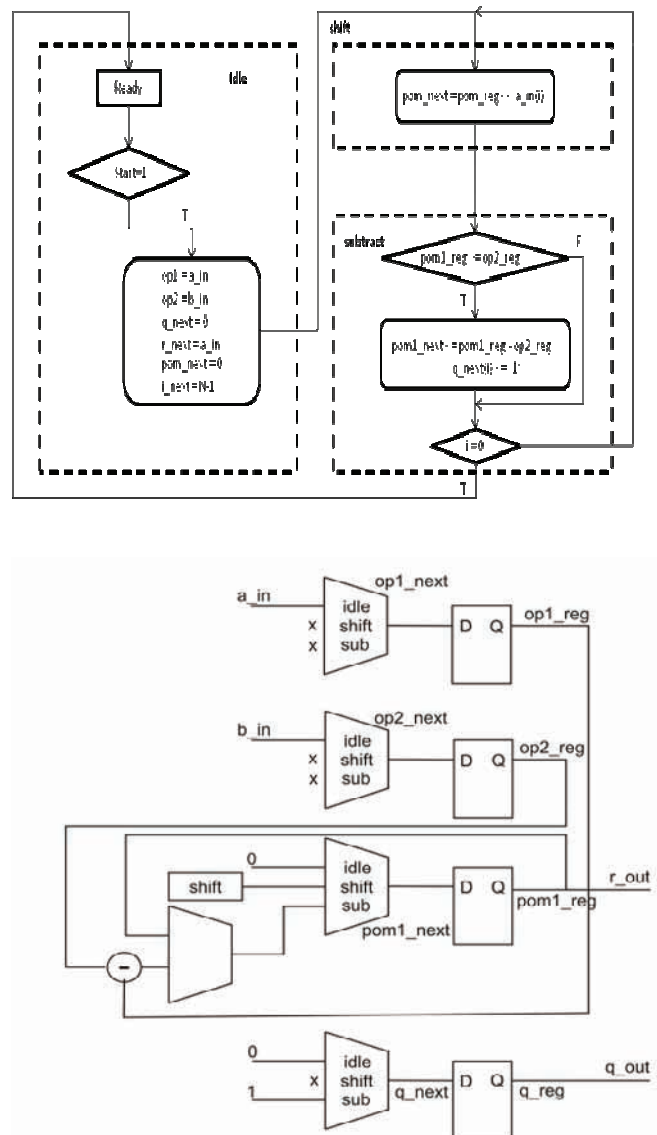
Algoritam „Oduzmi i pomeri“ sastoji se iz tri stanja: *idle*, *shift* i *subtract*. U stanju *idle* se proveriti da li je signal **Start** postavljen na logički visok nivo, '1'. Ako je zadovoljen uslov tada se određeni signali postavljaju na vrednosti kao na slici 3. Sledeće stanje u kom će se naći delitelj je stanje *shift*.

U stanju *shift* se pomoćna promenljiva **op1** u kojoj je prvenstveno smešten deljenik pomera za jedan bit u levo. Zatim sledi stanje *subtract* u kome se od pomoćne promenljive **op1** oduzima pomoćna promenljiva **op2** u kojoj je smešten delilac (**b_{in}**).

Nakon ove operacije trenutno se u promenljivoj **op1** nalazi parcijalni ostatatak koji je ostao isti ako je vrednost **op1** manja od **op2** ili se promenio ako je vrednost promenljive **op1** manja od vrednosti promenljive **op2**. U stanju *subtract* se takođe, u zavisnosti od toga da li je izvršena operacija oduzimanja ili ne, povećava odgovarajući bit količnika.

Ovakav proces se odvija iterativno, onoliko puta koliko ulazni podaci imaju bita, **n** puta ako je ulazni podatak **n**-bitni.

Ostatak deljenja se nalazi u pomoćnoj promenljivoj **op1** nakon potrebnog broja iteracija.



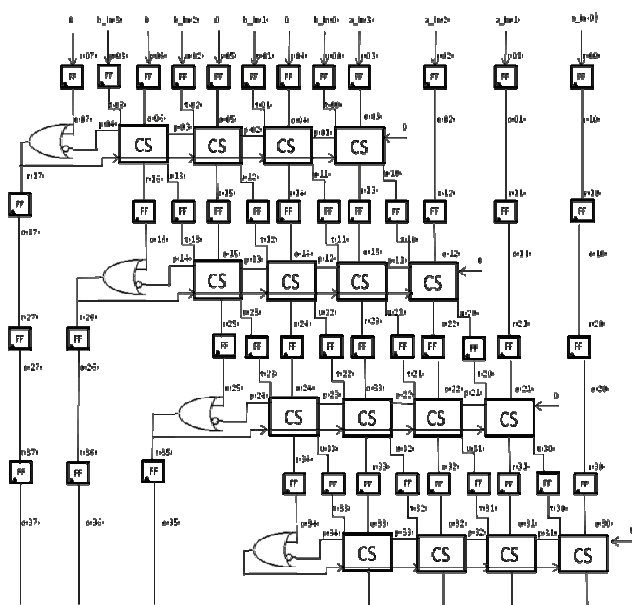
Slika 3 - ASM dijagram i datapath za algoritam „Oduzmi i pomeri“

2.3. Algoritam zasnovan na paralelnom deljenju

Veliki problem sekvencijalnog deljenja je da svi rezultati međukoraka moraju biti dostupni pre početka sledećeg koraka. Hardverski zahtevi dizajniranja iterativnih kola su jednostavni, međutim potrebno je da su kontrolisani od strane nekog eksternog uređaja.

Ovakvi uređaji su spori i vode ka veoma dugom izvršavanju operacija. Ambicija je da se sukcesivne *subtract* i *shift* operacije zamene sa kombinacionim kolima koja prosleđuju međurezultate bez skladištenja. Za ovu svrhu se koriste nizovi ćelija. Jedan niz ćelija (red ćelija) predstavlja jedan korak u sekvencijalnom procesu. Dakle, matrica **n** redova, gde se svaki red sastoji od **n** ćelija, može da se implementira za izvođenje **n** bitnih operacija.

Generalno je moguće da se konstruišu ovakvi moduli za sve algoritme deljenja koji su mnogo brži od iterativnih. Na slici 4. prikazana je celokupna blok šema paralelnog delitelja.



Slika 4 – Izgled celokupne šeme paralelnog delitelja

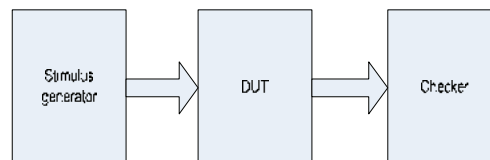
Svaka ćelija sadrži potpuni oduzimač CS, i dvoulazni multiplekser. Kada kontrolni ulaz prosledi jednom redu multipleksera logičku jedinicu tada se vertikalni ulazi (bitovi od delimičnog ostatka (engl. *partial reminder*)) prosleđuju nepromenjeni. U suprotnom delilac je oduzet od parcijalnog ostatka i razlika je prosleđena sledećem koraku deljenja. U prvom koraku se od bitova veće važnosti deljenika oduzima delilac, vrši se poklapanje po dužini, i ako je rezultat veći od nule onda je rezultujući bit '1' i parcijalni ostatak je odgovarajuća razlika, a ako je manji od nule onda je rezultujući bit '0' i u tom slučaju ne treba da se vrši oduzimanje brojeva tj. razlici se doda delilac. Za sledeću iteraciju uzima se prvi sledeći bit iz deljenika koji u prethodnoj iteraciji nije učestvovao i on se dodaje parcijalnom ostatku, nakon dodavanja se ponovo vrši oduzimanje, proverava rezultata i to se radi sve dok može da se vrši pomeranje. Ovaj algoritam može da se realizuje na dva načina. Jedan od načina je iterativnim metodama a drugi je preko polja. Kada se realizuje preko polja svaki red odgovara jednoj iteraciji kod iterativnog algoritma. U okviru svakog reda se vrši oduzimanje, formira se bit za izlaz **q** i parcijalni ostatak za sledeći nivo. Postoji i linija povratne veze koja određuje da li će za sledeći stepen biti prosleđena razlika ili neće tj. da li će se obaviti oduzimanje odgovarajućeg parcijalnog ostatka ili neće. Pomeranje se postiže tako što se u sledećem redu dovodi prvi sledeći MSB bit deljenika. Na kraju za svaki stepen se dobije po jedan bit količnika a parcijalni ostatak zadnjeg reda je ostatak deljenja.

Kako je cilj bio da se dobije univerzalni delitelj koji će kasnije moći da se koristi kao univerzalni modul u mnogim uređajima cilj je bio da imamo mogućnost da delimo brojeve koji imaju proizvoljan broj bitova. Takođe je cilj bio da se napravi model paralelnih delitelja koji će omogućiti da koristimo ovaj delitelj na mestima gde neće svaki broj, bilo da je deljenik ili delilac koji koristimo kao ulazni podatak, da ima MSB = '1'. Kako je ranije napomenuto cilj je bio takođe da se napravi delitelj koji će moći da radi paralelnu obradu podataka zbog čega je i odlučeno da se implementira paralelni delitelj jer je

navedeno da imaju odgovarajuću i veoma regularnu strukturu.

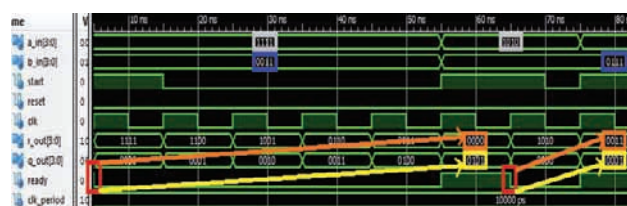
3. VERIFIKACIONO OKRUŽENJE

Dizajn koji verifikujemo je delitelj iz čega sledi da njegovo testiranje i verifikacija ne zahteva sve module koje može da sadrži jedno verifikaciono okruženje [3]. Prikaz pojednostavljenog verifikacionog okruženja za verifikaciju sekvencijalnih i paralelnog delitelja prikazan je na slici 5. Stimulus generator generiše različite ulazne brojeve, a DUT računa količnik tih brojeva. Checker upoređuje očekivane rezultate sa rezultatima koje DUT računa i na kraju u fajl upisuje da li je poređenje „OK“ ili „ERROR“.



Slika 5 – Izgled verifikacionog okruženja

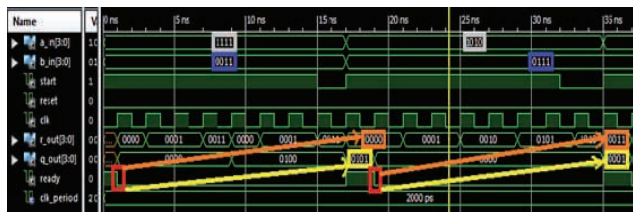
Dalje u tekstu prikazani su rezultati simulacije za tri delitelja koja su implementirana i koji jasno ukazuju na mane i prednosti svakog od njih. Na slici 6. prikazani su oblici signala za najjednostavniji delitelj koji je implementiran, algoritam deljenja koji je zasnovan na oduzimanju. Kako je simuliran delitelj sa oduzimanjem jasno se može videti da je nad različitim ulaznim podacima potreban različit broj taktova da se završi operacija deljenja. Kao primer su uzeti brojevi 15(1111) i 3(0011) koji su na slici 6. označeni sivom i plavom bojom respektivno. Delitelj počinje deljenje u momentu kada je **ready** signal aktivan (označen crvenom bojom) i rezultat se dobije nakon šest taktova, uokviren narandžastom i žutom bojom. Kada se signal **ready** promenio na visoko logičko stanje, pritom je signal **start** aktivan, delitelj je počeo da deli sledeća dva broja 10(1010) i 7(0111) koji su takođe označeni sivom i plavom bojom respektivno. Rezultat dobijamo nakon dva takta, količnik 1(0001) i ostatak 3(0011) i označen je narandžastom i žutom bojom.



Slika 6 – Simulacija delitelja zasnovanog na algoritmu „Oduzmi“

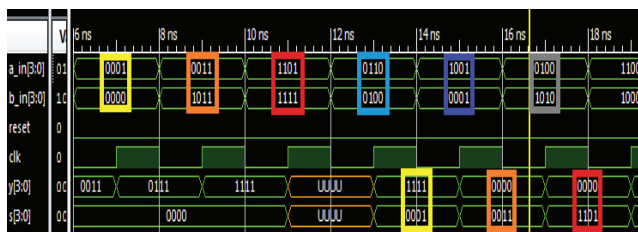
Sledeći delitelj koji je testiran je delitelj sa šiftovanjem i njegovi oblici signala su prikazani na slici 7. Kod ovog delitelja se može primetiti da je za različite ulazne podatke potreban fiksni broj taktova za kompletiranje operacije deljenja. Kada se dele četvorobitni podaci (na primer kada se deli 15(1111) sa 1(0001)) tada je kod delitelja, koji je zasnovan na algoritmu „Oduzmi“ da bi se dobio količnik potrebno 16 taktova dok je kod delitelja koji je zasnovan na algoritmu „Oduzmi i pomeri“ da bi se dobio količnik potrebno 8 taktova. U drugom krajnjem slučaju kada se deli 15(1111) sa 15(1111) za delitelj koji

oduzima i *shift*-uje podatke potrebno takođe osam taktova. Naime kada imamo brojeve koji imaju manji broj bitova tada je prednost algoritma oduzimanja evidentna u smislu broja taktova koji je potreban. Međutim, kada deljenik i delilac imaju veći broj bitova za neke slučajeve performanse delitelja koji oduzima i šiftuje su daleko bolje. Prednost ovakvog delitelja je to što je broj takt signala fiksna, jer kod delitelja koji samo oduzima da bi dobili količnik potrebno je da uzmemo najgori slučaj a to je za primer od četiri bita čak 16 taktova.



Slika 7 – Simulacija delitelja zasnovanog na algoritmu „Oduzmi i pomeri“

Poslednji delitelj koji je simuliran je paralelni delitelj sa protočnom obradom. Oblici signala ovog delitelja se nalaze na slici 8. Bitna osobina ovakvog delitelja je to da mu je potrebno tačno 4 takta da bi se dobio prvi rezultat (označeno žutom bojom) ali nakon toga sa svakim narednim taktom se dobija novi rezultat (svaki novi ulazi i izlazi delitelja su označeni različitom bojom) ako mu se na ulaz prosleđuju novi podaci u svakom taktu. U trećem taktu se može primetiti nedefinisano stanje koje je posledica toga što simulator nije znao stanje registra čija vrednost nije morala biti inicijalizovana.



Slika 8 – Simulacija delitelja zasnovanog na paralelnom algoritmu

4. REZULTATI IMPLEMENTACIJE

U ovom poglavlju će biti predstavljeni podaci o resursima koje zauzimaju tri delitelja koja su implementirana u ovom radu. Pored resursa koje zauzimaju, biće dati i podaci o maksimalnoj učestanosti na kojoj rade. Okruženje u kome su se testirali je **Xilinx Foundation ISE 13.1**. Razvojna ploča koja je korišćena je **Spartan 3A 1800 DSP** dok je FPGA čip **xc3sd1800a**. Na slikama 9., 10. i 11. prikazani su podaci o potrebnim resursima za implementaciju svakog od navedenih delitelja.

Number of Slices	15
Number of Slice Flip Flops	13
Number of 4 input LUTs	30
Number of bonded IOBs	20
Number of GCLKs	1

Slika 9 – Podaci o resursima koje zauzima delitelj zasnovan na algoritmu „Oduzmi“

Maksimalna učestanost rada delitelja zasnovanog na algoritmu „Oduzmi“ je 177.683MHz.

Maksimalna učestanost rada delitelja zasnovanog na algoritmu „Oduzmi i pomeri“ je 172.563MHz.

Number of Slices	82
Number of Slice Flip Flops	82
Number of 4 input LUTs	123
Number of bonded IOBs	20
Number of GCLKs	2

Slika 10 – Podaci o resursima koje zauzima delitelj zasnovan na algoritmu „Oduzmi i pomeri“

Maksimalna učestanost rada paralelnog delitelja sa protočnom obradom je 307.977MHz.

Number of Slices	25
Number of Slice Flip Flops	39
Number of 4 input LUTs	33
Number of bonded IOBs	18
Number of GCLKs	1

Slika 11 – Podaci o resursima koje zauzima delitelj zasnovan na paralelnom algoritmu

5. ZAKLJUČAK

Ovim radom obuhvaćena je kako teorijska analiza rada delitelja koji se koriste u ALU jedinicama tako i implementacija u HDL jeziku istog. Navedena je podela algoritama deljenja kao i osnovne razlike sekvencijalnih i paralelnih implementacija. Nakon implementacije tri vrste delitelja istakao bih da je jedna od najkritičnijih faza realizacije bila prepravka paralelnog delitelja u parametrizovani paralelni delitelj koji radi sa ulaznim podacima koji mogu da imaju različit broj bitova. Na kraju su dati rezultati simulacije realizovanih modula i izveštaji koji sadrže podatke koliko resursa zauzimaju moduli koji su realizovani u ovom radu.

6. LITERATURA

- [1] Berhooz Parhami, Computer Arithmetic Algorithms and Hardware Design, Oxford University Press, 2009.
- [2] Pong P. Chu, FPGA Prototyping by VHDL Examples, Wiley - Interscience, 2008.
- [3] Janick Bergeron, Writing Testbenches: Functional Verification of HDL Models, 2nd Ed, Springer, 2003.

Kratka biografija:



Ivica Hariba rođen je u Bečeju 1987. god. Diplomski-bečelorski rad odbranio je 2010. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjena elektronika.

OTKRIVANJE I EVIDENTIRANJE POKUŠAJA NEAUTORIZOVANOG PRISTUPA U WINDOWS OPERATIVNOM SISTEMU**DETECTION AND ALERTING OF UNAUTHORIZED ACCESS IN WINDOWS OPERATING SYSTEM**

Ivica Dožanin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovoj tezi razmatra se problem zaštite *enterprise* sistema od napada koji dolaze iznutra. **Microsoft Win 7 OS** ima ugrađene mehanizme zaštite koji pružaju mogućnost detekcije i evidentiranja svih akcija unutar sistema, ali ti mehanizmi sami po sebi nisu dovoljni. Da bi se napadi efikasno detektovani potrebno je da se osmisli i implementira odgovarajuća strategija. U ovoj tezi opisana je arhitektura i implementacija jednog rešenja za efikasnu detekciju napada iznutra.

Abstract – This thesis discuss the problem of enterprise system protection against internal attacks. Microsoft OS has built-in mechanisms that provide the possibility of detecting and recording all actions within the system, but the mechanisms are not by themselves sufficient. In order to efficiently detect attacks it is necessary to design and implement appropriate strategies. This thesis describes the architecture of a solution for the efficient detection of internal attacks.

Ključne reči: *Event, Security Log, Security auditing, Account Lockout, neautorizovani pristup*

1. UVOD

U većini današnjih *small business* i *large companies* okruženja postoje jasno definisane grupe korisnika koje koriste računare na različite načine s ciljem obavljanja svojih dužnosti. Prava koje te grupe korisnika imaju su različita i definisana su potrebama korisnika koji se nalaze u tim grupama [1]. Svaka organizacija ima određenu *security* politiku kojom štiti svoje resurse (podatke), a samim tim i korisnike.

Uglavnom se većina tih politika bazira na korisničkim nalogima i pravima vezana za taj nalog [2].

Svaki sistem u ozbiljnim organizacijama zahteva pre pristupa svojim podacima od korisnika da se identifikuje. Korisnik se u sistemima obično predstavlja sa svojim korisničkim imenom. Nakon što se korisnik identifikuje, potrebno je da potvrdi svoj identitet, a to radi unosom svoje lozinke u procesu autentifikacije koji sledi odmah neposredno nakon procesa identifikacije.

Nakon uspešne autentifikacije sledi proces autorizacije u kojem se korisniku utvrđuje, na osnovu već postojećih prava, kojim resursima u sistemu sme da pristupi i koje akcije su mu dozvoljene nad tim resursima.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miroslav Hajduković, redovni profesor.

2. OPIS REŠAVANOG PROBLEMA I POSTOJEĆIH REŠENJA**2.1 Account Lockout**

Account Lockout [3] predstavlja mehanizam zaštite **Windows** OS koji sprečava potencijalne napadače da kompromituju sistem. Primenljiv je u slučajevima kada napadač zna korisničko ime ali ne zna lozinku. Da bi mehanizam bio efikasan, potrebno je podesiti **Account Lockout** politiku, koja nudi podešavanje:

- **Account Lockout Threshold** – ovde se podešava koliko puta korisnik sme da pogrešno unese svoje kredencijale pri autentifikaciji.
- **Reset Account Lockout Threshold After** – ovde se podešava nakon kojeg vremenskog perioda će da se resetuje "brojač" koji vodi evidenciju o broju pogrešno unetih lozinki (kredencijala) u slučaju da **Account Lockout Threshold** nije dostigao definisani maksimum.
- **Account Lockout Duration** – ovde je definisan vremenski interval koji će da protekne dok se korisnički nalog ponovo ne otključa.

Slabosti **Account Lockout** mehanizma:

često korisnici zbog kompleksnih lozinki sami zaključaju nalog,

- često korisnici sa domenskim nalogima ostanu ulogovani na jednoj mašini u domenu, a na drugoj menjaju lozinku, pa sistem zbog nastale konfuzije zaključa nalog,
- često napadači namerno zaključaju neki nalog sa ciljem da validnom korisniku onemoguće rad.

Loše podešena **Account Lockout policy** može da spreči validnog korisnika da obavi neki važan zadatak. Ako je korisnik slučajno, ili ako mu je neko namerno, zaključao nalog, a vreme za otključavanje naloga nije definisano, može da dođe do dodatnog opterećenja administratora (stalne posete i gužve u kancelariji, vreme utrošeno na analizu razloga zaključavanja...).

Alati koje nudi **Windows** nisu dovoljno efikasni u rešavanju navedenih problema i obično zahtevaju interakciju sa administratorima u sistemu, koji će da utvrde potencijalne razloge zbog koji su se nalozi zaključali.

Da bi se vreme administratora koje provede u pretrazi i analizi logova svelo na minimum, trebalo bi da postoje i da se koriste alati koji će omogućiti da se lociraju zaključani nalozi. Bilo bi poželjno da se zaključani nalog detektuje i alarmira u realnom vremenu, kako bi se na vreme obavestio administrator i kako bi se što pre omogućilo korisniku, kome nalog pripada, da se aktivira u sistem.

2.2 Kontrola pristupa (Access Control)

U svrhu kontrole pristupa nad resursima, korisnici se grupišu u grupe koje imaju određena prava [1], ili im se dodeljuju individualna prava. Na ovaj način sprečavaju se korisnici da pristupe resursima kojima nemaju prava. Međutim, iako su prava pristupa definisana, mnogi korisnici mogu slučajno ili namerno da pokušaju da pristupe resursima koji im nisu dozvoljeni. Zato se javlja potreba praćenja aktivnosti korisnika ili eventualno praćenje aktivnosti nad resursima.

Ovaj mehanizam je u **Windows OS** poznatiji kao **security auditing** [4]. **Security auditing policy** može da se podesi da beleži dva tipa informacija o pristupima – uspešni pristupi (**success**) i neuspešni pristupi (**fail**). Na osnovu podešene **security auditing** politike, vrši se upis podataka u **security log** [5].

Praćenje aktivnosti korisnika je veoma bitna aktivnost unutar sistema, ali sama po sebi nije dovoljna. Da bi se detektovao neki potencijalni napad – nedozvoljeni pristup resursu, potrebno je na neki način analizirati logove i utvrditi koji korisnik se nije ponašao u skladu sa svojim pravima. Analiza logova može biti veoma iscrpljujuća za administratore. Zbog toga je poželjno koristiti alate za detekciju anomalija u ponašanju korisnika, koji će olakšati posao administratorima.

2.3 WINODWS EventViewer

Windows OS pruža svojim korisnicima administratorski alat kojim mogu da vrše analizu svih podataka koji se nalaze u **security logu** – **EventViewer**. Ovaj alat nadgleda registar **EventLog**, čiji deo je i **security log**, i svaki novi unos u log prikazuje u čoveku čitljivom formatu. Namenjen je prvenstveno za pregled loga, ali takođe daje mogućnost kreiranja **task**-ova koji mogu da predstavljaju automatske odgovore – akcije na detektovani događaj. Loša osobina ovog alata jeste to što zahteva od administratora da sami pregledaju i analiziraju podatke iz loga.

Ovo je veoma iscrpljujuće za administratore pošto se u sistemu može generisati i više hiljada novih podataka. Takođe, ponekad administratori moraju i fizički da pristupe pojedinim računarima u domenu kako bi mogli da analiziraju logove na njima. Korisnici u sistemu često mogu, između dva fizička pristupa administratora njihovim računarima, da obrišu ili izmene podatke u logu i da „sakriju“ svoje akcije.

Da bi donekle automatizovao proces detekcije i olakšao posao administratorima **EventViewer** nudi opciju da se kreiraju **task**-ovi – koji bi trebalo da na detektovani **event** (događaj) izvrše njima definisane akcije. Ovaj mehanizam je dosta nepouzdan – podložan je DoS napadima, akcije se običnu pišu **script** jezicima i čuvaju kao **batch** fajlovi i antivirusi često blokiraju njihovo izvršavanje.

Da bi se prekršaji detektovali i sačuvali od korisnika, potrebno je implementirati rešenje koje će u svakom trenutku neomentano da vrši detekciju i analizu i koje će te pozitivne rezultate analize (detektovane prekršaje) da čuva na mašinama kojima korisnici u sistemu ne mogu da pristupe i da ih kompromituju.

2.4 Osobine i primeri postojećih rešenja

U IT svetu već postoje razna rešenja koja se bave problematikom detekcije neautorizovanih pristupa i

alarmiranjem korisnika. Njihovim proučavanjem došlo se do sledećih zaključaka:

- rešenje može da nudi alate za definisanje **security** politike ili da se oslanja na mehanizme koje nudi OS,
- rešenje može da se oslanja na mehanizme **monitoring**-a sistema i **security auditing**-a koje nudi OS ili može samo da implementira svoje mehanizme,
- rešenje može da se osloni na dva osnovna pristupa u sakupljanju podataka i informacija nastalih **monitoring**-om:
 - **Agent based** : svaki agent se mora instalirati na svaku mašinu u sistemu, da bi sakupljao podatke lokalno, obrađivao ih i rezultate slao centralnom serveru. Ovaj pristup obara performanse lokalnih mašina, ali ne utiče na performanse mreže.
 - **Agentless**: koristi postojeće mehanizme **monitoring**-a i postojeće softvere instalirane u sistemu kako bi sakupio podatke (OS i druge softverske alate). On se lako integriše u sistem, koristi centralni servis u obradi podataka i dobar je za mala **enterprise** okruženja. On ne utiče na performanse računara u sistemu, ali veoma opterećuje mrežu.

Primeri:

- **Adiscon EventReporter** [6]: kombinuje **UNIX** i **Windows event** logove. Ima agenta kojeg je moguće konfigurisati da sakuplja **security event**-e sa više računara, da ih filtrira i skladišti u bazu. Daje mogućnost alarmiranja preko **mail**-a, mrežnih poruka i preko same aplikacije **reporter**-a.
- **GFI LANguard Security Event Log Monitor** [7]: vrši detekciju baziranu na **event**-ima i daje mogućnost upravljanja **event log**-om preko mreže. Skladišti i analizira logove sa svih računara u mreži. Vrš alarmiranja u realnom vremenu. Daje mogućnost pravljenja **custom** pravila i notifikacija za potrebe **forensic** analize i mogućnost skladištenja notifikacija na centralnoj bazi.
- **Lakeside Software, Inc Systrack 3** [8]: omogućava **near real-time** alarmiranje preko **Event Log Monitor**-a. **Event Log Monitor** periodično analizira sve **event** logove sa ciljem da detektuje prekršaj. **Systrack 3** filtrira svaki detektovani prekršaj i preduzima odgovarajuće akcije. Specifične vrednosti u atributima **event**-a, kao što je vrednost korisnika ili mašine, mogu da trigeruju alarme. Filteri mogu da generišu **SMTP traps**, **windows pop-up** poruke i **e-mail** alarme.

3. IMPLEMENTACIJA ALARMSUBSYSTEMA

3.1 Ideja

Često korisnici u sistemu slučajno naprave neku akciju koju će sistem detektovati kao neautorizovani pristup i upisati u **security log**. Na primer da pokušaju da otvore fajl koji nemaju pravo, ili pokušaju da uđu u direktorijum čiji sadržaj nemaju pravo da vide. Korisnik u nekim situacijama neće biti ni svestan da je napravio prekršaj. Međutim postoje korisnici koji vrlo dobro znaju svoja prava i u intervalnima, između dozvoljenih akcija, pokušavaju da kompromituju sistem i validnost resursa neautorizovanim akcijama. Takođe, jedno **enterprise** okruženje obično ima nekoliko računara na kojima su pohranjeni podaci bitniji nego na drugim računarima i

na kojima je potrebno svaki neautorizovani pristup i svaku neautorizovanu akciju nad podacima tretirati kao napad.

Ideja je da se upotrebi takvo rešenje koje će da bude stalno aktivno i da vrši analizu svih akcija korisnika. Rešenje treba da omogući administratorima da sami kreiraju **custom** pravila u kojima mogu da definišu koliko pristupa će da smatraju kao prekršaj. Takođe potrebno je da se omogući administratorima da mogu da kreiraju i pravila koja će moći da se upotrebe na „običnim“ korisničkim terminalima, ali i da kreiraju pravila koja će da se koriste na serverskim mašinama i mašinama visokog **security** prioriteta. **Custom** pravilima bi u podsistemu za alarmiranje bio definisan uslov kada je potrebno slati notifikaciju o neautorizovanim pristupima (npr: nakon 5 pokušaja brisanja fajla na mašini pošalji odgovarajuću notifikaciju).

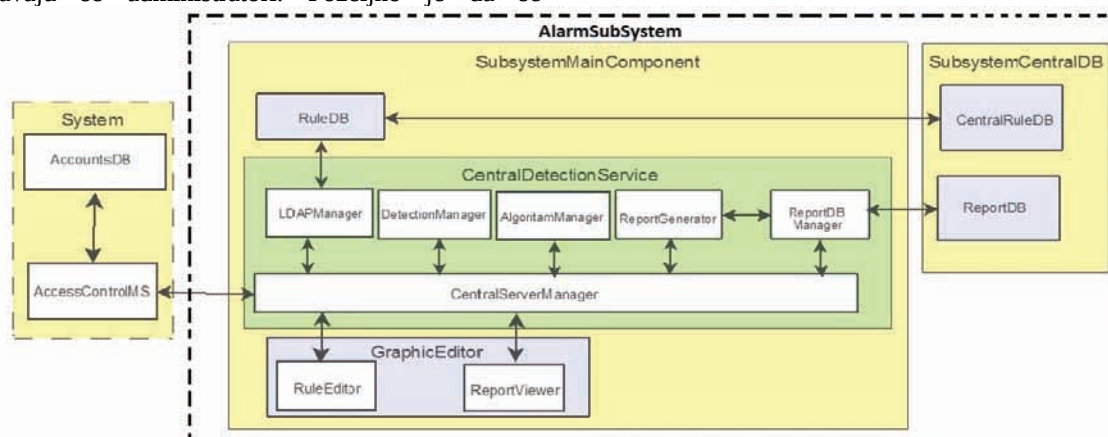
Windows nudi dobre mehanizme za **security auditing** koji se mogu iskoristiti. Podsistem za alarmiranje treba da vrši ispitivanje svakog novog podatka u log-u, tako što će da ga proveri sa **custom** pravilima koje su administratori napravili. Ako se utvrdi da je pravilo prekršeno, obaveštavaju se administratori. Poželjno je da se

notifikacije čuvaju na udaljenim, dobro zaštićenim, računarima – serverima, kako bi se sprečili potencijalni napadači da ih izmene ili obrišu, i da se administratorima nudi samo pregled u nekom za to namenjenom alatu.

3.2 Implementacija AlarmSubSystem-a

Implementirani podsistem za alarmiranje, **AlarmSub-System**, je hibridni alat za detekciju i analizu događaja u sistemu. On koristi postojeće mehanizme za **monitoring** (slično kao i **agentless**), ali ih procesira lokalno i samo rezultate obrade šalje u centralnu bazu (osobine **agent based** alata). Instalira se na svaku mašinu posebno. Od funkcionalnosti nudi:

1. detekciju i alarmiranje u slučaju **Account Lockout**-a domenskih naloga,
2. detekciju i alarmiranje u slučaju učestalih neautorizovanih pristupa,
3. alat namenjen ovlašćenim licima (definisani unutar sistema) za kreiranje, modifikovanje, brisanje i detaljni pregled pravila alarmiranja, i
4. alat za čitanje notifikacija alarmiranja.



Slika 1. Dijagram konceptualnog rešenja AlarmSubSystem-a

Komponente **AlarmSubSystema**:

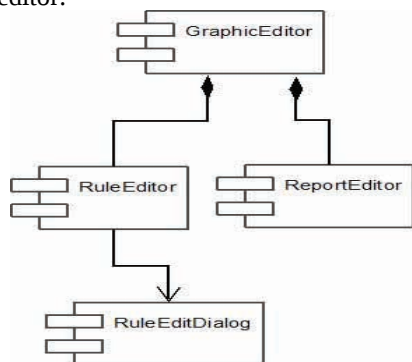
Slika 1. Prikazuje dijagram konceptualnog rešenja **AlarmSubSystema** koji sadrži:

- **SubsystemMainComponent**
 - **CentralDetectionService** (CDS) – paket komponenti centralnog servisa:
 - **DetectionManager** (DM) – komponenta zadužena za detekciju prekršaja
 - **AlgoritamManager** (AM) – komponenta zadužena za analizu prekršaja
 - **LDAPManager** (LDAPM) – komponenta za komunikaciju sa bazom pravila
 - **ReportGenerator** (RG)– komponenta zadužena za generisanje reporta
 - **ReportDBManager** (NDBM)– komponenta zadužena za komunikaciju sa bazom za reporte
 - **CentralServerManager** (CSM) – centralna komponenta preko koje sve ostale komponente komuniciraju
 - **GraphicEditor** (GE):
 - **RuleEditor** – editor za manipulaciju sa pravilima alarmiranja

- **ReportViewer** – komponenta za prikaz reporta (notifikacija) generisanih na osnovu pravila u toku analize
- **RuleDB** (RDB) – lokalna baza pravila
- **SubsystemCentralDB**
 - **CentralRuleDB** (CRDB) – centralna baza pravila
 - **ReportDB** (NDB) – centralna baza izveštaja.

Deo sistema zadužen za detekciju svakog događaja u sistemu (**AccessControlMS**), šalje podsistemu detektovani **event** (**CentralServerManager**). **Event** se prosleđuje komponenti zaduženoj za detekciju prekršaja. DM vraća CSM-u listu uslova koji su prekršeni dotičnim događajem. Uslovi se zajedno sa **event**-om dalje šalju **AlgoritamManager** komponenti koja vrši određene analize. Sve prekršaje koje je detektovao, **AlgoritamManager** šalje CSM-u, koji prvo iz liste prekršaja izvuče imena svih pravila koja su prekršena i zatim ih zatraži iz baze. Nakon što pribavi pravila, šalje pravila zajedno sa prekršajima generatoru notifikacija. RG izgeneriše notifikacije i prosledi ih **ReportManageru** koji notifikacije sačuva u bazi. Kad se završi transakcija snimanja notifikacija, obaveštava se CSM da je analiza gotova.

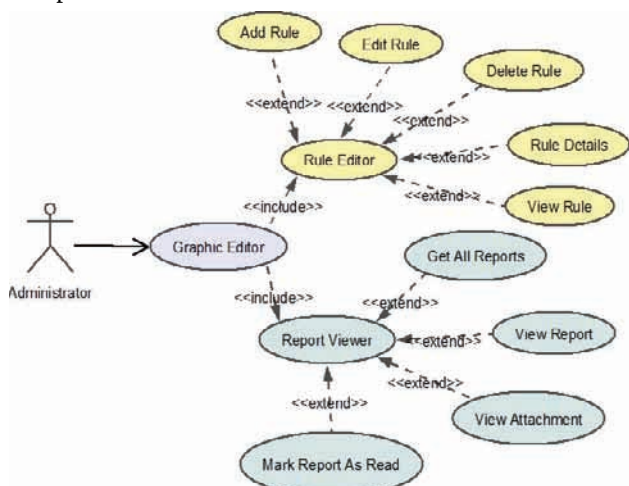
Grafički editor:



Slika 2. Dijagram komponenti grafičkog editora

Na slici 2. vidi se da je komponenta **GraphicEditor** u kompoziciji sa **RuleEditor**-om i **ReportEditor**-om. **ReportEditor** se koristi isključivo za pregled notifikacija i nijedna druga akcija manipulacije notifikacijama nije dozvoljena (brisanje ili izmena). Jedine akcije koje su administratoru dozvoljene su da učita notifikacije i markira notifikaciju kao pročitane.

RuleEditor komponenta se koristi kao osnovna komponenta za manipulaciju pravilima. Za editovanje i dodavanje novih pravila koristi se **RuleEditDialog** komponenta.



Slika 3. Dijagram slučajeva korištenja grafičkog editora

Use-case dijagram sa slike 3. definiše sledeće interakcije:

- preduslov: administrator je ulogovan i autorizovan i ovlašćen je da radi sa grafičkim editorom
- administrator pristupa grafičkom editoru
- administrator pristupa **RuleEditoru**
 - pregleda pravila
 - pregleda detalje pravila
 - dodaje novo pravilo
 - ažurira već postojeće pravilo
 - briše postojeće pravilo.
- administrator pristupa pregledu notifikacija
 - učitava notifikacije
 - pregleda detalje notifikacije
 - pregleda priloge notifikacije
 - obeležava notifikaciju kao pročitane.

4. ZAKLJUČAK

Podsistem za alarmiranje obezbeđuje automatska obaveštenja administratorima (zaduženim licima) sa informacijama o:

- zaključanim nalogima (**Account Lockout**-u): omogućena je automatska identifikacija problema, razlog postojanja i pomoć pri njegovom rešavanju:
 - nije potrebno da se korisnik sam javlja
 - nije potrebna analiza logova od strane administratora, da bi utvrdio da se desio **Account Lockout**
 - obezbeđene su informacije o **Account Lockout**-u: kada se desio, koji nalog, na kojoj mašini (računaru), kao i razlog zašto se desio (**event id**, **event description**)
- nedozvoljenim akcijama korisnika tj. učestalim pokušajima pristupa nedozvoljenim resursima. Akcije korisnika na koje nema pravo generišu izveštaj koji sadrži:
 - identifikaciju korisnika
 - vreme pokušaja pristupa
 - identifikaciju računara
 - kojim resursima je pokušao pristup.

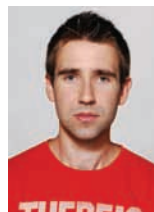
Podsistem sadrži i grafičku komponentu koja omogućava:

- definisanje pravila za alarmiranje, njihov pregled i izmene, i
- pregledanje poslednjih notifikacija (alarmi) koje su generisane pravilima alarmiranja.

5. LITERATURA

- [1] Ravi S. Sandhu, Edward J. Coynek, Hal L. Feinstein and Charles E. Youmank, *Role-Based Access Control Models*, IEEE Computer, Volume 29, Number 2, February 1996, pages 38-47
- [2] <http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc770749.aspx>, User Access Control
- [3] <http://technet.microsoft.com/>, Account Lockout
- [4] Pam Page, *Security Auditing A Continuous Process*, SANS Institute, May 2003
- [5] <http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc722404.aspx>, Event Logs, Windows Logs, Security Logs
- [6] www.eventreporter.com, EventReporter web site
- [7] www.gfi.com/lanselm, GFI LANguard Security Event Log Monitor web site
- [8] www.lakesidesoftware.com, Lakeside Systrack3 web site

Kratka biografija:



Ivo Dožanin rođen je 1988. godine u Somboru. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu upisao je 2007. godine. Bsc diplomu stekao je 2011. godine na usmerenju Prime-njene računarne nauke i informatika.

APLIKACIJA ZA PODRŠKU DALJINSKOG UPRAVLJANJA PROIZVODNOM ELEKTRIČNE ENERGIJE**POWER CONTROLLING SYSTEM APPLICATION**Uroš Lukić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisana je aplikacija za podršku daljinskog upravljanja proizvodnjom električne energije. Zadatak aplikacije jeste uspostavljanje komunikacije između softvera za upravljanje proizvodnjom električne energije i nadzorno upravljačkog sistema (električna skada). Aplikacija treba da obezbedi čitanje i upis podataka iz električne skade.

Abstract – The Paper presents the implementation of power controlling system application. Communication between the SCADA and the energy production software is established using the application. It provides data transfer to and from the SCADA.

Ključne reči: upravljanje proizvodnjom električne energije, berza električne energije, WCF

1. UVOD

Sistem koji upravlja proizvodnjom električne energije na osnovu cene električne energije na berzi može da se podeli na tri veće celine:

1. Berza električne energije
2. Softver za upravljanje proizvodnjom električne energije
3. Sistemi za proizvodnju električne energije.

Softver za upravljanje proizvodnjom električne energije je povezan sa berzom električne energije i sistemima za proizvodnju električne energije.

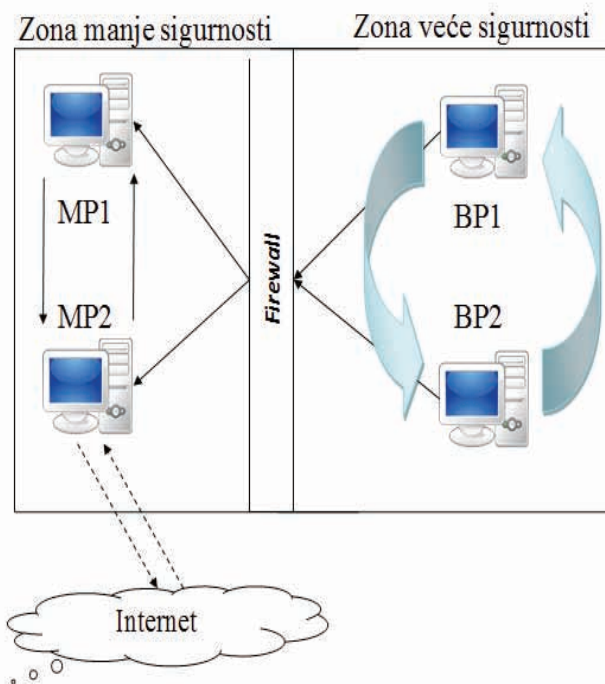
Na osnovu dobijenih podataka iz sistema za proizvodnju električne energije i stanja na berzi proračunava se optimalna, odnosno ekonomski najisplativija proizvodnja električne energije.

Ovakvim načinom upravljanja postiže se smanjenje troškova proizvodnje i pruža osnova za odluku da li električnu energiju treba proizvoditi u većoj količini nego što su zahtevi potrošača i višak prodati na berzi, ili, u slučaju male cene električne energije na berzi, zaustaviti proizvodnju i kupiti potrebnu količinu električne energije sa berze.

2. OPIS PROBLEMA

Potrebno je povezati sistem za proizvodnju električne energije koji nadgleda električna skada sa sistemom za upravljanje proizvodnjom električne energije. Da bi se povezali električna skada i softver za upravljanje proizvodnjom električne energije, potrebno je uspostaviti komunikaciju između ove dve strane. Komunikacija se odvija preko Interneta.

Električna skada poseduje veliku stabilnost i sigurnost u radu. Ona je podeljena u zonu visoke sigurnosti i zonu manje sigurnosti. Zona visoke sigurnosti zadužena je za upravljanje, dok zona manje sigurnosti služi za prikaz trenutnog stanja. Iz zone manje sigurnosti moguće je samo vršiti čitanje podataka, dok je iz zone veće sigurnosti moguće vršiti sve operacije nad podacima. Veća raspoloživost zone veće sigurnosti je postignuta tako što su procesi pokrenuti na dva računara, od kojih je jedan u aktivnom modu, dok je drugi računar u modu čekanja. U slučaju otkazivanja računara koji je u aktivnom modu, automatski se pokreće računar koji je na čekanju. Ovakvim načinom arbitracije omogućuje se minimalno vreme zastoja i neprestani rad električne skade.



Slika 2.1 Prikaz konfiguracije računara električne skade

NAPOMENA:

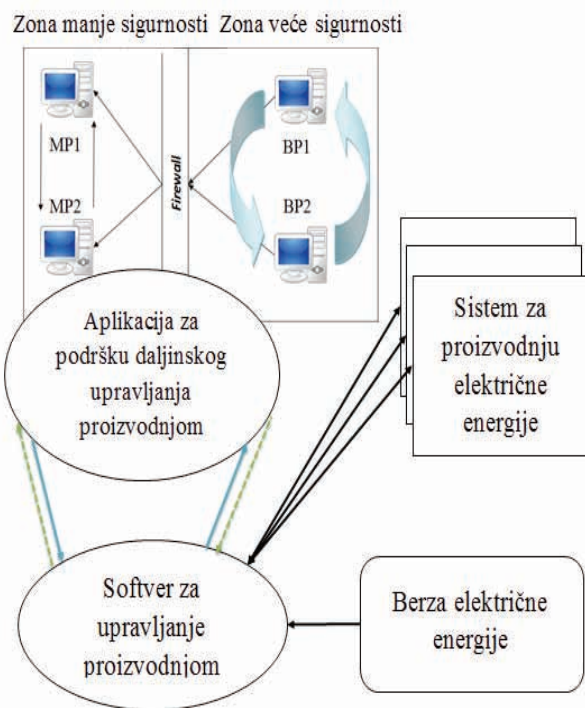
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miroslav Hajduković, redovni profesor.

Na slici 2.1 računarima su date oznake koje će biti korišćene dalje u tekstu. Računari BP1 i BP2 predstavljaju računare iz zone veće sigurnosti. MP1 predstavlja računar

koji služi za prikaz stanja električne skade i čitanje podataka iz nje, dok MP2 predstavlja računar koji se koristi za komunikaciju sa Internetom. Pune linije predstavljaju **tcp** tip konekcije, dok isprekidane line predstavljaju **http** konekciju prema Internetu. Smer strelice predstavlja smer u kome je moguće uspostaviti komunikaciju. Sa slike 1.1 vidi se da je moguće započeti komunikaciju iz zone veće sigurnosti ka zoni manje sigurnosti, ali da nije moguće započeti komunikaciju u obrnutom smeru.

Samo računar MP2 može da ostvari komunikaciju izvan električne skade, dok je ostalim računarima unutar nje to onemogućeno. Računari u električnoj skadi su umreženi i vidljivi su jedni drugima.

Zbog povezivanja električne skade i softvera za upravljanje proizvodnjom električne energije preko Interneta postoji opasnost narušavanja bezbednosti električne skade. Kako bi se rizik sveo na minimum, komunikacija se odvija preko računara MP2 koji ne sadrži podatke iz električne skade. U slučaju narušavanja sigurnosti Internet konekcije, računar MP2 se isključuje sa Interneta i time prestaje bezbednosna pretnja električnoj skadi, a da se pri tom njen rad nastavi nesmetano bez zastoja.



Slika 2.2 Uloga aplikacije za podršku upravljanja proizvodnjom električne energije

Između električne skade i softvera za upravljanje proizvodnjom električne energije potrebno je dodati aplikaciju (slika 2.2) koja će omogućiti komunikaciju između te dve strane.

Sa jedne strane aplikacija treba da bude u stanju da ostvari komunikaciju sa softverom za upravljanje proizvodnjom električne energije i razmenjuje poruke koje su unapred definisane, dok sa druge strane treba da ispoštuje ograničenja koja nameće električna skada. Aplikacija

treba da omogući čitanje i upis podataka u električnu skadu.

Aplikacija preko poruka dostavlja podatke iz električne skade, koji su potrebni za dalje proračune u okviru softvera za upravljanje proizvodnjom električne energije. Isto tako ona prima poruke od softvera za upravljanje proizvodnjom električne energije, radi upravljanja električnom skadom.

3. OPIS REŠENJA PROBLEMA

Softver za upravljanje proizvodnjom električne energije (u daljem tekstu softver za upravljanje) od aplikacije za podršku daljinskog upravljanja proizvodnjom električne energije (u daljem tekstu aplikacija) zahteva poruke na svakih 5 minuta, odnosno sat vremena, u zavisnosti o kom tipu poruke se radi, dok aplikacija od softvera za upravljanje preuzima podatke na svaki minut. Prekid komunikacije i zastoj u razmeni poruka ne ugrožava rad sistema, pa samim tim nije potrebno čuvati poruke čije je slanje prošlo neuspešno. Prekid u razmeni poruka ne bi smeo da traje više od tri sata.

Aplikacija treba da bude u stanju da primi 13 tipova poruka od kojih se 9 tipova poruka tiče dostavljanja podataka softveru za upravljanje, dok se 4 tipa poruke tiču upisa podataka u električnu skadu. Ovi tipovi poruka se razmenjuju tako što softver za upravljanje pošalje zahtev ka aplikaciji i čeka odgovor od aplikacije. Ako su u pitanju zahtevi za dobijanje podataka, onda se u odgovoru od aplikacije ka softveru za upravljanje nalaze traženi podaci. Kod poruka u kojima softver za upravljanje traži upis podataka, aplikacija šalje softveru za upravljanje kao povratnu poruku rezultat operacije upisa podataka. U slučaju neuspešnog upisa, u povratnoj poruci prema softveru za upravljanje nalazi se opis greške.

Aplikacija treba da omogući poziv 3 metode na strani softvera za upravljanje posredstvom tri tipa poruka. Komunikacija se odvija tako da aplikacija šalje zahtev softveru za upravljanje i od softvera za upravljanje očekuje odgovor. Jedan tip poruke sadrži podatke pomoću kojih se upravlja proizvodnjom električne energije, dok druga dva tipa poruka predstavljaju okidače i služe da se softver za upravljanje obavesti u slučaju narušavanja stanja električne skade.

Poruke su unapred definisane od strane softvera za upravljanje i razmenjuju se u **xml** formatu po **SOAP** protokolu. Komunikacija između aplikacije i softvera za upravljanje je sinhrona, što znači da se, pri slanju zahteva, odgovor čeka određeni vremenski period. Ako se u tom periodu ne dobije odgovor, smatra se da je razmena poruka prošla neuspešno. Zbog sinhorne komunikacije potrebno je da obrada pristigle poruke i slanje povratne poruke traje manje od maksimalnog vremena čekanja. Bezbednost Internet konekcije je obezbeđena preko **HTTPS** protokola. Uspostavljanje poverenja između softvera za upravljanje i aplikacije vrši se preko sertifikata koji je izdat od strane softvera za upravljanje.

Arhitektura električne skade je uslovila da se aplikacija sastoji iz tri modula.

1. Modul za komunikaciju (nalazi se na računaru MP2)
2. Modul za čitanje podataka (nalazi se na računaru MP1)

3. Modul za upis podataka (nalazi se na računarima BP1 i BP2).

Moduli su implementirani u **WCF framework**-u [1]. Svaki modul predstavlja jedan **WCF** servis [2]. Da bi se omogućio pristup **WCF** servisu [2], potrebno je definisati tačke pristupa. Jedan **WCF** servis [2] može da ima više tipova pristupnih tačaka. Svaka pristupna tačka ima interfejs preko kog se pristupa **WCF** servisu. Poruke koje se razmenjuju između servisa predstavljaju **data contract**-e. **Data contract** [2] je formalni sporazum između servisa i klijenta koji apstraktno opisuje koji podaci se razmenjuju. **Data contract** precizno definiše svaki ulazni parametar ili povratnu vrednost metode sa interfejsa. Podaci se, pri slanju, serijalizuju (pretvaraju u **XML** format), tako da je moguće razmenjivati poruke između različitih sistema.

3.1. Tokovi poruka

Modul za komunikaciju je zadužen za prijem pristiglih poruka od softvera za upravljanje i prosleđivanje poruka na odgovarajući modul, u zavisnosti da li se pristigla poruka odnosi na upis ili čitanje podataka iz električne skade. U slučaju kada se radi o čitanju podataka iz skade, zahtev iz pristigle poruke se presleđuje modulu za čitanje podataka gde se dalje obrađuje. Modul za čitanje po završetku obrade i prikupljanja traženih podataka vraća odgovor modulu za komunikaciju. Potom se dobijeni rezultati prosleđuju softveru za upravljanje. Kada se dobije poruka koja zahteva upis podataka u električnu skadu, pošto se ne može direktno proslediti modulu za upis, jer nije moguće uspostavljanje komunikacije ka zoni veće sigurnosti, poruka se smešta u red za čekanje. Tu se nalaze sve poruke koje čekaju da budu preuzete od strane modula za upis i upisane u skadu. Svaka poruka, pri stavljanju u red za čekanje, dobija jedinstveni identifikacioni broj. Modul za upis podataka ciklično proverava red za čekanje i preuzima sve poruke koje su na čekanju. Po završetku obrade poruke i upisa podataka, šalje se odgovor modulu za komunikaciju. Odgovor u sebi sadrži jedinstveni identifikacioni broj poruke kao i rezultat upisa (uspešan ili neuspešan upis; u slučaju neuspešnog upisa u odgovor se stavlja i greška koja se dogodila pri upisu). Nakon prijema odgovora od modula za upis, modul za komunikaciju na osnovu jedinstvenog identifikacionog broja pronalazi zahtev za upis od softvera za upravljanje i šalje rezultat upisa za taj zahtev. Potrebno je da celokupna obrada i vraćanje odgovora softveru za upravljanje ne traje duže od maksimalnog vremena čekanja na odgovor, koje iznosi jedan minut. Ukoliko se odgovor ne pošalje u roku od jednog minuta, softver za upravljanje smatra da je zahtev prošao neuspešno. Postoji još dva toka poruka. Jedan se javlja kada aplikacija šalje zahtev softveru za upravljanje za dobijanje podatka za upravljanje proizvodnjom. Kod ove komunikacije, pri uspešnom prijemu podataka od softvera za upravljanje, poruka se smešta u red za čekanje, odakle je preuzima modul za upis podataka. Po završetku upisa nije potrebno obavestiti softver za upravljanje o rezultatu upisa. Zahtev za ovu poruku se šalje na svaki minut. Drugi tok poruka predstavlja slanje trigera softveru za upravljanje. Trigger šalje modul za upis podataka kada određene vrednosti pređu dozvoljenu granicu u električnoj

skadi. Zbog nemogućnosti modula za upis podataka da pošalje trigger direktno softveru za upravljanje, poruka se šalje modulu za komunikaciju, odakle se prosleđuje softveru za upravljanje.

3.2 Modul za komunikaciju

Modul za komunikaciju je zadužen za prijem i slanje poruka po **SOAP** protokolu [3]. **SOAP** protokol [3] podrazumeva razmenu **xml** poruka koje imaju određenu strukturu. Radi toga je potrebno definisati **xsd** šeme sa opisom **xml** poruka koje se razmenjuju između softvera za upravljanje i modula za komunikaciju. Modul za komunikaciju predstavlja veb servis čije ponašanje se definiše pomoću **wsdl** fajla. U okviru **wsdl** fajla je definisana ulazna i izlazna **xml** poruka. Uz pomoć alata **WSCF.blue** na osnovu **wsdl** fajla i **xsd** fajlova se generiše klasa koja u sebi sadrži sve što je potrebno da bi se implementirao veb servis. U generisanoj klasi se nalaze apstrakne metode veb servisa (definisane u **wsdl** fajlu) koje je potrebno implementirati. Zbog modularnosti i smanjenja međusobne zavisnosti komponenti, svaka poruka, koja se prima od softvera za upravljanje, predstavlja deo koji je zaseban i može da radi nezavisno od drugih. To znači da svaka poruka ima definisan svoj **wsdl** fajl i svoju **xsd** šemu za ulaznu poruku. Povratna poruka je definisana preko zajedničke **xsd** šeme. Osmišljeno je da povratna poruka ima univerzalni deo koji će biti isti za sve poruke. Svaka poruka u sebi sadrži **ReturnCode** i **ReturnCodeDesc** polja koja označavaju rezultat obrade, odnosno da li je obrada poruke prošla uspešno ili neuspešno. U slučaju kad je obrada prošla uspešno, popunjava se polje **PayloadResponse**, koje u sebi sadrži rezultat obrade. Polje **ErrorStruct** se popunjava u slučaju neuspešne obrade i u njemu se nalaze greške koje su nastale tokom obrade.

Modul za komunikaciju razvijen je po principu malih nezavisnih delova. Izdvojene su logičke celine u kodu koje imaju smisla da stoje zasebno. Zamišljeno je da prijem i slanje jedne poruke predstavlja jednu celinu, koja se nalazi u zasebnom **dll** fajlu. **Dll** fajlovi, u kojima se nalazi implementacija prijema i slanja poruka, imaju zajednički prefiks u nazivu fajla. Modul za komunikaciju se pokreće preko izvršnog **exe** fajla. U električnoj skadi se nalazi proces monitor zadužen za pokretanje i zaustavljanje procesa, kao i za stanje pokrenutih procesa. Na osnovu izvršnog **exe** fajla pokreće se modul za komunikaciju na zahtev proces monitora. Modul za komunikaciju obaveštava proces monitor o svom stanju. Pri pokretanju, modul za komunikaciju dinamički učitava **dll** fajlove, zadužene za razmenu poruka. Da bi se ovo obezbedilo, bilo je potrebno da se implementira **MEF framework**. **Dll** fajlovi, koji se pokreću pri dinamičkom učitavanju, implementiraju određeni interfejs. Interfejs se sastoji iz dve metode, jedna je zadužena za pokretanje, a druga za zaustavljanje funkcionalnosti **dll** fajla.

3.2 Modul za čitanje podataka

Modul za čitanje podataka u sebi sadrži potrebne drajvere za konekciju na bazu. Razlog zašto je napravljen poseban modul, koji samo može da čita podatke, umesto da se kompletan rad sa podacima implementira u zoni veće bezbednosti, je što se modul za komunikaciju i modul za

čitanje podataka nalaze u istoj zoni, pa je komunikacija jednostavnija i manja je verovatnoća da slanje poruka prođe neuspešno. Na ovaj način je smanjeno opterećenje u kanalu koji se koristi za razmenu poruka između zona manje i veće bezbednosti.

3.3. Modul za upis podataka

Modul za upis podataka ima zadatak da upiše podatke, koje dobija od modula za komunikaciju, potrebne za upravljanje proizvodnjom električne energije. Modul za komunikaciju prima od softvera za upravljanje poruke koje u sebi sadrže podatke koje je potrebno upisati. On ih potom stavlja u red čekanja. Softver za upravljanje, pri slanju poruke za upis, ostavlja otvorenu konekciju prema modulu za komunikaciju i čeka na odgovor. Potrebno je da vreme odgovora o uspehu upisa bude manje od maksimalnog vremena čekanja softvera za upravljanje na odgovor. Pored poruka za upis, koje mogu stići od softvera za upravljanje, modul za komunikaciju periodično šalje zahtev softveru za upravljanje za dobijanje podataka za upis. Modul za upis podataka periodično proverava da li u redu čekanja ima poruka koje je potrebno upisati. Sve poruke koje se nalaze u redu čekanja se prezimaju nakon provere od strane modula za upis podataka. Pri preuzimanju poruka iz reda čekanja od strane modula za upis podataka, poruke se, na osnovu tipa, raspoređuju u liste koje sadrže iste tipove poruka. Zamišljeno je da za svaki tip poruke bude zadužen jedan proces. Izabran je ovakav pristup kako bi se obezbedilo minimalno vreme upisa. Pretpostavka je da će se jedna za drugom zahtevati upis različitih poruka, češće nego upis istih tipova poruka.

4. TESTIRANJE APLIKACIJE

Kod testiranja aplikacije prvo je testiran svaki modul pojedinačno, potom je testirana komunikacija između modula, a potom konačan test je obavljen uz pomoć programa **SoapUI** [4]. Kod poziva servisa kada sesija nije uspostavljena, vreme čekanja na odgovor je duže, nego kada je sesija uspostavljena. Vreme uspostavljanja sesije može da varira. Najduže zabeleženo vreme za uspešno dobijanje odgovora je 6514 ms, izmereno u trenutku uspostavljanja **HTTP** sesije. Nije primećena značajna razlika u čekanju na odgovor između **HTTP** i **HTTPS** veze. Vremena čekanja odgovora su mnogo manja od maksimalnog vremena čekanja, bilo da se radi o zahtevu za čitanje podataka ili zahtevu za upis podataka. Vreme čekanja odgovora kod neuspešnog upisa podataka iznosi 59.127 ms i manje je od maksimalnog vremena čekanja softvera za upravljanje koje iznosi 60.000 ms. U okviru testiranja nisu postojala kašnjenja na mreži, jer se testiranje vršilo u okviru jednog računara.

U toku testiranja simulirane su greške i ponašanje aplikacije u takvim slučajevima. Jedna od grešaka koja je simulirana, je greška koja može da nastane prilikom upisa. Greška je posledica predugog čekanja na upis. Softver za upravljanje određeno vreme čeka na odgovor pri slanju zahteva, nakon čega odustaje od čekanja i smatra da je komunikacija prošla neuspešno. Kako bi izbegli da se komunikacija završi bez odgovora od strane modula za komunikaciju, šalje se odgovor, koji u sebi

sadrži kod greške koji saopštava da je došlo do predugog čekanja na odgovor. Modul za komunikaciju obezbeđuje slanje ove greške tako što, pri prijemu zahteva od softvera za upravljanje, postavlja tajmer čiji je period kraći od maksimalnog čekanja softvera za upravljanje. Ukoliko modul za komunikaciju ne dobije odgovor do isteka tajmera od modula za upis podataka ili modula za čitanje podataka, u zavisnosti da li se radi o zahtevu softvera za upravljanje za čitanje ili upis podataka, šalje se poruka koja u sebi sadrži kod greške o predugom čekanju na odgovor.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisani su razvoj i integracija aplikacije za podršku daljinskog upravljanja proizvodnjom električne energije. Opisana je detaljno arhitektura aplikacije, kao i način na koji se odvija komunikacija za koju je ona zadužena. Komunikacija između softvera za upravljanje i električne skade preko aplikacije je sagledana sa strane bezbednosti i opisani su protokoli koji su korišćeni kako bi postigla bezbedna komunikacija. Detaljno su opisana potrebna podešavanja aplikacije sa stanovišta **WCF** servisa. Opisani su tokovi poruka kako između softvera za upravljanje i aplikacije, tako i interna komunikacija između modula aplikacije.

Prednost modularnog pristupa je deljenje odgovornosti između modula, radi lakšeg lociranja grešaka u radu. Kod modula za komunikaciju primenjen je **MEF framework** [5], čime je omogućeno jednostavno proširenje i mogućnost dodavanja novih poruka koje se razmenjuju, bez menjanja postojećeg sistema. Postignuta je visoka bezbednost komunikacije. Aplikacija nije prenosiva zbog potpune integracije u električnu skadu.

6. LITERATURA

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Communication_Foundation, **Windows Communication Foundation**
- [2] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms731079.aspx>, **Fundamental Windows Communication Foundation Concepts**
- [3] <http://en.wikipedia.org/wiki/SOAP> **SOAP**
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/SoapUI>, **SoapUI**
- [5] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd460648.aspx>, **MEF framework**

Kratka biografija:



Uroš Lukić rođen je 03.06.1988. godine u Novom Sadu. Završio je srednju elektrotehničku školu „Mihajlo Pupin“ u Novom Sadu 2007. godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je upisao 2007 godine. Ispunio je sve obaveze i položio sve ispite predviđene studentskim programom.

PRIMENA ALGORITMA ZA GRUPISANJE ČVOROVA GRAFA U PLANIRANJU OSNOVE ŠTAMPANE PLOČE**APPLICATION OF GRAPH CLUSTERING ALGORITHM IN PCB FLOORPLANING**Bojan Papić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U okvirima ovog rada je razvijen, implemetiran i testiran algoritam koji prikazuje graf sa čvorovima koji su particionisani po datim obeležjima, korišćenjem lučno-segmentiranog circular layout-a. Urađena je detaljna analiza rada algoritma, od procene njegove vremenske kompleksnosti do merenja vremena izvršavanja na različitim familijama grafova. Dat je kratak pregled osnovnih programskih alata koji su korišćeni za implementaciju algoritma. Razvijeni algoritam je primenjen kao prethodni korak u rešavanju problema određivanja planiranja osnove (floorplanning) rasporeda (placement) i ožičenja (routing) električnih komponenti na štampanoj ploči. Urađeni primer je detaljno opisan i komentaran, a dobijeni rezultati su upoređeni sa automatskim i ručno dobijenim rešenjem problema raspoređivanja i rutiranja komponenti.

Abstract – In this paper, algorithm for arc-segmented circular layout of a graph with nodes partitioned by given attribute was developed, implemented and tested. Detailed analysis of its performances and time complexity was given. Short overview of used programming tools for implementation of the algorithm was provided. Developed algorithm was applied as a pre-processing step in solving a problem of floorplanning, placement and routing of electrical components on printed circuit board. This case study was described and commented in detail and the results were compared to those of automatic placement and routing.

Ključne reči: algoritmi za prikaz grafa, algoritmi u projektovanju VLSI kola, grupisanje, planiranje osnove

1. UVOD

Pregledan prikaz konačnih grafova kao relacionih struktura je važan problem u mnogobrojnim inženjerskim problemima od interesa. Postoji mnoštvo različitih načina prikaza grafova u zavisnosti od tipa podatka i konteksta rešavanog problema. U inženjerskim primenama je u poslednje vreme od naročitog interesa grafovski prikaz izuzetno složenih ili kompleksnih konačnih relacionih struktura, sa stotinama hiljada čvorova, grana i/ili dodatnim obeležjima koja su pridružena čvorovima i granama grafa. Zadatak ovog rada jeste razvoj algoritma za prikaz (eng. layout) prostog bestežinskog grafa $G(V, E)$, čiji je skup čvorova V particionisan po izabranom obeležju na k podskupova $VP_1, \dots, VP_k$.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor doc. dr Staniša Dautović.

Razvijeni algoritam je implementiran u programskom jeziku Java.

U cilju olakšane implementacije, korišćeno je programsko okruženje Cytoscape [1], koje dobro podržava algoritamsko rešavanje grafovskih problema i rad sa kompleksnim grafovima (tj. grafovima sa veoma velikim brojem čvorova i grana). Analizirano je vreme rada razvijenog algoritma u najgorem slučaju, korišćenjem "veliko-O" notacije, u funkciji broja čvorova $|V|$ i broja particija k . Razvijeni algoritam je testiran na familijama grafova, i dobijeni rezultati su prikazani u funkciji broja čvorova $|V|$, broja grana $|E|$ i broja particija k . Razvijeni algoritam za prikaz klasterizovanih čvorova u geometrijskom 2D prostoru sa Euklidskom ili Menhetn metrikom, je primenjen kao prethodni korak (pre-processing) u rešavanju problema određivanja planiranja osnove (eng. floorplanning), rasporeda (eng. placement) i rutiranja (eng. routing) komponenti na dvoslojnoj štampanoj ploči (eng. printed circuit board, kratko PCB).

2. Algoritam za prikaz grupisanih čvorova grafa

Predloženi algoritam se sastoji od osnovnih koraka prikazanih pseudo kodom na slici 2.1. Primer rada algoritma je prikazan na slici 2.2.

Ulaz algoritma predstavlja lista čvorova, grana i vrednosti na osnovu kojih se određuje njihova pripadnost određenoj particiji. Izlaz predstavlja segmentirani cirkularni grafički prikaz grafa u 2D ravni.

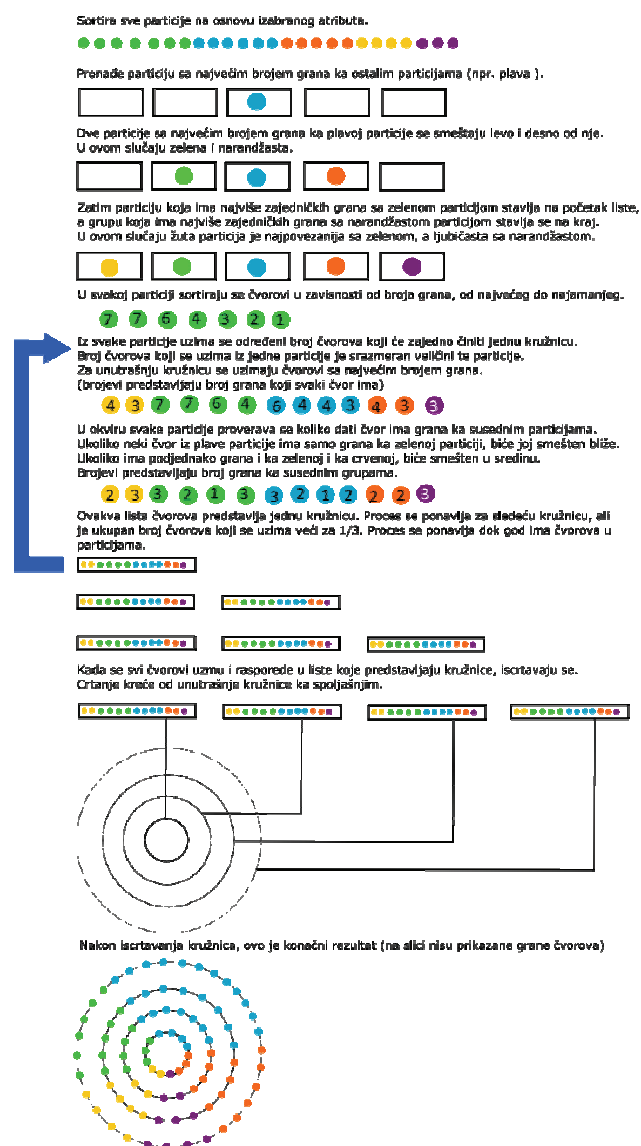
1. razvrstaj čvorove u particije na osnovu izabrane kategorije, broj_particija_čvorova= $|VP|$
2. **foreach** (VP_k) {
3. sortiraj čvorove iz particije VP_k prema stepenu čvora u nerastući niz
4. **foreach** (čvor iz VP_k) {
5. za datu particiju i za dati čvor izbroj grane ka svim ostalim particijama
6. maxParticija = pronadi particiju sa najviše grana ka ostalim particijama }
7. rasporedParticija = add.maxParticija
8. } //lista particija na osnovu međusobne povezanosti
9. **while** ($|VP| \neq 0$) {
10. rasporedParticija.addFirst
11. za PRVU particiju na listi nadi particiju sa kojom je najpovezanija i dodaje na POČETAK liste
12. rasporedParticija.addLast
13. za POSLEDNJU particiju sa liste nadi sledeću particiju sa kojom je najpovezanija i dodaje na KRAJ liste
14. (u prvoj iteraciji PRVA i POSLEDNJA particija je maxParticija) }
15. procenatParticije = izračunati koji procenat od ukupnog broja čvorova se nalazi u svakoj particiji
16. **while** (broj čvorova $\neq 0$) {

```

17. for(rasporedParticija){//računa broj čvorova iz date
particije koji ide za prvi prsten
18. brojČvorovaDateParticije = procenatParticije*
veličinaPrstena
19. for (particija.brojČvorovaDateParticije){
20. za dati čvor izbroj grane ka particijama sa leve i sa desne
strane i oduzmi ta dva broja
na osnovu rezultata, odredi poziciju datog čvora }
21. rasporedjene čvorove jedne particije stavi u listu koja
predstavlja prsten } // end outer for
22. konačnaListaPrstenova = add.prsten
23. veličinaPrstena += 1/3*veličinaPrstena } // end while
24. for (k=0; k<konačnaListaPrstenova.prsten.count; k++){
25. for(p=0; p<prsten[k].čvor; p++){
26. iscrtaj sve čvorove iz jednog prstena }
27. povećaj radijus sledećeg prstena }

```

Slika 2.1. Pseudo-kod razvijenog layout algoritma.



Slika 2.2. Primer rada algoritma

3. SOFTVERSKA IMPLEMENTACIJA

Predloženi algoritam je razvijen i testiran u *Cytoscape*-u [1]. *Cytoscape* je *open source* program koji je izdat 2002. godine kao bio-informatička platforma za vizualizaciju mreža molekularnih interakcija, bioloških putanja i za

integriranje ovih mreža sa anotacijama i drugim podacima. Iako je *Cytoscape* u početku bio namenjen istraživanjima u oblasti bio-informatike, sada se koristi kao softverski alat i opšta platforma za analizu i prikaz kompleksnih grafova i mreža. Ova integrisana platforma takođe omogućava korisnicima pun pristup izvornim fajlovima, i na taj način im pruža mogućnost implementiranja svojih funkcionalnosti, između ostalog i *layout* algoritama za grafove. Algoritam je implementiran u *Sun Java SDK 1.6*, na *Eclipse Classic 4.2.1* platformi na i5 procesoru, 4 GB RAM memorije pod Windows 7 operativnim sistemom, *Cytoscape* verzija 2.8.1.

4. Vremenska kompleksnost razvijenog algoritma

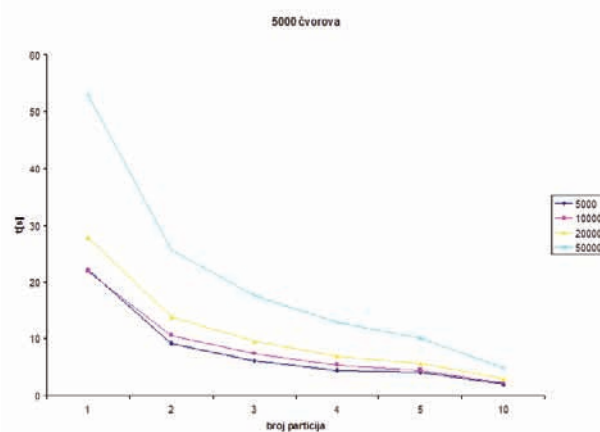
Kao mera vremenske kompleksnosti algoritma se uobičajeno podrazumeva vreme izvršavanja najgoreg slučaja rada algoritma, izraženo nezavisno od konkretne mašine na kojem je algoritam implementiran i u terminima neke mere veličine instance rešavanog problema (npr. dužine niza koji predstavlja ulaz) [2]. Vremenska kompleksnost najgoreg slučaja rada algoritma izražava se korišćenjem "veliko-O", notacije koja zanemaruje konstantne koeficiente i članove nižeg reda (tj. sporijeg rasta). Kada se izrazi na ovaj način, vremenska kompleksnost je opisana asimptotski (veličina ulaza teži beskonačnosti). Vremenska kompleksnost razvijenog algoritma iznosi:

$$T(n, k) = X * \frac{n^3}{k^2}$$

gde je $n=|V|$ broj čvorova grafa G , $X=\log_{4/3}(n-9)-7,6$ a k broj particija čvorova skupa V .

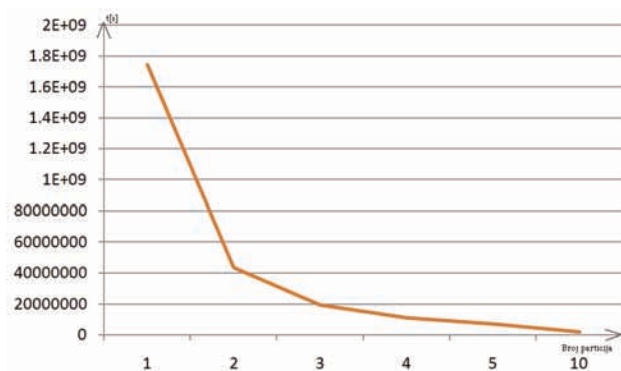
Korišćenjem ove funkcije i nizova vrednosti uređenih parova (n, k) dobijeni su grafici koji se poklapaju sa rezultatima dobijenim merenjem rada vremena algoritma nad različitim familijama grafova.

Na slici 3.1 je prikazan rezultat merenja vremena izvršavanja algoritma (izražen u sekundama) nad grafom sa $|V|=5000$ čvorova, sa brojem grana $|E|$ kao parametrom ($|E|=5K, 10K, 20K, 50K$), u funkciji broja particija k .



Slika 3.1 Rezultati merenja vremena rada algoritma nad familijom grafa sa $|V|=5000$ čvorova

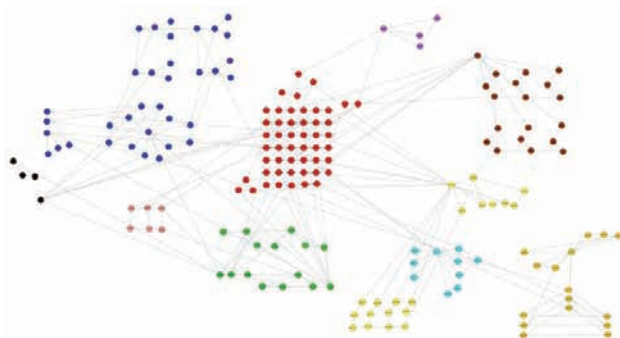
Ovakav grafik sa krivom koja opada sa porastom broja particija dobija se za sve test slučajeve familija grafova sa različitim brojem čvorova, ali i kada se iste vrednosti ubace u formulu vremenske kompleksnosti, što se može videti na slici 3.2.



Slika 3.2 Grafik dobijen na osnovu vremenske kompleksnosti u funkciji vremena (y osa) i broja particija (x osa)

5. Primena algoritma u rešavanju problema određivanja rasporeda komponenti na dvoslojnoj štampanoj ploči

Razvijeni algoritam je primenjen kao prethodni korak u rešavanju problema planiranja osnove, raspoređivanja i rutiranja komponenti na dvoslojnoj štampanoj ploči. Električno kolo koje je iskorišćeno za testiranje (case study) je upravljačka jedinica namenjena prikazu rada *HIL* emulatora pogona asinhronne mašine, rad koji je bio tema diplomskog *Bachelor* rada. Prvi korak je bio prevođenje net-lista iz električne šeme kola u Protel-u [3], u grafovski opis pogodan za ulaz *Cytoscape*-a (Slika 5.1).

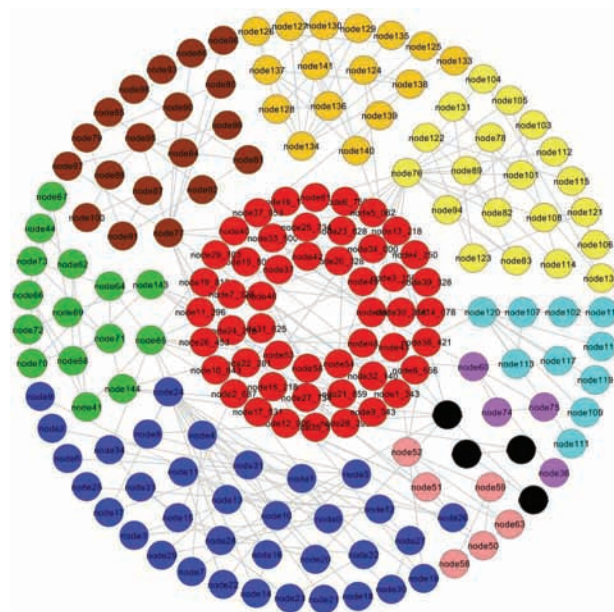


Slika 5.1 Graf u *Cytoscape*-u koji modeluje šemu električnog kola

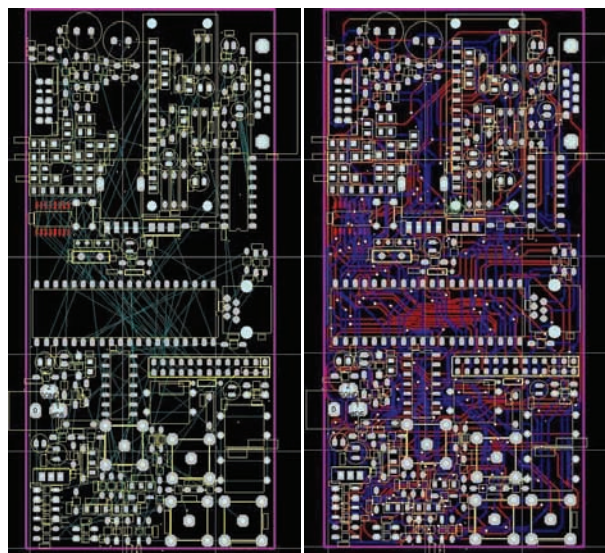
Na slici 5.2 je prikazan izgled kola koje je predstavljeno kao graf, čiji su particionisani čvorovi globalno raspoređeni korišćenjem razvijenog algoritma. Koristeći se ovim rasporedom, izvršen je raspored komponenti u Protel-u koji se može videti na slici 5.3.

Budući da je raspored koji je dobijen pomoću algoritma globalan i kružan, a oblik ploče na kojoj su raspoređene komponente pravougaonik, kao i da je veličina komponenti različita, detaljno raspoređivanje se mora ručno prilagoditi datom layout-u. Kako bilo, osnovne informacije su očuvane (globalni raspored i susednost modula).

Nakon raspoređivanja komponenti, pokrenuto je automatsko ožičavanje u Protel-u. Nakon završetka rada 100% net-ova je bilo uspešno ožičeno, a proces je završen za 1:36 (minut i 36 sekundi). Iz izveštaja koji daje dužinu svakog ožičenog net-a, dobijen je ukupan zbir koji iznosi 7 766 mm.



Slika 5.2 Layout prikaz grafa korišćenjem algoritma razvijenog u ovom radu



Slika 5.3. Izgled ploče nakon postavljanja i rutiranja

Poređenja radi, nad istim kolom je urađeno i Protel-ovo automatsko raspoređivanje i automatsko ožičavanje. Sam proces raspoređivanja je morao biti ponavljan nekoliko puta, zato što na zadatoj površini nije bilo moguće automatski rasporediti komponente, a da se mnoge od njih ne preklapaju.

Površina ploče je povećavana za 20%, 40% i 50% dok raspoređivanje konačno nije bilo uspešno (sa nekim manjim preklapanjima komponenti koja su ručno popravljena).

Nakon toga je pokrenuto automatsko ožičavanje sa sledećim rezultatima: 100% veza je bilo ožičeno, vreme trajanja je bilo 1:20 (minut i 20 sekundi), a ukupna dužina veza je iznosila 13 156 mm, što je znači da je dužina dobijena na ovaj način 70% veća, uz 50% povećanje površine štampane ploče.

6. ZAKLJUČAK

Iz dobijenih rezultata se može izvući zaključak da je korišćenjem razvijenog algoritma moguće postići dobre rezultate u procesu globalnog raspoređivanja i ožičavanja. U slučaju ručnog raspoređivanja komponenti i ručnog ožičavanja, dobijena dužina veza je iznosila 4 692 mm. Ovakav način daje bolje rezultate, ali uzimajući u obzir da sam raspored komponenti koji je dobijen ručno i koji je dobijen razvijenim algoritmom ne varira mnogo, možemo reći da razvijeni algoritam predstavlja odličnu osnovu u procesu dolaženja do dobrog i prihvatljivog rešenja. Ovaj zaključak proizilazi i iz činjenice da kada se komponente i veze učitaju u PCB gde se treba izvršiti raspoređivanje i ožičavanje, dobija se raspored u kome su komponente sortirane u redovima po klasi (npr. svi otpornici su u jednom redu, kondenzatori u drugom, integralna kola jedne vrste u trećem itd.).

Ovakav raspored ne daje nikakvu informaciju o pripadnosti komponente funkcionalnim celinama i podblokovima, niti o međusobnom odnosu tih celina, i time otežava postupak raspoređivanja. Korišćenjem razvijenog algoritma, proces dolaženja do rešenja se znatno ubrzava, kao i kvalitet dobijenog sub-optimalnog rešenja.

7. LITERATURA

- [1] Michael Smoot, Keiichiro Ono, Johannes Ruscheinski, Peng-Liang Wang, Trey Ideker, Cytoscape 2.8: new features for data integration and network visualization Bioinformatics. 2011 February 1; 27(3): 431–432. Published online 2010 December 12. Available online at: www.cytoscape.org/
- [2] Sipser, Michael (2006). Introduction to the Theory of Computation. Course Technology Inc.
- [3] Commercially available at: www.altium.com/

Kratka biografija:



Bojan Papić rođen je u Novom Sadu 1985. god. Diplomski-master rad odbranio je 2013. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – elektronika.

POTENCIJAL SEMBERIJE ZA DOBIJANJE ELEKTRIČNE IZ GEOTERMALNE ENERGIJE**POTENTIAL OF SEMBERIA TO PROVIDE ELECTRICITY FROM GEOTHERMAL ENERGY**Branko Bošković, Vladimir Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu dat je pregled geotermalnog potencijala na području Semberije. Opisano je pretvaranje geotermalne u električnu energiju korištenjem binarnog procesa. Urađen je projekat jedne geotermalne elektrane.

Abstract – The paper presents an overview of geothermal energy potentials in the area Semberia. The method of converting geothermal energy into electrical energy with binary principle has been described in details. A project of one geothermal plant is presented.

Ključne reči: Geotermalna energija, Geotermalne elektrane, Konverzija toplotne u električnu energiju, Binarni proces.

1. UVOD

U Evropi su postavljeni veoma visoki ciljevi u pogledu primene obnovljivih izvora energije i smanjenja emisije štetnih gasova. Geotermalna energija je jedna od najpogodnijih mogućnosti za ostvarenje tih ciljeva. Zbog toga je korišćenje ovog vida obnovljivog izvora energije za zagrevanje novih zgrada ušlo u zakonsku obavezu u nekoliko evropskih zemalja.

U Bosni i Hercegovini su urađena odgovarajuća ispitivanja kapaciteta geotermalne energije u pogledu količina, temperatura i dubinskih pozicija. Posebno interesantna oblast je severo-istočna regija, odnosno Semberija. Cilj rada je da ukaže na veliki potencijal, ali i nedovoljnu iskorišćenost geotermalne energije u Semberiji i predloži pravce mogućih poboljšanja.

2. GEOTERMALNA ENERGIJA

Geotermalna energija u Zemlji vodi poreklo još od nastanka naše planete pre 4,5 milijardi godina. Temperatura u središtu Zemlje je oko 6000°C i tamo se i dalje odvijaju termonuklearne reakcije.

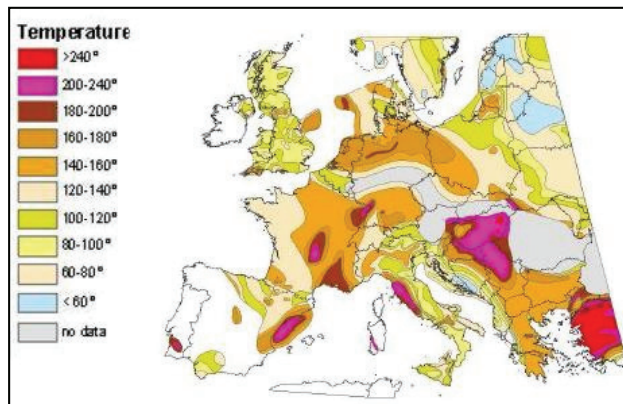
Toplota iz usijanog jezgra se kreće ka površini Zemljine kore. Nama je na raspolaganju samo mali deo te energije u površinskom delu dubokom do nekoliko kilometara. Radioaktivno raspadanje elemenata u stijenama konstantno regeneriše tu toplotu, pa je prema tome geotermalna energija obnovljivi izvor energije.

NAPOMENA:

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

Osnovni medij koji prenosi toplotu iz unutrašnjosti na površinu je voda ili para, a ta komponenta obnavlja se tako da se voda od kiša probija duboko po raspuklinama i tamo se onda zagrijava i cirkulira natrag prema površini, gdje se pojavljuje u obliku gejzira i vrućih izvora.

Potencijal geotermalne energije je ogroman, ima je 50000 puta više od sve energije koja se može dobiti iz nafte i prirodnog gasa širom svijeta. Geotermalni resursi nalaze se u širokom spektru dubina, od plitkih površinskih do više kilometara dubokih rezervoara vruće vode i pare koja se može dovesti na površinu i iskoristiti. Glavni nedostatak prilikom iskorištavanja geotermalne energije je da nema puno mjesta na svijetu koja su izuzetno pogodna za eksploataciju. Najpogodnija su područja na rubovima tektonskih ploča, tj. područja velike vulkanske i tektonske aktivnosti. Kao što se vidi sa slike 1, područje Zapadnog Balkana je bogato geotermalnom energijom i da potrebnu energiju treba tražiti u tom smjeru.



Slika 1. Temperature na 5 km dubine.

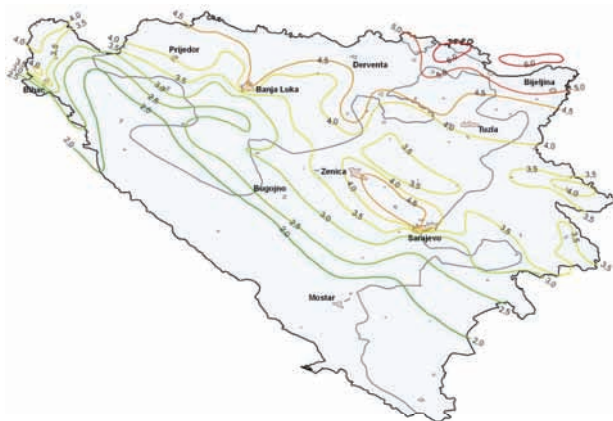
3. GEOTERMALNI POTENCIJAL BOSNE I HERCEGOVINE

Geotermalni gradijenti mogu se odrediti na temelju dva proračuna: na temelju mjerenja temperatura u dubokim bušotinama (napravljene radi istraživanja ili dobijanja ugljovodonika ili geotermalne vode) ili temperatura tla mjerenih na hidrometeorološkim stanicama.

U Bosni i Hercegovini geotermalni gradijenti su određeni na temelju mjerenja temperatura u dubokim bušotinama u Hrvatskoj (Ravni Kotari, Brač, Bruvno) i BiH (Glamoč, Vareš, Kakanj, Sanska Ilidža, Tuzla, Domaljevac, Vitanović i Dvorovi). Utvrđeno je da bušotine neravnomjerno pokrivaju područje BiH kako po dubini tako i po broju. Gradijenti se kreću u intervalu od

10,5°C/1000m (za dubinu od 4212 m) do 63°C/1000m (za dubinu od 1275 m) zbog čega je moguće izvršiti samo grubo zoniranje. Različiti su podaci o temperaturama, kao i gradijenti u sličnim strukturama na istim dubinama. Različite su dubine bušotina što onemogućuje međusobnu korelaciju. Hidrološke smetnje u gornjih 100-200 m iskrivljuju sliku gradijenta.

Uz prethodno navedeno, uzimajući u obzir geotermalne gradijente u Republici Hrvatskoj i sve ostale registrovane indikativne faktore koji utiču na veličinu geotermalnog gradijenta izrađena je karta geotermalnih gradijenata Bosne i Hercegovine. Vidljivo je da su sa stajališta geotermalnog gradijenta najperspektivnija područja uz rijeku Savu i srednjobosanski bazen slika 2.



Slika 2. Geotermalni gradijenti BIH

Prema temperaturnim gradijentima i toplotnoj provodljivosti koja je izračunata iz prosječne gustoće stijena, odnosno prosječne seizmičke brzine od površine do dubine mjerenja temperature, izračunavaju se snage uspravnog kondukcijskog toplotnog toka prema formuli:

$$q = K \times G \text{ (Wm}^{-2}\text{)} \quad (1)$$

gdje je G (Km^{-1}) temperaturni gradijent, a K ($Wm^{-1}K^{-1}$) toplotna provodljivost. Toplotni tok je geotermalni parametar i kriterijum geotermalne potencijalnosti. Prosječni toplotni tok geotermalno perspektivnog dijela Bosne i Hercegovine iznosi 60-100 mW/m^2 , što je više od evropskog kontinentalnog prosjeka koji iznosi 60 mW/m^2 . Toplinski tok Bosanske posavine i centralne Bosne iznosi od 64 do 90 mW/m^2 . Maksimalne vrijednosti toplinskog toka zabilježene su u Semberiji i okolini Bosanskog Šamca gdje su izračunate vrijednosti od oko 120 mW/m^2 .

4. GEOTERMALNA ENERGIJA SEMBERIJE

Geotermalni resurs Semberije otkriveni su 1957. godine poslije izrade istražne bušotine u Dvorovima kada je došlo do erupcije termalne vode sa temperaturom od 75°C nakon toga izbušene su još četiri duboke bušotine (Bijeljina, Dvorovi Dv-1, Popovi, Ostojićevo) kojom prilikom je konstatovano prisustvo stijenskih masa sa termalnom vodom (slika 3). Temperatura termalnih voda u nalazištima na području Semberije je od 60°C-130°C, a količina se procijenjuje kao termalni ekvivalent količini od oko 40 miliona tona nafte.



Slika 3. Pregled geotermalnih bušotina u Semberiji.

Dosadašnja primjena evidentnih resursa je međutim veoma skromna s obzirom da se u Dvorovima iz bušotine S-1 koristi samo 7 l/s termalnih voda pri čemu se 2/3 njene geotermalne energije baca u kanalizaciju jer nema potrošača koji bi tu energiju iskoristili. Prognozne vrijednosti temperature stenskih masa i geotermalnih fluida u izvedenim bušotinama Semberije i Brčanske su prikazane u tabeli 1.

Tabela 1. Prognoze vrijednosti temperature stenskih masa i geotermalnih fluida (°C).

Bušotina	Dubina (m)						
	500	750	1000	1500	2000	2500	3000
B-1	35,2"	34,5"	53,2"	67,6"	86,4"		
B-2	31,1"	41,2"	51,2"	71,3"	91,4"		
B-3	36,5"	49,2"	61,9"	87,4"	112,8"		
Po-3	34,8"	46,6"	58,5"	82,3"	106,0"		
C-1		50,6"	63,0"	88,3"			
Bij-1		49,8"	62,1"	81,5"	101,0"	123"	145"
Dv-1		52,6"	65,9"	92,3"	116,2"		

Programi, koji imaju za cilj veće korišćenje geotermalne energije na području Semberije, mogu se podeliti u tri oblasti:

- Efikasnije korišćenje postojećih geotermalnih izvora i bušotina
- Aktiviranje zapečaćenih bušotina
- Intenzivno korišćenje geotermalnih toplotnih pumpi

Prvi zaključak, kada je u pitanju područje Semberije, jeste da postoji dovoljan broj dubokih bušotina, ali da nisu ravnomerno raspoređene, odnosno da ne pokrivaju čitav prostor regije. Drugi zaključak je, da su izuzev Dv-1 i u bušotine u Slobomiru, sve ostale bušotine "nenamenske", pošto su bušene u cilju istraživanja nafte i gasa.

5. GEOTERMALNE ELEKTRANE

Geotermalne elektrane koriste vruću vodu i paru iz Zemlje za pokretanje generatora, pa prema tome nema sagorevanja fosilnih goriva i kao rezultat toga nema niti štetnih emisija plinova u atmosferu, ispušta se samo vodena para. Dodatna prednost je u tome što se takve elektrane mogu implementirati u najrazličitijim okruženjima, od farmi, osjetljivih pustinjskih površina pa sve do šumsko-rekreacijskih područja.

Trenutno se koriste tri osnovna tipa geotermalnih elektrana:

- Postupak suve pare (Dry steam)
- Sistem otparavanja (Fleš postupak, Flash steam)

- Binarni postupak (Binary cycle)

Proces koji će se koristiti kod izgradnje nove elektrane zavisi od geotermalnog izvora energije, tj. od temperature, dubine i kvaliteta vode i pare u odabranoj regiji.

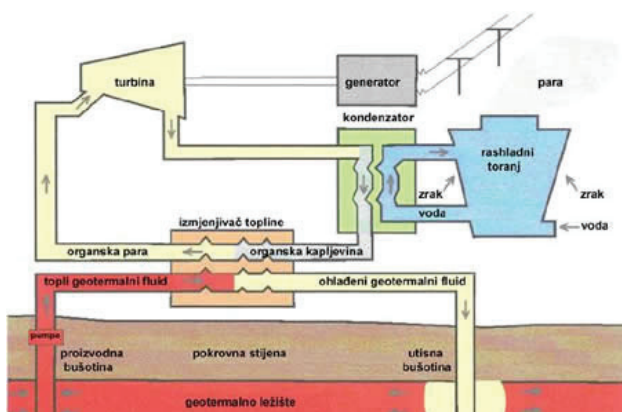
6. BINARNI PRINCIP RADA ELEKTRANE NA GEOTERMALNU ENERGIJU

Zbog temperature vode na bušotinama u Semberiji (koje dostižu vrednost nešto preko 90°C), jedino je moguće koristiti binarni tip elektrana za proizvodnju električne energije.

Geotermalne elektrane s binarnim procesom su, po termodinamičkom principu, najbliže termoelektranama na fosilna goriva ili nuklearnim elektranama kod kojih radni fluid izvodi stvarni zatvoreni ciklus. Radni fluid, odabran prema povoljnim termodinamičkim svojstvima (na pr. organska para), prima toplinu od geotermalnog fluida i isparava. Takav fluid sa većim pritiskom ekspandira u turbini. Kondenzuje se, te se vraća u isparivač pomoću napojne pumpe, i tako završava ciklus.

Kod binarnih postrojenja izmjenjivač toplote prenosi toplinu s geotermalnog fluida dobavljenog iz proizvodne bušotine u primarni krug na lako isparljivi radni fluid u sekundarnom krugu, kao što su halogeni ugljovodonici (npr. Freon, Frigen), propan, izobutan, pentan, amonijak. Taj je termodinamički ciklus poznat kao Organski Rankineov Ciklus (ORC).

Radni fluid u sekundarnom krugu isparava u isparivaču pomoću geotermalne toplote iz primarnog kruga. Para ekspandira prolaskom kroz turbinu (u ovom se slučaju često naziva «organska turbina»), koja je spojena s električnim generatorom slika 4. Para na izlazu turbine se kondenzuje u vodom ili vazduhom hlađenom kondenzatoru, a kondenzat se napojnom pumpom vraća u isparivač. Ohlađena geotermalna voda može se ispustiti u okolinu ili vratiti natrag u ležište bez isparavanja, što minimizira problem taloženja otopljenih minerala.



Slika 4. Šema rada binarne elektrane

Binarna postrojenja omogućavaju pretvaranje geotermalne toplote u električnu energiju iz nisko temperaturnih ležišta tople vode (tzv. vodom dominantnih ležišta) s temperaturom preko 85°C. Tipične jedinične snage su 1 – 3 MW. Tehnologija binarnih postrojenja se pojavljuje kao najisplativiji, najefikasniji i najpouzdaniji način za pretvaranje velikog broja nisko temperaturnih

izvora u električnu energiju, kojih je relativno dosta po svijetu.

7. PROJEKTOVANJE GEOTERMALNE ELEKTRANE U SEMBERIJI

Teren Semberije je vrlo pogodan za izgradnju geotermalne elektrane, ravničarski sa mnogo slobodnog građevinskog prostora koji se nalazi blizu grada. Izgradili bi 4 istražno-eksploatacione bušotine na lokacijama koje su dovoljno blizu lokaciji predviđene elektrane, i četiri utisne bušotine. Dubine tih bušotina ne bi trebale biti manje od 2500 m. Kao što smo rekli prethodno, zbog nedovoljne istraženosti terena moramo pretpostaviti vrijednosti temperature a i izdašnosti predviđenih bušotina. Neka realna procjena vrijednosti temperature fluida iz tih bušotina bi iznosila 140°C. Izdašnost fluida je mnogo teže za procijeniti, uzimajući u obzir primjere bušotina u okruženju uzimamo vrijednost od 50 l/s za jednu bušotinu. Što znači da je izdašnost četiri bušotine 200 l/s. Poznavajuće te vrijednosti možemo pristupiti proračunu za snagu i energiju.

Geotermalna voda temperature 140°C i protoka od 200 l/s ulazi u prvi izmjenjivač toplote elektrane gdje se temperatura smanjuje na 70°C, a nakon toga ulazi u drugi izmjenjivač toplote gdje izlazna temperatura arbitrarno iznosi 30°C. U ovom cirkulacijskom krugu toplota geotermalne vode koristi se direktnim načinom u svrhu grijanja stambenih objekata, i plastenika. S obzirom na utvrđenu količinu proizvodnje od 200 l/s i izlaznu temperaturu od 70°C u prvom i 30°C u drugom cirkulacijskom krugu, biti će prikazan proračun instalisane električne snage.

7.1. Prvi cirkulacioni krug proizvodnja električne energije Rankineovim binarnim procesom

Teoretska eksergetska snaga Rankineovog binarnog ciklusa, prema izrazu za maksimalan koristan rad:

$$P_{ex} = \frac{q_w \cdot c_{pg} \cdot (T_{gin} - T_{gout})^2}{2 \cdot T_{gout}} \quad (2)$$

gde je P_{ex} - eksergetska snaga geotermalnog fluida pri uslovima na ušću [kW_e]; q_w - maseni protok geotermalne vode [l/s]; c_{pg} - specifična toplota geotermalnog fluida pri zadanim uslovima, [$kJ/kg^\circ K$], T_{gin} - temperatura geotermalnog fluida na ulazu u izmjenjivač toplote [$^\circ K$]; T_{gout} - temperatura geotermalnog fluida na izlazu iz izmjenjivača toplote [$^\circ K$].

$$P_{ex} = \frac{200 \cdot 4,186 \cdot (413,15 - 343,15)^2}{2 \cdot 343,15} = 5977 \text{ kW}_e \quad (3)$$

Termodinamički stepen iskorištenja binarnog ciklusa (dio raspoložive toplotne energije pretvorene u električnu - prvi zakon termodinamike):

$$\eta_{cycle} = 0,102 = 10,2 \% \quad (4)$$

Ukupan stepen iskorištenja postrojenja (drugi zakon termodinamike):

$$\eta_{util} = 0,4108 = 41,08 \% \quad (5)$$

S obzirom na internu potrošnju električne energije binarnog postrojenja, potrošnju energije postrojenja za utiskivanje geotermalne vode u ležište, pumpnih stanica i ostalih gubitaka u ciklusu, potrebno je izraziti stvarnu instalisanu neto snagu. U odnosu na druge projekte smo procijenili postotke interne potrošnje, a u tabeli 2 izračunate su vrijednosti u kW_e.

Gotovo jedna trećina instalisane snage elektrane mora se utrošiti za potrebe injektiranja geotermalne vode natrag u ležište i rad postrojenja (za isporuku u mrežu ostaje ~4160 kW_e).

7.2. Drugi cirkulacioni krug proizvodnja - toplotne energije kaskadnim načinom korištenja

Toplotna snaga P_{heat} u drugom cirkulacionom krugu može se izraziti kao:

$$P_{heat} = q_g \cdot c_{pg} \cdot (\Delta T)_2 \cdot \eta_{he} \cdot (kW_t) \quad (6)$$

Tabela 2. Interna potrošnja binarnog ciklusa

	% ukupne instalisane snage	kW _e
Binarni ciklus	13,16	786,57
Pumpe za utiskivanje	12,11	723,81
Bušotinske pumpe	2,76	164,95
Pumpe za toplovod	0,79	47,21
Ostalo	1,58	94,43
Ukupno	30,40	1817

Uvrštenjem vrijednosti izlazne temperature na prvom izmjenjivaču toplote od 70°C i temperaturnog pada do 30°C, instalisana toplotna snaga drugog cirkulacionog kruga iznosila bi:

$$P_{heat2} = 31813,6 \text{ kWh}_t \quad (7)$$

U slučaju korištenja električne i toplotne energije u kaskadnom nizu do temperature od 30°C za dva cirkulaciona kruga, ukupno uštedjena količina prirodnog plina iznosila bi 26 425 087 m³.

8. ZAKLJUČAK

Budući da je procenjena totalna količina geotermalne energije koja bi se mogla iskoristiti znatno veća nego sveukupna količina energetske izvora baziranih na nafti, uglju i prirodnom gasu sabranih zajedno trebalo bi geotermalnoj energiji svakako pridati veću važnost.

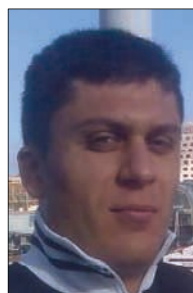
U Semberiji je geotermalna topla voda lako dostupna pa bi i njena primjena trebala da bude velika. Najlakša i najekonomičnija primjena je direktno korištenje geotermalne tople vode, sa obzirom da imamo neku srednju toplotu vode na izvoru. Moguća je primjena

pretvaranjem geotermalne energije u električnu, ako je temperatura i izdašnost zadovoljavajuća, ali su ulaganja mnogo veća. Sa obzirom da je Semberija poljoprivredni kraj i da ne postoji velika potreba za proizvodnjom električne energije, mnogo veći prosperitet geotermalna energija ima za zagrevanje staklenika, agrikulture, poslovnih i stambenih prostora. Takođe veliku ulogu bi mogle imati toplotne pumpe. Na ovaj način bi se uveliko smanjilo zagađenje, smanjila sječa šuma i dobilo na uštedi energije.

9. LITERATURA

- [1] V. Janković, "Kako iskoristiti skriveni potencijal Srbije", Jefferson Institute, Beograd, 2009. <http://www.jeffersoninst.org/ji/sites/default/files/Geotermalna%20energija.pdf>
- [2] http://www.izvorienenergije.com/geotermalna_energija.html
- [3] V. Simeunović i dr., "Akcioni plan o energetskej održivosti opštine Bijeljina" Bijeljina, 2011. http://www.sobijeljina.org/lat/409.akcioni_plan_o_energetskej_odrzivosti_opstine_bijeljina_seap.html
- [4] <http://www.obnovljivi.com/geotermalna-energija/69-nacini-pretvorbe-geotermalne-energije-u-elektricnu-energiju?showall=1>
- [5] Đ. Bašić i dr., "Istraživanja i definisanje geotermalnog potencijala na području opštine Bečej i mogućnost korišćenja u različite svrhe", Studija za Pokrajinski sekretarijat za energetiku i miner. sirovine, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2006. <http://www.psemr.vojvodina.gov.rs/index.php/studije/item/7-studije-potencijala-geotermalne-energije-u-apv>
- [6] T. Kurevija, M. Gregurić, "Eksergetska snaga Binarnog Rankine ciklusa na geotermalnom ležištu Kutnjak-Lunjkovec" Goriva i maziva, Vol.47, No.1, 2008, pp.6-33. <http://hrcak.srce.hr/21764>

Kratka biografija:



Branko Bošković rođen je u Sarajevu 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je maja 2013.god.



Vladimir A. Katić rođen je u Novom Sadu 1954. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1978. god., a doktorirao je na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu 1991 god. Od 2002. god. je redovni profesor Univerziteta u Novom Sadu. Oblast interesovanja su Energetska elektronika, Obnovljivi izvori električne energije i Kvalitet električne energije.

**JEDNO REŠENJE REALIZACIJE PROGRAMSKE PODRŠKE ZA ZAŠTITU
MULTIMEDIJALNOG SADRŽAJA POMOĆU DTCP-IP PROTOKOLA****ONE SOFTWARE SOLUTION FOR PROTECTION MULTIMEDIA CONTENT WITH
DTCP-IP PROTOCOL**

Rade Vulin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Rad prikazuje jedno rešenje realizacije programske podrške za zaštitu multimedijalnog sadržaja u kućnoj mreži. Programska podrška je zasnovana na DTCP-IP (Digital Transmission Content Protection - Internet Protocol) standardu koji je kreiran od strane DTLA (Digital Transmission Licensing Administrator) kao DRM (Digital Rights Management) za zaštitu sadržaja u kućnom okruženju. Programska podrška sadrži realizaciju prijemnog uređaja i uređaja koji je izvor sadržaja definisanih DTCP-IP specifikacijom. Cilj rada predstavlja upoznavanje sa DTCP-IP protokolom i opis realizacije celokupne programske podrške.

Abstract – Paper presents one implementation of software solution for protection of multimedia content in home network. Software solution is based on DTCP-IP (Digital Transmission Content Protection) standards, which are created by DTLA (Digital Transmission Licensing Administrator), as DRM (Digital Rights Management) for content protection in home environment. Software solution contains realization “sink” and “source” devices, which are defined in DTCP-IP specification. The goal of the paper is the introduction with DTCP-IP protocol and description of entire realization of software solution.

Ključne reči: AES-128, AKE, DLNA, DTCP-IP, RTT.

1. UVOD

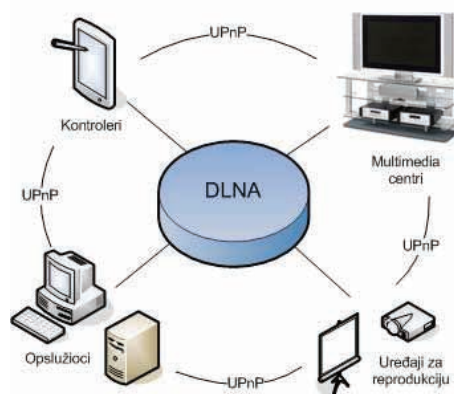
Sigurno najpoželjniji način praćenja multimedijalnog sadržaja predstavlja gledanje televizora. Postoje razni načini da se multimedijalni sadržaj sa personalnog računara prikaže na TV-u, međutim udaljavanje od TV prijemnika (tj. odlazak do računara i korišćenje miša i tastature) nije poželjno.

Zahvaljujući DLNA forumu [1], definisan je nov i savremen način deljenja, kontrole i reprodukcije multimedijalnog sadržaja u lokalnoj mreži, DLNA protokol stek. Na slici 1 prikazano je DLNA okruženje.

Međutim povećanjem zahteva potrošača došlo je do potrebe da se multimedijalni sadržaj zaštititi. Što više sadržaja ulazi u digitalni domen to potreba za zaštitom sadržaja postaje sve veća. Jedno od mogućih rešenja predstavlja upotreba DTCP-IP protokola.

DTCP predstavlja DRM (Digital Rights Management), tehnologiju upravljanja digitalnim pravima, koja za cilj

ima da ograniči razmenu sadržaja između kućnih digitalnih uređaja, uključujući DVD plejere i televizore, upotrebom šifrovanja sadržaja, koji se razmenjuje između uređaja. U teoriji ova tehnologija dozvoljava razmenu multimedijalnog sadržaja između različitih uređaja, ukoliko ti uređaji podržavaju DTCP standard [2].



Slika 1 Prikaz DLNA okruženja

DTCP standard se takođe naziva “5C” zaštita sadržaja, što upućuje na pet kompanija koje su kreirale DTCP, a to su Hitachi, Intel, Matsushita, Sony i Toshiba. Standard je prvobitno predložen u februaru 1998. kada je “5C” predstavio CPTWG (Copy Protection Technical Working Group). Ovih pet kompanija naknadno u junu 1998. godine uspostavljaju DTLA (Digital Transmission Licensing Administrator) kako bi pojednostavili proceduru dobijanja licenci i kako bi promovisale prihvatanje DTCP metode.

Zaštita sadržaja upotrebom utvrđenog algoritma sprečava korišćenje sadržaja u suprotnosti sa uslovima koji je propisao vlasnik sadržaja. Kriptografske tehnike predstavljaju osnovu zaštite sadržaja.

DTLA specifikacija opisuje ponašanje dva moguća uređaja a to su uređaj koji je izvor sadržaja (source) i uređaj koji je odredište sadržaja (sink). Pre razmene sadržaja ovi uređaji prolaze kroz proces autentifikacije i razmene ključeva. Prilikom autentifikacije uređaji mogu da razmene RTT (Round Trip Time) i SRM (System Renewability Messages) poruke.

Ukoliko su uređaji uspešno izvršili autentifikaciju i razmenu ključeva prelazi se na razmenu sadržaja. Sadržaj se šifrjuje na izvoru sadržaja, odnosno dešifrjuje na uređaju koji je odredište sadržaja. Šifrovanje odnosno dešifro-

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Ištvan Pap, docent.

vanje se vrši upotrebom AES-128 (Advanced Encryption Standard) standarda.

Programska podrška za zaštitu multimedijalnog sadržaja obezbeđuje sve potrebne funkcionalnosti koje propisuje DTCP-IP standard i realizovana je kroz DTCP-IP biblioteku. DTCP-IP biblioteka ima definisanu slojevitú strukturu. Sastoji se od tri osnovna sloja a to su API sloj, sloj radnih okvira i sloj servisa.

Celokupna programska podrška napisana je pomoću C programskog jezika i uspešno je prošla testiranje sa alatima koje je obezbedila DTLA organizacija.

2. OSNOVNA STRUKTURA ZAŠTITE SADRŽAJA

Rešenje zaštite sadržaja koristi kombinaciju raznih tehnika i mehanizama za zaštitu sadržaja kako bi se sprečilo korišćenje sadržaja u suprotnosti sa uslovima propisanim od vlasnika sadržaja [3]. Mehanizmi zaštite imaju formu kriptografskih protokola tako da se sadržaj razmenjuje u šifrovanom obliku. Dešifrovanje sadržaja moguće je samo uz upotrebu odgovarajućih ključeva. Pristup ključevima i drugim potrebnim podacima, neophodnim za dešifrovanje zaštićenog sadržaja, imaju samo uređaji koji poseduju licencu. Licenca je pravni instrument za sprovođenje uslova pod kojima se obezbeđuje pristup sadržaju. Tehnike zaštite sadržaja su veoma efikasne i veoma je teško uspeti zaobići ih. Primena kriptografskih tehnika obezbeđuje osnov za uspešnu zaštitu sadržaja, dok efikasno licenciranje obezbeđuje izvršenje same zaštite.

3. TEHNIČKI ELEMENTI

DTLA specifikacija opisuje ponašanje dva moguća uređaja koji učestvuju u razmeni sadržaja. Opisuje se ponašanje uređaja koji je izvor sadržaja (source) i uređaja koji je odredište sadržaja (sink). Prvo se pristupa autentifikaciji uređaja a zatim se sadržaj na izvoru šifrúje. Nakon toga moguće je da se sadržaj razmeni između izvora i uređaja koji je odredište sadržaja. Uređaj koji je odredište sadržaja dešifrúje primljeni sadržaj i time je ramena sadržaja kompletirana.

3.1. Autentifikacija i razmena ključeva

Autentifikacija i razmena ključeva (AKE - Device Authentication and Key Exchange) podrazumeva proveru autentičnosti povezanih uređaja pre nego što dođe do razmene informacija tj. sadržaja. Da bi se osiguralo da samo licencirani uređaji imaju pristup zaštićenom sadržaju, potrebna su tehnička sredstva koja proveravaju ovlašćenja uređaja, tj. proveravaju da li uređaj poseduje licencu. Ovo se postiže tako što onaj koji daje licencu za tehnologiju zaštite sadržaja (DTLA), obezbedi tajne vrednosti koje su dostupne samo uređajima koji poseduju licencu. Ove tajne vrednosti se implicitno ili eksplicitno proveravaju u procesu pristupa zaštićenom sadržaju.

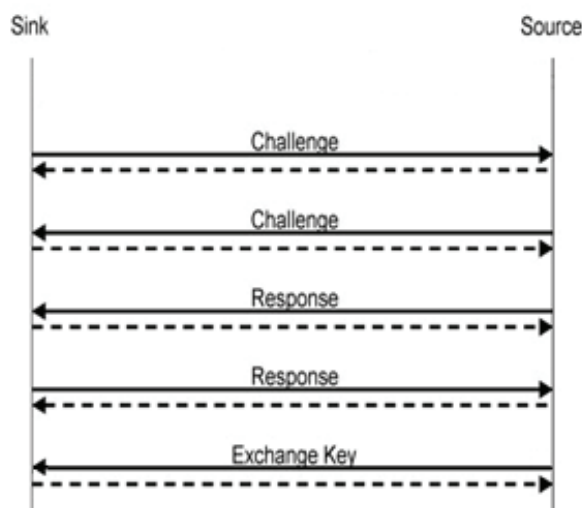
Primer implicitne provere predstavlja izračunavanje i korišćenje tajne vrednosti koju jedino mogu da izračunaju usaglašeni licencirani uređaji.

Licencirani uređaji ne moraju biti samo samostalni fizički uređaji kao što je televizor ili set-top box, to može biti i aplikacija koja radi na personalnom računaru. Kako bi se ispunili strogi zahtevi industrije i realne potrebe personalnih računara i korisnika potrošačke elektronike,

razvijena su dva načina autentifikacije, potpuna autentifikacija (Full) i ograničena autentifikacija (Restricted). Rad opisuje jedno rešenje realizacije programske podrške za zaštitu sadržaja u kom je realizovana podrška za potpunu autentifikaciju (Full Authentication).

Autentifikacija uređaja i razmena ključeva sastoji se iz nekoliko koraka koji su prikazani na slici 3. Počinje tako što odredišni uređaj šalje "Challenge" poruku ka izvoru sadržaja. "Challenge" porukom odredišni uređaj započinje AKE. U ovoj poruci šalje se slučajna vrednost [4].

Kada je poruka primljena, izvor sadržaja šalje odgovor na "Challenge" poruku tj. obaveštava odredišni uređaj da je poruka primljena. Zatim izvor sadržaja takođe šalje ka odredišnom uređaju "Challenge" poruku sa slučajnom vrednošću i odredišni uređaj ga obaveštava odgovorom da je poruka primljena. Na osnovu prosleđenih slučajnih vrednosti na obe strane obrađuju se podaci. U sledeća dva koraka AKE-a izvor i odredišni uređaj razmene "Response" poruke, kao i odgovore u kojima obaveštavaju suprotnu stranu da su poruke uspešno primljene. "Response" poruke sadrže podatke izračunate na osnovu razmenjenih slučajnih vrednosti i na svakoj strani se vrši provera ovih vrednosti.

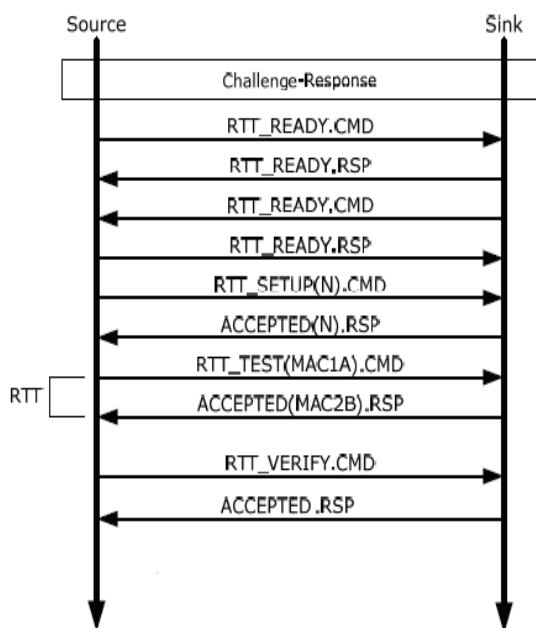


Slika 2 Razmena komandi u AKE-u

Ukoliko je sve u redu to znači da je autentifikacija uređaja uspešno obavljena i AKE se nastavlja dalje odnosno prelazi se na razmenu ključeva. Razmena ključeva (Key Exchange) sastoji se u tome što izvor sadržaja pošalje ka odredišnom uređaju "Exchange Key" poruku koja sadrži ključ na osnovu kog se vrši dešifrovanje sadržaja. Programska podrška u zavisnosti od potrebe može da uključi i razmenu RTT poruka (Round Trip Time). Na Sl.4 je prikazana razmena poruka prilikom RTT procedure.

RTT procedura se odvija ukoliko je "Challenge-Response" povezivanje uspešno završeno [5]. Prilikom RTT procedure određuje se vreme koje protekne od momenta kada izvor sadržaja pošalje poruku, do momenta kada je na izvoru primljena poruka, koja potvrđuje prijem poslate poruke na odredišnom uređaju, prikazano na slici 3.

Ukoliko je ovo vreme duže od sedam milisekundi razmena sadržaja se prekida.



Slika 3 Razmena komandi u RTT proceduri

Programska podrška uključuje mogućnost razmene i obrade SRM (System Renewability Messages) poruka koje kreira DTLA. Ukoliko se ID uređaja nalazi u CRL-u sa njim se odmah prekida komunikacija odnosno razmena podataka. SRM poruke se razmenjuju između uređaja ukoliko se ustanovi da jedan od uređaja ima noviju verziju ili noviju generaciju iste verzije SRM poruke. Ove poruke se koriste kako bi se obezbedio dugoročni integritet sistema.

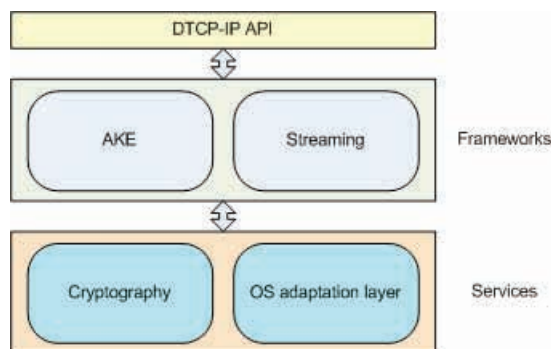
3.2. Šifrovanje i dešifrovanje

Šifrovanje se koristi kako bi se sprečio neovlašćen pristup zaštićenom sadržaju. Dešifrovanje bi trebalo da bude moguće samo uređajima koji su kroz autentifikaciju potvrdili da poseduju licencu. Nakon autentifikacije i razmene ključeva uređaji su spremni da razmene sadržaj. Uređaj koji je izvor sadržaja vrši šifrovanje sadržaja upotrebom AES-128 (Advanced Encryption Standard) standarda za šifrovanje. Koji koristi kreiran ključ veličina 128 bita [6]. Nakon šifrovanja sadržaj se šalje i uređaj koji je odredište sadržaja prima šifrovan sadržaj. Sadržaj se dešifruje upotrebom istog AES-128 standarda, koji koristi ključ za dešifrovanje dobijen prilikom AKE-a. Ovim je sadržaj uspešno i sigurno razmenjen.

4. OPIS I REALIZACIJA PROGRAMSKE PODRŠKE

Programska podrška za zaštitu multimedijalnog sadržaja obezbeđuje sve potrebne funkcionalnosti koje propisuje DTCP-IP standard. Upotrebu ovih funkcionalnosti omogućava DTCP-IP biblioteka. Biblioteka je kreirana tako da je veoma lako ugraditi u već postojeće sisteme programske podrške. DTCP-IP biblioteka ima definisanu slojevitou strukturu koja je prikazana na slici 4. Kompletna struktura je podeljena u tri glavna sloja. API sloj sadrži

funkcionalnosti biblioteke koje su dostupne korisnicima. Zatim sloj radnih okvira (Frameworks), koji sadrži implementaciju specifičnih DTCP-IP funkcionalnosti. U ovom sloju su implementirana dva karakteristična radna okvira. "AKE" radni okvir ,koji sadrži implementaciju DTCP-IP AKE podrške, i "Streaming" radni okvir, koji sadrži implementaciju HTTP (Hypertext Transfer Protocol) i RTP (Real-time Transport Protocol) strimovanja.



Slika 4 DTCP-IP struktura

Sloj servisa (Services) sadrži osnovne funkcionalnosti potrebne za rad prethodno definisanih radnih okvira. Implementirana su dva karakteristična servisa. Servis kriptografije (Cryptography) sadrži kriptografske primitive potrebne za DTCP-IP i OS adaptacioni sloj (OS Adaptation Layer) koji sadrži specifične servise operativnog sistema potrebne DTCP-IP biblioteci. Postoje tri grupe zavisnosti na osnovu kojih se izgrađuje biblioteka.

4.1. Standardna C biblioteka

Celokupna programska podrška napisana je pomoću C programskog jezika sa ciljem da bude lako prenosiva na druge platforme. Korišćena je standardna C biblioteka libc. Može se prevesti sa bilo kojim prevodiocem koji je C99 kompatibilan.

4.2. Operativni sistem

DTCP-IP biblioteka radi u višenitnom okruženju. Prilikom testiranja realizovana je na Linux operativnom sistemu, korišćene su biblioteke libpthread, librt i libcrypto. Međutim veoma jednostavno se može preneti na druge operativne sisteme koji imaju podršku za vremensku kontrolu, vremenske markere (rezolucija u milisekundama), niti i kritične sekcije. DTCP-IP biblioteka zahteva BSD (Berkeley sockets) utičnice (sockets) za mrežnu (IP) komunikaciju.

4.2. Kriptografija

DTCP-IP funkcionalnosti su bazirane na kriptografskom sistemu eliptične krive (ECC - Elliptic Curve Cryptography). Za ovu svrhu se koristi OpenSSL biblioteka (libcrypto), koja je statički uvezana sa ostatkom programske podrške. Minimalna zahtevana verzija OpenSSL biblioteke je 1.0.0. [7]. Ukoliko u sistemu postoji fizički realizovan AES-128 za šifrovanje u programskoj podršci je implementirana podrška za njegovu upotrebu. Biblioteka ima male memorijske

zahteve. Prevedena na x86, sa statički uvezanom OpenSSL bibliotekom zauzima 156 kB na disku.

5. TESTIRANJE

Svaki modul programske podrške testiran je pojedinačno i za svaki modul je implementiran poseban interni test. Svi kriptografski alati koji se koriste prošli su interno testiranje. Funkcionalnost kompletnog sistema testirana je pomoću aplikacija koje koriste DTCP-IP biblioteku i simuliraju ponašanje uređaja koji je izvor sadržaja odnosno uređaja koji je odredište sadržaja. Upotreba ovih aplikacije omogućila je interno testiranje programske podrške tako što su multimedijalni sadržaji različitih formata zaštićeni pomoću uređaja koji simulira ponašanje izvora sadržaja i uspešno preuzeti pomoću uređaja koji simulira ponašanje odredišta sadržaja. Programska podrška je prošla testiranje LPTT (Link Protection Test Tool) alatom koji je obezbedila DLNA organizacija za testiranje DLNA programske podrške sa ugrađenom zaštitom sadržaja upotrebom DTCP-IP programske podrške. Ovim je potvrđeno da programska podrška za DTCP-IP ispunjava sve odrednice definisane DTLA specifikacijom.

6. ZAKLJUČAK

U radu je prikazana realizacija programske podrške za zaštitu multimedijalnog sadržaja pomoću DTCP-IP protokola. Realizacija u potpunosti ispunjava sve odrednice definisane DTLA specifikacijom, što je potvrđeno testiranjem LPTT alatom. Celokupna programska podrška napisana je pomoću C programskog jezika i posebna pažnja je posvećena prilagođavanju programskog koda brojnim platformama. Dalji razvoj zasniva se na proširivanju programske podrške dodacima, koje predviđa proširena DTLA specifikacija, koja se naziva DTCP+.

7. LITERATURA

- [1] DLNA, *Digital Living Network Alliance*, <http://www.dlna.org/>
- [2] DTCP, *Digital Transmission Content Protection*, http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Transmission_Content_Protection
- [3] M. Reply, C.B.S. Traw, S. Balogh, M. Reed, "Content Protection in the Digital Home", vol 6, 15. Nov, 2002, Intel Tehnology Journal http://www.intel.com/technology/itj/2002/volume06issue04/art05_protection/vol6iss4_art05.pdf
- [4] *Digital Transmission Content Protection Specification (Informational version)*, vol 1, 14. Dec 2011 <http://www.dtcp.com/documents/dtcp/info-20111214-dtcp-v1-rev-1-p-7.pdf>
- [5] *DTCP 1394 Additional Localization*, vol 1, Supplement F (Informational version), 15 Jun 2011, <http://www.dtcp.com/documents/dtcp/info-20070615-dtcp-v1sf-rev-1-p-0.pdf>
- [6] *Advanced Encryption Standard*, http://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_Encryption_Standard
- [7] OpenSSL, <http://www.openssl.org/>

Kratka biografija:



Rade Vulin rođen je u Novom Sadu 1987. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – telekomunikacije i obrada signala, odbranio je 2013 .god.

REALIZACIJA OSCILOSKOPSKE FUNKCIJE NA EMULATORU ENERGETSKE ELEKTRONIKE**SCOPE FUNCTION IMPLEMENTATION ON POWER ELECTRONICS EMULATOR**Toni Gualtieri, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu dat je kratak pregled postojećih osciloskopskih rešenja, kao i realizacija osciloskopske funkcije na emulatoru energetske elektronike. Performanse i tačnost osciloskopske funkcije proveravane su uz pomoć digitalnog osciloskopa MSO2014 firme Tektronix. Softver je realizovan uz pomoć programskog jezika Python.

Abstract – This paper provides a brief overview of the existing oscilloscopes, and the implementation of the scope functionality on power electronics emulator. The performance and accuracy of the implemented oscilloscope function were checked with Tektronix MSO2014 DSO. The software is realized in Python.

Ključne reči: Osciloskop, HIL, emulator, Python

1. UVOD

U poslednjih nekoliko godina porast globalizacije i brz razvoj nauke doprinose ubrzanoj industrijalizaciji. Kao posledica enormno se povećala potrošnja energije i nastaju problemi.

Da bi se problemi u nekoj meri rešili, u poslednjih nekoliko godina se intenzivno vrše istraživanja vezana za alternativne izvore energija. Razvoj pretvarača i postrojenja za obnovljive izvore energije (farma solarnih panela, vetrogeneratora) zahteva velike investicije, puno vremena, znanje i ogromnu pažnju. Samo testiranje na pravom hardveru je dugotrajan i opasan proces, pa je samim tim preporučljivo da se koristi drugačiji način za isti.

Razvoj silicijumske tehnologije i mikroprocesorskih sistema omogućio je prelazak sa analognih na digitalne kontrolere energetske elektronike. Digitalni kontroleri zasnovani na procesorskim sistemima omogućavaju implementaciju sve složenijih algoritama za upravljanje energetskim pretvaračima, motorima, generatorima i sl. Što su algoritmi upravljanja složeniji, implementirani softver je veći i složeniji i samim tim je podložan greškama (eng. bugs). Kao što je već rečeno testiranje kontrolera energetske elektronike na pravom hardveru je izuzetno skupo, opasno. Iz tog razloga nastaju simulatori kao što je serija simulatora Typhoon HIL. Pomenuti simulatori/emulatori omogućavaju testiranje realnih kontrolera energetske elektronike u realnom vremenu na ubrzanju i smanjuju finansijske troškove razvoja. Glavna

prednost je u tome, što kontroleri ne primećuju razliku da li upravljaju pravim hardverom ili modelovanim hardverom unutar simulatora.

Da bi se stekao uvid u stanje šta se zapravo dešava na sistemu, neophodna je upotreba osciloskopa. Osciloskopi su instrumenti, koji služe za prikaz električnih signala. U većini slučajeva grafik na osciloskopu prikazuje kako se signal menja tokom vremena. Kod klasičnih osciloskopa Y osa predstavlja napon, dok X osa predstavlja vreme. Korisnik osciloskopa može da sazna mnogo informacija o posmatranom signalu, neki od njih su :

- Kako se signal menja tokom vremena
- Frekvencija signala
- Amplituda signala
- AC, DC komponente

U početku su se koristili osciloskopi bazirani na katodnim cevima, međutim razvojem elektronike, brzih integrisanih kola, porastom kompleksnosti sistema neophodno je koristiti DSO (eng. Digital Storage Oscilloscope). DSO imaju mogućnost snimanja signala u poseban fajl, što se kasnije može pregledati na računaru. Iz tog razloga DSO je pogodniji za posmatranje kako periodičnih, tako i ne periodičnih signala.

2. O HIL-u

Sa upotrebom HIL (eng. *Hardware-in-the-Loop*) simulacija najpre su počele avio industrije. Razlog za razvojem i korišćenjem HIL procesa leži u nižim cenama i bržem razvoju kompleksnih sistema.

2.1. Zašto HIL?

Kao što je već rečeno, glavna uloga HIL-a je da se kontroler testira pre nego što se izvrši implementacija u pravi hardver. Simulacije u realnom vremenu omogućuju, da se fizički sistem zameni matematičkim modelom dizajna [1]. Ako je matematički model simulacije identičan onome koji se nalazi na kontroleru, tada postoji mogućnost da se uz pomoć samog simulatora izvrše fina podešavanja parametara na kontroleru. Prednosti upotrebe HIL-a:

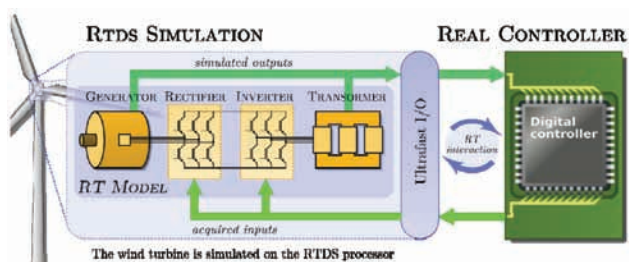
- Niže cene testiranja i razvoja
- Kraće vreme testiranja i razvoja
- Sigurnost tokom testiranja

Ako je matematički model simulacije identičan onome koji se nalazi na kontroleru, tada postoji mogućnost da se uz pomoć samog simulatora izvrše fina podešavanja parametara na kontroleru.

Na slici 1 prikazana je blok šema simulacije vetrogeneratora u realnom vremenu pomoću pravog kontrolera. Komunikacija između kontrolera i HIL-a je bazirana na veoma brzom I/O magistrali.

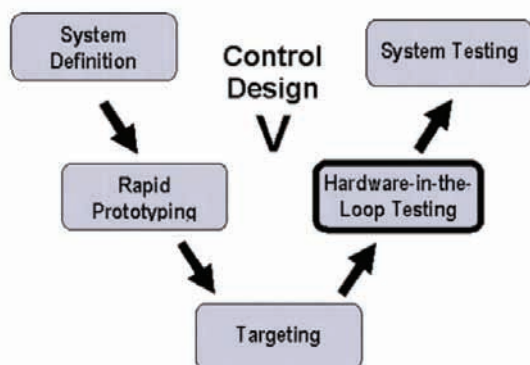
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor dr Nikola Čelanović, vanred.prof.



Slika 1. Blok šema simulacije vetrogeneratora u realnom vremenu

Na slici 2 prikazan je dijagram razvoja energetskeg kontrolera od ideje, do realizacije.



Slika 2. Tok razvoja energetskeg kontrolera

2.2. Karakteristike emulatora Typhoon HIL600

U tabeli 1. data je karakteristika emulatora Typhoon HIL600.

Tabela 1. – Karakteristike emulatora Typhoon HIL600 [2]

Procesor	Xilinx Virtex-6 FPGA	
Broj analognih izlaza	Broj kanala Rezolucija Izlazni opseg	16 12 bita +5V
Broj analognih ulaza	Broj kanala Rezolucija Ulazni opseg	8 12 bita +5V
Broj digitalnih ulaza	Broj kanala Ulazni opseg	32 $V_{IL(max)} = 0.8V$ $V_{IH(min)} = 2V$
Broj digitalnih izlaza	Broj kanala Izlazni opseg Izlazna otpornost	32 $V_{OL(max)} = 0.5V$ $V_{OH(min)} = 2.7V$ 2k
Konekcija sa PC računatom	Ethernet USB 2.0	RJ-45 USB standard

3. PREGLED I PODELA OSCILOSKOPA

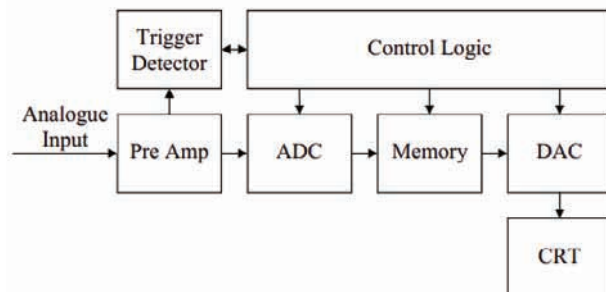
Osciloskope (eng. Scope) možemo podeliti u dve kategorije:

- Hardverski (analogni, digitalni)
- Softverski (bazirani na PC računaru i embedded osciloskopi)

Analogni osciloskopi sa katodnom cevi su prvi osciloskopi ikada napravljeni. Iscrtavanje talasnih oblika se vrši se skretanjem mlaza elektrona pomoću

horizontalnih i vertikalnih skretnih ploča. Na vertikalnu skretnu ploču se dovodi posmatran signal, dok se na horizontalnu testerast signal sa generatora vremenske baze.

Digitalni osciloskopi (DSO – Digital Storage Oscilloscope) kao prikaz mogu koristiti CRT (eng. Cathode Ray Tube) ili LCD. Blok šema digitalnog osciloskopa data je na slici 3.



Slika 3. Blok šema digitalnog osciloskopa

Za razliku od analognih osciloskopa, kod digitalnih se posmatran signal prvo dovodi na pretpojačavač (eng. Pre Amp), čija je uloga da ulazni signal prilagodi opsegu A/D konvertora i detektoru triggera. Kada nivo ulaznog signala postigne prag, koji je podešen od strane korisnika, tada jedinica za triggerovanje inicira snimanje signala u memoriju. Kada se memorija napuni snimanje se zaustavlja. DSO imaju napredne opcije triggerovanja kao što je Pre-Trigger ili varijabilni Pre-Trigger. Ove opcije omogućavaju korisniku da vidi signale pre i posle nailaska trigger signala.

Softverski osciloskopi se sastoje od aplikativnog dela, koji se instalira na PC računar i hardverskog dela, koja služi za prikupljanje podataka. Prednosti u odnosu na DSO je u ceni i što se za prikaz signala može koristiti monitor od PC računara, kao i složena upravljačka struktura se može integrisati u sam softver.

Po definiciji embedded uređaji su računarski sistemi sa sopstvenim procesorom i mogućnošću izvršavanja jedne ili više funkcija po mogućstvu u realnom vremenu [3]. Mogu biti hardverski i/ili bazirani na PC računaru.

U tabeli 2 dat je uporedni prikaz četiri vrste osciloskopa

Tabela 2 – Uporedni prikaz karakteristika analognog, digitalnog, PC i embedded osciloskopa

Vrsta	Analogni	Digitalni	PC	Embedded
Model	Tektronix TAS475	Tektronix MSO2014	Picoscope 4424	Typhoon HIL600
Br. Kanala	4	4A + 16D	4	16
Vin (max)	400V	300V	100V	/
Fs	50MSPS	1GSPS/ch	80MSPS	2MSPS/ch
BW	100MHz	100MHz	20MHz	/
Tip signala	Napon	Napon	Napon	Napon, Struja, Snaga, Flux...

4. IMPLEMENTACIJA

Pošto se parametri koji se šalju HIL uređaju menjaju promenom modela, vremenske baze, trigger parametara, potrebno je vršiti proračune. Realizacija vremenske baze

se zasniva na broju potrebnih tačaka koji se prikazuje. Broj tačaka u zavisnosti od vremenske baze se može izračunati uz pomoć izraza (1), a u tabeli 1 su date vrednosti za korak simulacije $T_s=500\text{nS}$.

$$\text{Samples / screen} = \frac{t / \text{div}[\mu\text{S}]}{\text{Decimation} \cdot T_s[\mu\text{S}]} \cdot 10 \quad (1)$$

Samples/screen – broj tačaka po „slici“

t/div – Vremenska baza

T_s – Korak simulacije (zavisi od učitano modela)

Tabela 3 – Broj potrebnih tačaka za $T_s=500\text{ nS}$

t/div	Screen Time	Decimation	Samples / screen
1 μS	10 μS	1	20
2 μS	20 μS	1	40
5 μS	50 μS	1	100
10 μS	100 μS	1	200
20 μS	200 μS	1	400
50 μS	500 μS	1	1000
100 μS	1000 μS	1	2000
200 μS	2000 μS	2	2000
500 μS	5000 μS	4	2500
1 mS	10 mS	8	2500
2 mS	20 mS	16	2500
5 mS	50 mS	40	2500
10 mS	100 mS	80	2500
20 mS	200 mS	160	2500
50 mS	500 mS	400	2500
100 mS	1000 mS	800	2500
200 mS	2000 mS	1600	2500
500 mS	5000 mS	4000	2500
1 S	10 S	8000	2500

Uz pomoć jednačina (2) i (3) se vrši proračun trigger parametara (offset i nivo) koji je potrebno poslati na HIL.

$$THLD = \frac{\text{Threshold} \cdot Yscale_{const.}}{5} \quad (2)$$

Threshold – Željeni nivo triggera

$Yscale_{const.}$ – Konstanta vertikalne skale

$$\text{trigOffset} = \frac{\text{Offset} \cdot tb_{const.} \cdot \frac{e^{-6}}{Ts[\mu\text{S}]}}{\text{Decimation}} + \frac{N_{samples}}{2} \quad (3)$$

Offset – Horizontalni offset (za varijabilni pre-trigger)

$tb_{const.}$ – Konstanta vremenske baze

T_s – Korak simulacije

$N_{samples}$ – Ukupan broj tačaka

Vrednost $tb_{const.}$ zavisi od trenutno podešene vremenske baze. Njene vrednosti su date u tabeli 4, dok su vrednosti za $Yscale_{const.}$ date u tabeli 5.

Tabela 4. Vrednosti $tb_{const.}$ u zavisnosti od vremenske baze

Jedinica vremenske baze	$tb_{const.}$
μS	1
mS	1000
S	1000000

Tabela 5. Vrednosti $Yscale_{const.}$ u zavisnosti od podešene skale

Skala [jedinica/podeok]	$Yscale_{const.}$
50m	20.40816
100m	10.20408
200m	5.102041
500m	2.040816
1	1.020408
2	0.510204
5	0.204082
10	0.102041
20	0.05102
50	0.020408
100	0.010204
200	0.005102
500	0.002041
1000	0.00102

Slanje, obrada i prikaz merenih podataka u realnom vremenu jako opterećuje procesor PC računara, da bi se taj problem izbegao broj tačaka koji se prenose od HIL-a ka računaru iznosi 2500. Time je rasterećen komunikacioni kanal, procesor računara, a i sam Matplotlib [4] koji se koristi za iscrtavanje.

Koraci koji se moraju ispoštovati da bi osciloskopska funkcija radila ispravno:

- Prilikom prvog pokretanja osciloskopa vrši se snimanje trenutnih parametara u model
- Inicijalizacija osciloskopske funkcije
- Inicijalizacija triggera
- Inicijalizacija prijema podataka
- Pri prijemu podataka, sledi iscrtavanje.

Mora se napomenuti, da je menjanje modela zabranjeno dok se radi proces skupljanja ili prenosa podataka. Iz tih razloga ugrađeni su zaštitni mehanizmi na bazi zastavica. Svaki pokušaj promene parametara modela prvo diže zastavicu.

Pre započinjanja i neposredno posle završetka kritičnog dela, poziva se funkcija, koja je zadužena za ažuriranje modela.

Ona proverava stanje zastavice.

Ako je spuštena, to znači da nije došlo do promene vrednosti u modelu i da se može nastaviti dalje sa radom.

Ako je ona dignuta, tada se obustavlja sav proces, vrši se ažuriranje modela i re-inicijalizacija osciloskopa.

5. REZULTATI

U ovom delu rada će biti prikazan izgled Typhoon HIL kontrolnog centra, kao i izgled implementirane osciloskopske funkcije u isti.

Da bi se stekao uvid o trenutnom režimu rada osciloskopa, dodata je indikacija u vidu lampica sa oznakama SA i WFT.

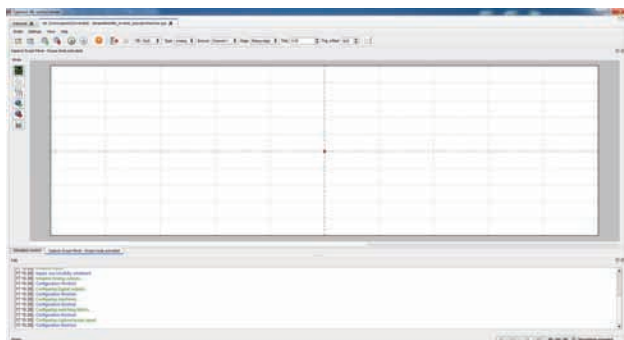
SA – Scope Active, vrši signalizaciju da li je osciloskopski mod trenutno aktivan ili ne.

WFT – Waiting For Trigger, vrši signalizaciju, da je osciloskop u fazi čekanja na trigger signal.

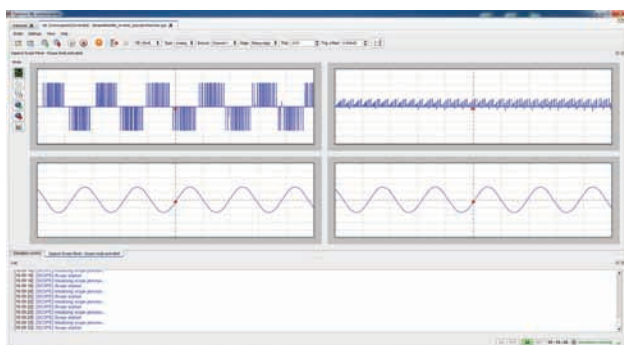
Na slici 4 prikazan je izgled Typhoon HIL kontrolnog centra, dok je na slici 5 i 6 prikazan izgled implementirane osciloskopske funkcije prilikom prvog pokretanja i tokom rada.



Slika 4. Izgled Typhoon HIL kontrolnog centra



Slika 5. Izgled osciloskopske funkcije prvi prvom pokretanju



Slika 6. Implementirana osciloskopska funkcija tokom rada

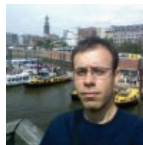
6. ZAKLJUČAK

Rad osciloskopske funkcije realizovane u emulatoru Typhoon HIL600 upoređena je sa pravim digitalnim osciloskopom MSO2014 firme Tektronix. Mane implementirane osciloskopske funkcije su sporije osvežavanje signala, niža frekvencija uzorkovanja i nemogućnost snimanja spoljnih signala, već samo onih koji se nalaze unutar modela. Prednosti HIL osciloskopa u odnosu na ostale je u većem broju kanala, svaki kanal ima istu frekvenciju uzorkovanja, amplituda merenog signala je ograničena brojčanim sistemom procesora, mogućnost posmatranja napona, struje, snage, fluksa, obrtnog momenta itd.

7. LITERATURA

- [1] I. Čelanović, P. Haessig, E. Carroll, V. Katić, N. Čelanović, "Real-Time digital simulation enabling rapid development of power electronics", *15th International Symposium on Power Electronics*, Vol. 14, Ee 2009 Novi Sad, Republic of Serbia, October 2009
- [2] Typhoon HIL600 datasheet – <http://www.typhoon-hil.ch>
- [3] Arnold, B. Embedded System Design. CMP Books, 2002
- [4] <http://matplotlib.org>

Kratka biografija:



Toni Gualtieri rođen je u Novom Sadu 1987. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroprocesorski sistemi i algoritmi odbranio je 2013.god.

KORIŠĆENJE MALIH HIDROELEKTRANA U SRBIJI THE USE OF SMALL HYDROPOWER PLANTS IN SERBIA

Marko Aničić, Vladimir Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su opisane male hidroelektrane, njihov doprinos u proizvodnji električne energije i njihov pregled. Takođe je opisana i strategija države Srbije za razvoj energetike, kao i konstrukcija malih hidroelektrana i njihovo priključenje na mrežu.

Abstract – This paper presents review of small hydro power-plants, their contribution to power production and their overview. Furthermore, Serbian strategy for power system development is presented, as well as small hydro power-plant construction and ways to connect them to the grid.

Ključne reči: Male Hidroelektrane, Obnovljivi izvori energije

1. UVOD

Hidroelektrana ili **hidroelektrična centrala** je postrojenje u kojem se potencijalna energija vode najpre pretvara u kinetičku energiju strujanja, a potom u mehaničku energiju obrtanja vratila turbine te, konačno u električnu energiju u električnom generatoru.

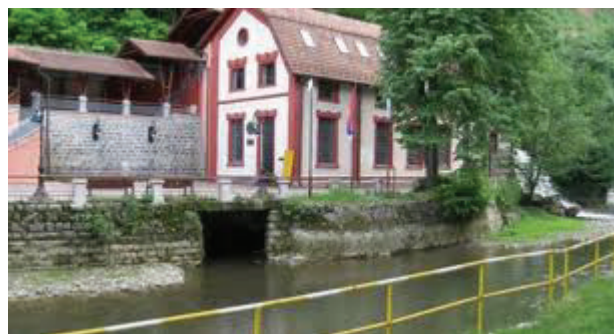
Hidroelektranu u širem smislu čine i sve građevine i postrojenja, koje služe za prikupljanje (akumulisanje), dovođenje i odvođenje vode (brana, zahvati, dovodni i odvodni kanali, cevovodi itd.), pretvaranje energije (vodene turbine, generatori), transformaciju i razvod električne energije (rasklopna postrojenja, dalekovodi) te za smeštaj i upravljanje celim sistemom.

Hidroelektrane se mogu podeliti prema njihovom smeštaju, padu vodotoka, načinu korišćenja vode, volumenu akumulacijskog bazena, smeštaju mašinske zgrade, ulozi u elektroenergetskom sistemu, snazi itd. [1].

2. PRVE MALE HIDROELEKTRANE U SRBIJI – ISTORIJSKI I PRIVREDNI RAZLOZI

Hidroelektrana “Pod Gradom” je podignuta ispod zidina srednjevekovnog grada Užica, pa je po tome i ponela ime. Kao prva hidroelektrana podignuta u Srbiji, MHE “Pod Gradom” je danas deo turističke ponude ovog kraja. Ideju profesora Đorđa Stanojevića o korišćenju vodene snage Đetinje prihvatila je, jula 1898. godine, uprava Akcionarskog društva Tkačke radionice u Užicu. Elektrana je počela da radi na Svetog Iliju, 2. avgusta 1990. godine. Tog dana Užice je dobilo električno

osvetljenje, a Tkačka radionica je bila prvi industrijski objekat u Srbiji koji je za pogon svojih mašina koristio električnu energiju. Na slici 1 je prikazan izgled male hidroelektrane “Pod Gradom” [3]



Slika 1. Izgled hidroelektrane “Pod Gradom”

Hidroelektrana „Vučje” na reci Vučjanki druga je po dugovečnosti u Srbiji. Na osnovu studija profesora Đorđa Stanojevića 1901. godine osnovano je Leskovačko električno društvo čiji je zadatak bio da obezbedi eksploataciju Vučjanke.

Uprava Leskovačkog električnog društva ubrzo je dala ponudu za osvetljavanje varoši opštine Leskovac. Prvi kilovati električne energije sa hidrocentrale Vučje potekli su 11. decembra 1903. godine po starom, odnosno 24. decembra po novom kalendaru, a taj datum nije slučajno odabran, jer je istoga dana 1877. godine Leskovac oslobođen od Turaka.

Na slici 2 prikazan je izgled male hidroelektrane “Vučje” [4].



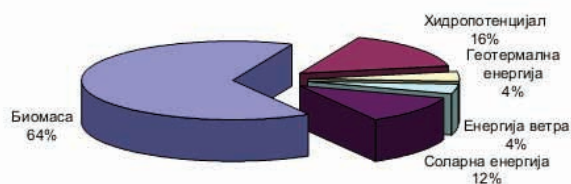
Slika 2. Izgled hidroelektrane “Vučje”

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor bio prof. dr Vladimir Katić.

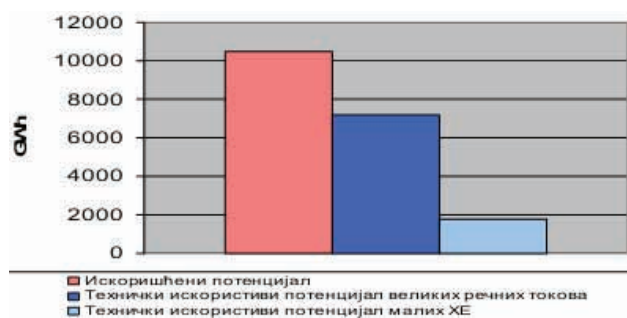
3. MALE ELEKTRANE KAO OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE – STRATEGIJA DRŽAVE SRBIJE

Obnovljivi izvori energije sa procenjenim tehnički iskoristivim potencijalom od oko 6 Mtoe godišnje (Slika 3) značajno mogu doprineti manjem korišćenju fosilnih goriva i ostvarivanju definisanih ciljeva o udelu obnovljivih izvora u finalnoj potrošnji energije, kao i unapređenju životne sredine. Struktura obnovljivih izvora energije se nalazi na slici 3



Slika 3. Struktura OIE u Republici Srbiji

Na slici 4 je prikazana struktura hidropotencijala Srbije sa koje se vidi, da od preostalog tehnički iskoristivog hidropotencijala, preko 25% se odnosi na potencijal za male hidroelektrane (snage do 10 MW).



Slika 4. Struktura Hidropotencijala

Usvajanjem Zakona o energetici iz 2004. godine i posebno nedavnim usvajanjem Uredbe o merama podsticaja za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora, dat je podsticaj korišćenju svih obnovljivih izvora, a posebno korišćenju energije malih vodenih tokova. Time su investitori dobili jasan signal da se i u Srbiji, kao i u zemljama regiona, isplati ulagati u izgradnju malih hidroelektrana, jer se u zavisnosti od instalisane snage dobija u proseku 8 do 10 eurocenti po proizvedenom kilovatu električne energije.

Osnovni problem, i dalje dolazi od nedovoljno jasnog pravno - regulativnog okvira, koji bi omogućio investitoru transparentan postupak pri procesu ulaganja. I dalje je potrebno izvaditi skoro 30 različitih dozvola u raznim institucijama od lokalnih do državnih organa vlasti. [8].

4. MALE ELEKTRANE U SRBIJI - PREGLED

Srbija raspolaže hidroenergetskim potencijalom koji je vredan poštovanja, ali realizacija njegove eksploatacije zavisi od obezbeđenja uslova za korišćenje. Iako je i do sada izgradnja malih hidroelektrana bila dozvoljena, ovi objekti nisu izborili svoje adekvatno mesto u energetici

Republike Srbije. U nedostatku dugoročnog strateškog, ekonomskog i energetskog interesa države i usmerenja, utemeljenog na određenom Programu razvoja izgradnje malih hidroelektrana, zasnovanog na racionalnom energetskom iskorišćavanju malih vodotoka, bez zaokruženja tehničke i pravne regulative, nepostojanja organizacione strukture kao i stimulativnih mera, izostala je adekvatna valorizacija ovih hidropotencijala u Srbiji, o čemu svedoče i dosadašnji rezultati. Jedno je sigurno, a to je da male elektrane ne mogu pokriti deficit, ali ga bar mogu ublažiti.

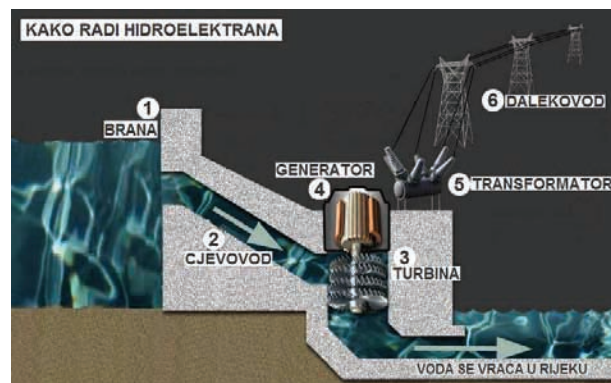
U Srbiji je 1990. godine u eksploataciji bila 31 mala hidroelektrana ukupne snage 34654 MW i godišnje proizvodnje od 150 GWh. Van pogona je 38 mini hidroelektrana ukupne snage od 8667 MW i procenjene godišnje proizvodnje od 37 GWh. Ove male HE mogu se osposobiti za pogon uz ulaganje koje je zavisno od stanja u kome se nalaze. Interesantno je da određeni broj elektrana koje su 1990. godine bile u pogonu, 2002. godine je van pogona (Arandjelovac instalisane snage 148 kW, Sokolja instalisane snage 300 kW, Bistrica instalisane snage 200 kW), a neke se više i ne pominju (Ostrovica instalisane snage 1050 kW, Jelašnica snage 500 kW, Ras snage 5600 kW, Grošnica snage 445 kW, Kosjerić snage 155 kW, Arilje snage 130 kW itd). Neke male hidroelektrane su revitalizovane. To je slučaj sa MHE Pod Gradom na Djetinji kod Užica iz 1900. godine, instalisane snage 200 kW, koja je revitalizovana 2000. godine i MHE Bogutovac 1 i Bogutovac 2, obe iz 1984. godine. [5]

5. KONSTRUKCIJA MHE

Glavni građevinski objekti infrastrukture malih hidroelektrana:

- brana, nasip
- jezero
- vodozahvat
- dovodni kanal, cevovod ili tunel
- mašinska zgrada
- odvodni kanal
- riblja staza
- priključni dalekovod s trafostanicom

Naslici 5 je prikazana šema jedne male hidroelektrane i njeni sastavni delovi.



Slika 5. Šema tipične male hidroelektrane
Hidroelektrane se uglavnom klasifikuju prema visini pada vode:

postoji potencijalnih 13 lokacija pogodnih za izgradnju kapaciteta.

I prema rasporedu postrojenja:

- Šeme elektrana pored rečnog toka
- Šeme sa mašinskom zgradom na dnu brane
- Šeme napravljene na kanalu za navodnjavanje
- Šeme napravljene na vodovodnim cevima [6]

6. PRIKLJUČENJE MHE NA MREŽU

Za priključenje i bezbedan rad male elektrene sa DS, ME mora da zadovolji sledeće kriterijume :

- Kriterijum dozvoljene promene napona
- Kriterijum snage kratkog spoja
- Kriterijum dozvoljenih struja viših harmonika
- Bezbedne sinhronizacije
- Kriterijum maksimalno dozvoljenog injektiranja jednosmerne struje

Usled poremećaja u DS (kratak spoj, zemljospoj, promena napona i/ili promena frekvencije) u uslovima paralelnog rada, obuhvaćene su:

- Sistemska zaštita
- Zaštita priključnog voda

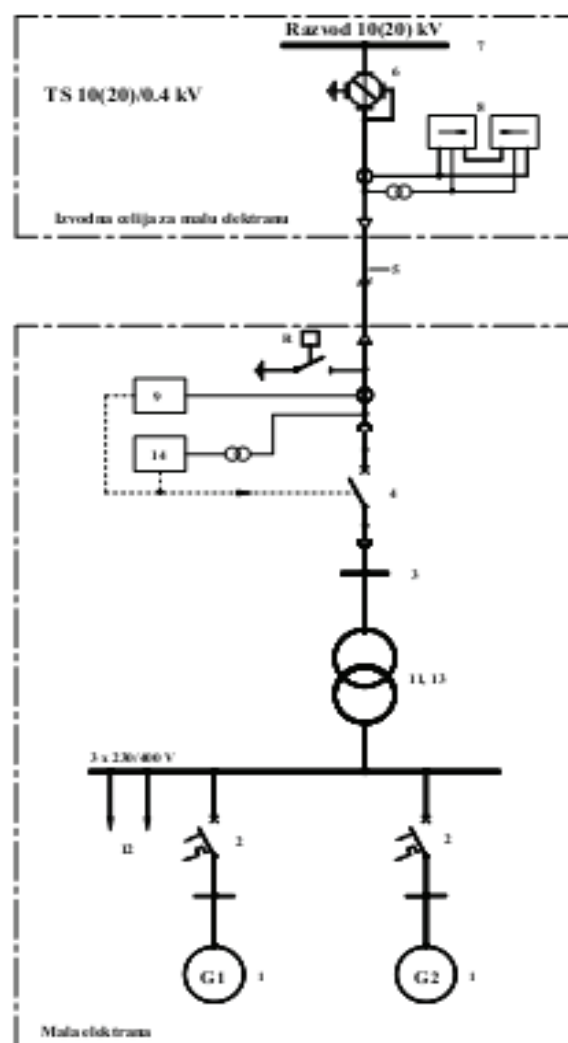
Delovanjem zaštita, mora na spojnom prekidaču da se automatski prekinе paralelan rad generatora sa DS i izvrši havarijsko zaustavljanje generatora ukoliko nije predviđen automatski prelazak ME u ostrvski rad. Nisu obuhvaćene:

- zaštita od unutrašnjih kvarova generatora
- zaštita turbine
- zaštita energetskih transformatora u ME
- zaštita od atmosferskih prenapona u ME
- zaštita od kvarova na elementima rasklopne aparature i u električnim instalacijama ME [2]

Šema priključenja jedne male hidroelektrane je data na slici 6. U nastavku je data legenda oznaka sa slike 6: 1 generator; 2 generatorski prekidač; 3 mesto priključenja male elektrane; 4 spojni prekidač; 5 priključni vod; 6 rasklopni aparat na mestu priključenja na distributivni sistem ; 7 mesto priključenja na distributivni sistem ; 8 merna grupa (merni slog); 9 zaštita priključnog voda u maloj elektrani; 10 zaštita priključnog voda na mestu priključenja na distributivni sistem; 11 energetski transformator u maloj elektrani (kućni transformator; 12 sopstvene potrebe (sopstvena potrošnja) male elektrane; 13 generatorski blok transformator; 14 sistemska zaštita u maloj elektrani (naponska i frekventna)

7. DOPRINOS MHE U SRBIJI

U Srbiji se oko 10,4% ukupnog energetskeg potencijala nalazi u vodotocima na kojima se mogu graditi male hidroelektrane. Procene su bazirane na Katastru malih hidroelektrana iz 1987. godine snage od 90 kW do 8,5 MW, ukupne snage 449 MW i 1590 GWh, pri čemu oko 90% lokacija poseduje tehnički potencijal snage ispod 1 MW. Pored ovih lokacija koje se nalaze u užoj Srbiji, prema katastru malih hidroelektrana u AP Vojvodini



Slika 6. Šema priključenja na mrežu

Budući da je preostali neiskorišćeni hidropotencijal značajnim delom u opsegu male hidroenergetike, taj deo je i posebno izučavan. Izrađen je i katastar malih hidroelektrana za jedinične snage ispod 10 MW. Rezultat je iskazan u ukupnoj instalisanoj snazi od 453 MW i prosečnoj proizvodnji od 1700 GWh/god. na oko 856 lokacija. U tabeli 1 je prikazan raspored potencijala malih vodotokova za jedinične snage od 90 kW do 8500 kW, koje je moguće izgraditi uz formiranje akumulacija za 1,2 milijardi kubnih metara vode. [7]

8. ISKUSTVA MALIH INVESTITORA

Danas u Srbiji nije lako dobiti sve dozvole i izvršiti izgradnju MHE u kratkom periodu. Na primeru iskustva jednog investitora, usmeno izloženih autorima ovog rada, postoji više razloga za tako nešto:

1.Katastar MHE iz 1987. je rađen 2 god. na terenu, dok je noviji katastar, dopunjen novim lokacijama za gradnju, rađen iz kancelarije i poprilično je neprecizan i netačan. Da bi se potencijalna lokacija proverila i dobile

odgovarajuće dozvole potrebne su godine čekanja i velikog ulaganja, a da na kraju nije sigurno da je tu uopšte i moguća izgradnja MHE.

2. Administrativna procedura, uključujući i pravno imovinske odnose - potrebne su mnogobrojne dozvole vlasnika parcela da se kroz njegovu parcelu provuče cevovod ili vrši bilo kakvo izvođenje radova. Problem je što se moraju dobiti dozvole svih vlasnika kroz čije se parcele moraju vršiti radovi i jedan vlasnik može da stopira celokupan postupak. Takođe, vlasnici pojedinih parcela su preminuli, a naslednici ne postoje ili nisu dostupni i nije rešeno pitanje kome se treba obratiti u tom slučaju.

3. Kada su prethodni problemi rešeni, može se pristupiti izgradnji same MHE za koju su potrebna značajna ulaganja. Domaće banke nisu voljne da daju subvencionisane kredite za obnovljive izvore energije, a kamate na redovne kredite su visoke. Krediti u domaćim bankama se podižu na 12 god otplate, 10 god grejs perioda sa kamatom od 6%. Poređenja radi krediti u inostranstvu su na 15 god, 10 god grejs perioda sa kamatom od 2,5%.

4. Kada je rešen problem finansiranja i prikupljena su sredstva za izgradnju treba naručiti sklopove ili delove koji se ne proizvode u našoj zemlji. Takođe, postoji 6 tipova MHE, od kojih je kod nas primenjeno 4, a na nekim lokacijama je nužno graditi baš jedan od preostala dva tipa MHE. Izgradnju građevinskog objekta u našoj zemlji vrše samo 2 firme, jedna je u Čupriji, a druga u Užicu.

Poseban problem jeste dugo trajanje kompletne procedure. Za ispunjenje prve 2 tačke je potrebno čekati do 3 godine pre nego što se uopšte krene sa problemom finansiranja i izgradnje. Zakoni su loši i potrebno je hitno menjanje pojedinih, ponajviše za pravno imovinske odnose, tako da vlasnici pojedinih parcela ne mogu zabranjivati vršenje radova kroz njihovo imanje već da dozvole izdaje država i da se sam postupak na taj način značajno ubrza. Jedan od problema je i radna snaga u mestima u kojima je pretežno starije stanovništvo, kao npr Crna Trava gde su se mlađi uglavnom odselili u veće gradove.

Tabela 1. Tehnički i ekonomski iskoristiv hidropotencijal na malim hidroelektranama u Srbiji

Reka (sliv)	Potencijal (GWh/godišnje)
Kolubara	32
Drina	219
Moravica (D)	492
J. Morava	518
Jerma	28
Sitnica	142
Moravica (M)	9
Pčinja	75
V. Morava	38
Pek	172
Lepenac	22
Ukupno	1747

9. ZAKLJUČAK

Primena malih HE je ograničena na povoljnim lokacijama, na vodotocima. Male HE mogu dati ne veliki, ali niti zanemariv doprinos proizvodnji električne energije. Podrška i investiranje u male HE ima višestruke dugoročne koristi (globalno zagrevanje, sigurnost snabdevanja električnom energijom). Manji je negativan uticaj na okolinu, za razliku od termoelektrana ili nuklearnih elektrana.

Konstrukcija i ekonomičnost je vrlo specifična za svaku lokaciju (mala akumulacija i jednostavnija hidrologija).

10. LITERATURA

- [1] <http://sh.wikipedia.org/wiki/Hidroelektrana>
- [2] www.eps.rs
- [3] www.upoznajsrbiju.co.rs/prica/hidrocentrala-na-djetinji-4
- [4] www.glassrbije.org/srbija/clanak/hidroelektrana-vucje-biser-svetske-bastine
- [5] M. Mihailović, "Male hidroelektrane", 1995, Beograd, Srbija
- [6] "Guide on how to develop a small hydropower plant", ESHA, 2004
- [7] Branimir Jovanović, Miroslav Parović, "Stanje i razvoj malih hidroelektrana u Srbiji", 2009
- [8] Ministarstvo energetike, "Strategija razvoja energetike Republike Srbije", sl. glasnik RS

Kratka biografija:



Marko Aničić rođen je u Smederevu 1985. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranio je maja 2013.godine.



Vladimir A. Katić rođen je u Novom Sadu 1954.god. Diplomirao je na FTN u Novom Sadu 1978., a doktorirao na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu 1991. god. Od 2002. god. je redovni profesor Univerziteta u Novom Sadu. Oblasti interesovanja su Energetska elektronika, Obnovljivi izvori električne energije i Kvalitet električne energije.

INTELLIGENTNO UPRAVLJANJE HVAC SISTEMOM**INTELLIGENT CONTROL OF A HVAC SYSTEM***Vuk Memarović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu urađena je optimizacija sistema klimatizacije sa promenljivim protokom vazduha. U radu je prikazan dinamički model klima komore, kao i način na koji se menja koncentracija CO₂ u prostoru neophodna za određivanje kvaliteta vazduha u prostoriji. Nivo koncentracije CO₂ u prostoriji se koristi kao presudan parametar za kontrolu protoka vazduha u prostoriji.

Abstract – This work has performed optimization of air conditioning systems with variable air flow. The paper presents a dynamic model of the air chamber, and the way how to modify the concentration of CO₂ in the space needed to determine the indoor air quality. Level of CO₂ concentration in the room is used as a critical parameter for controlling the flow of air into the room.

Ključne reči: HVAC, fuzzy logika

1. UVOD

U proteklih nekoliko godina je primetna sve češća primena sistema klimatizacije, grejanja i ventilacije (KGH/HVAC) koji rade sa promenljivim protokom vazduha.

Pristupačnost, jednostavnost i isplativost ugrađivanja opreme za frekventnu regulaciju ventilatora, pumpi, čilera i drugih komponenti sistema doprinela je povećanju energetske efikasnosti sistema klimatizacije i njihovoj tehno-ekonomskoj isplativosti.

Energetska efikasnost sistema klimatizacije u javnim i komercijalnim objektima primenom frekventno regulisanih komponenti sistema često biva sa stavni deo projektnog zadatka i pretenduje da postane jedan od bitnijih standarda u projektovanju termotehničkih sistema i instalacija.

Različite konfiguracije sistema KGH su primenjene u zgradama u cilju postizanja odgovarajućih uslova unutrašnjeg komfora.

Optimizacija konfiguracije sistema KGH važna je kada se razmatraju konvencionalne i inovativne komponente u pogledu energetske efikasnosti i troškova primene u različitim klimatskim područjima.

Za optimizaciju konfiguracije sistema KGH od presudne važnosti je model klima komore.

Cilj ovog rada jeste da se uradi optimizacija sistema klimatizacije sa promenljivim protokom vazduha.

U radu je prikazan jednostavan model klima komore, kao i način na koji se menja koncentracija ugljen-dioksida (CO₂) u prostoru neophodna za određivanje kvaliteta vazduha u prostoriji. Nivo koncentracije CO₂ u prostoriji se koristi kao presudan parametar za kontrolu protoka vazduha u prostoriji. Vazduh se dovodi u prostorije preko VAV kutija. Odabrana je jednokanalna VAV (engl. Variable air volume) kutija. Promenom položaja klapni na VAV kutijama dolazi do promene statičkog pritiska u kanalu. Odabrana metoda je bila da se pomoću Fuzzy regulatora utiče na položaj žaluzina.

2. OPIS RADA SISTEMA KLIMATIZACIJE

Ovaj rad će se baviti upravo uštedom električne energije u klima komorama, odnosno HVAC sistemima (Heating, Ventilating and Air Conditioning). Zadatak klima komora je da ostvare kvalitetne klimatske uslove za rad zaposlenih u objektima u kojima su instalirane. To ne podrazumeva samo regulaciju temperature, već i koncentraciju ugljen-dioksida (CO₂) unutar datog objekta. Klima komore se široko primenjuju u svim tipovima poslovnih zgrada kao što su na primer: bolnice i ostale zdravstvene ustanove, sportske hale, veliki zatvoreni sportski centri, tržni centri, veliki administrativni objekti, hiper marketi i slični objekti.

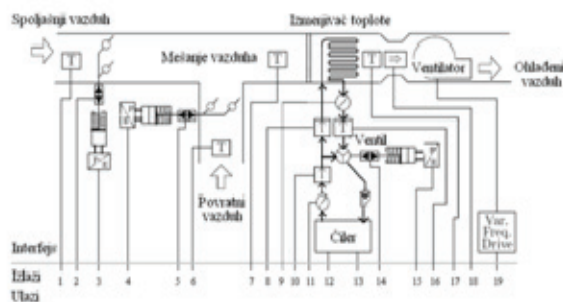
Na Slici 1 je prikazana principna i funkcionalna šema jedne standardne klima komore koja je korišćena u ovom radu. Na slici se vide glavni elementi sistema, koje poseduje jedna ovakva klima komora. Opis njihovog pojedinačnog i međusobnog delovanja i funkcionalnosti sledi u nastavku.

U komercijalnim klima komorama centralna jedinica za snabdevanje vazduhom obezbeđuje vazduh sa kontrolisanom temperaturom i protokom, koji se koristi za provetravanje zatvorenog prostora. Izmenjivač toplote u centralnoj jedinici, služi za hlađenje vazduha koji prelazi preko izmenjivača. Regulacijom brzine kojom hladna voda prolazi kroz izmenjivač, kontrolišemo temperaturu vazduha koji prelazi preko izmenjivača. Brzina protoka vazduha je regulisana da bi se održavao statički pritisak vazduha u cevovodima kojima se vazduh doprema na izmenjivač i dalje vodi iz njega. Tipično je da se u većim objektima, unutrašnji prostor podeli u manje zone, tako da se na taj način temperatura vazduha unutar svake zone održava potpuno nezavisno od ostalih. U nekim skupljim sistemima svaka zona obično ima i svoj pomoćni izmenjivač koji služi da dodatno reguliše temperaturu vazduha. Temperatura vazduha, koji izlazi iz izmenjivača, je funkcija temperature i protoka vode i vazduha, koji prolaze kroz izmenjivač. Količina protoka vazduha kroz izmenjivač je prvenstveno funkcija brzine ventilatora, ali na tu količinu utiču i položaji žaluzina spolnog i povratnog vazduha. Žaluzine omogućavaju da povratni i spolni vazduh budu pomešani i da se na taj način

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Velimir Čongradac, doc.

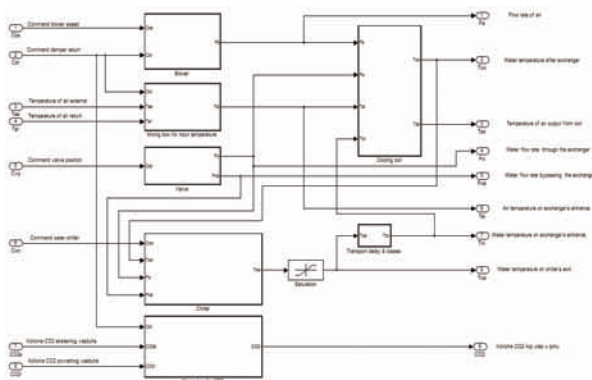
reguliše temperatura vazduha koji prolazi kroz izmenjivač toplote. Ovaj sistem je konstruisan tako da može da posluži i kao test model za kontrolere koji se razvijaju različitim tehnologijama, a namenjeni su za upravljanje komercijalnim klima komorama.



Slika1.- Sistem klimatizacije sa promenljivim protokom vazduha

3. MATEMATIČKI MODEL KLIMA KOMORE

Simulacioni model klima komore u potpunosti je realizovan u Matlab-ovom alatu Simulink i prikazan je na slici 2.



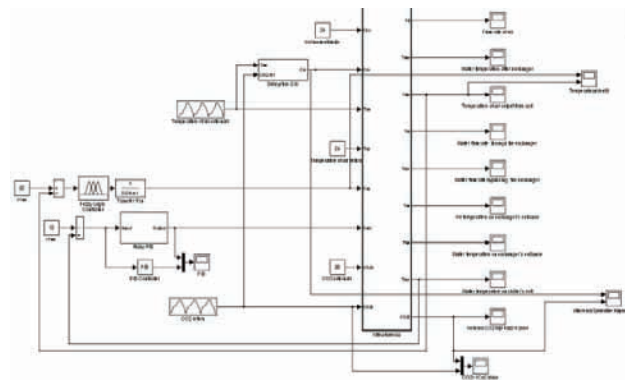
Slika 2.- Matematički model klima komore realizovan u Simulinku

Razvoj simulacionog modela sistema, koji poseduje zadovoljavajuću tačnost i detaljnost, je od izuzetno velikog značaja. Praktično je nemoguće realizovati model koji će 100% predstavljati vernu sliku realnog fizičkog sistema, ali je postignuto ponašanje razvijenog modela blisko ponašanju realnog fizičkog sistema. Pokazalo se da su ponašanje i odziv ovoga modela, na eksperimentalne ulazne signale, veoma slični odzivima realnog fizičkog sistema.

Simulink model klima komore je podeljen u pet funkcionalnih podsistema: ventilator, čiler, ventil, blok za mešanje vazduha i izmenjivač toplote [5].

4. FUZZY

Fuzzy upravljanje danas sve češće predstavlja uspešnu alternativu klasičnom upravljanju posebno u slučajevima kada se objekat upravljanja opisuje nelinearnim matematičkim modelom ili se teško može modelovati.



Slika 3. – Kompletan simulacioni model

S obzirom da se u našem problemu radi o jednostavnom upravljanju, gde zakon upravljanja može lako da se modeluje, oba gore pomenuta načina upravljanja mogu da se koriste i lako da se implementiraju. Zbog savremenijeg i jednostavnijeg rešenja upravljanja opredelili smo se za upravljanje i regulaciju pomoću fuzzy regulatora. Projektovani fuzzy regulator je pokazao dobre osobine u pogledu projektovanja, modifikovanja i eventualne nadogradnje sistema.

5. OPTIMIZACIJA ŽALUZINE POVRATNOG VAZDUHA

Spoljni vazduh je vazduh koji se u objekat ubacuje iz spoljašnjosti, dok je povratni vazduh onaj vazduh koji je već bio u unutrašnjosti objekta. U zavisnosti od kvaliteta povratnog vazduha i temperature spoljašnjeg vazduha, određuje se u kom će procentu povratni vazduh biti vraćen u objekat. U ovim cevima nalaze se senzori temperature i CO₂ koji nam daju informaciju o trenutnim vrednostima temperatura i CO₂ pomenutih vazduha. Žaluzine omogućavaju da povratni i spoljašnji vazduh budu pomešani i da se na taj način reguliše temperatura i nivo CO₂ vazduha koji prolazi kroz izmenjivač toplote.

Za optimizaciju žaluzina povratnog vazduha korišćen je fuzzy regulator. Na ulaz fuzzy regulatora se dovode temperatura spoljašnjeg vazduha i koncentracija CO₂ u povratnom kanalu. Na svom izlazu fuzzy regulator daje otvorenost žaluzine povratnog vazduha.

6. OPTIMIZACIJA TROKRAKOG VENTILA

Optimizacija rada sistema klimatizacije sa promenljivim protokom vazduha zasnivala se na uštedi energije na izmenjivaču toplote. U zavisnosti od temperature vazduha koji dolazi na izmenjivač i željene temperature na koju ga je potrebno ohladiti, upravlja se odgovarajućim trokrakim ventilom. Signal Cvp (Command Valve Position) koristi se kao upravljački signal i njegova vrednost definiše stepen otvorenosti ventila.

Ventil je trokraki, tako da obezbeđuje da se protok vode, koja izlazi iz čilera, podeli na dva dela. Prvi deo je put koji vodi hladnu vodu u izmenjivač, a drugi deo je put koji zaobilazi izmenjivač i vraća vodu direktno u čiler.

Otvorenost trokrakog ventila direktno je proporcionalno potrošnji energije, tj. što je veća vrednost pozicije trokrakog ventila to je i potrošnja električne energije veća.

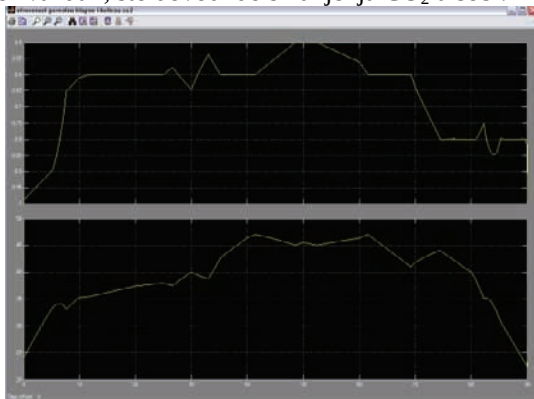
Za upravljanje trokrakim ventilom koristi se jednostavan fuzzy regulator. Na njegov ulaz dovodi se greška temperature vazduha koja izlazi iz izmenjivača, a izlaz fuzzy regulatora je otvorenost ventila.

7. OPTIMIZACIJA ČILERA

Korišćen je Fuzzy-PID regulator za podešavanje stepena hlađenja čilera. Regulator koristi grešku i brzinu promene greške kao svoje ulaze i na osnovu fuzzy logike može dostići željene samo-podešavajuće parametre (K_p, K_i, K_d) zasnovane na vremenskoj promenljivoj e i de/dt . Željena i stvarna vrednost se oduzimaju i dovode kao greška na ulaz PID regulatora, koji sada na osnovu greške $e(t)$ sa svog ulaza, generiše komadni signal za podešavanje stepena hlađenja čilera da bi obezbedio željenu vrednost temperature. Samopodešavajući PID tip Fuzzy regulatora je auto-adaptivni regulator koji je projektovan korišćenjem inkrementalne Fuzzy logike regulatora za podešavanje parametara PID regulatora u liniji po Fuzzy kontrolnim pravilima.

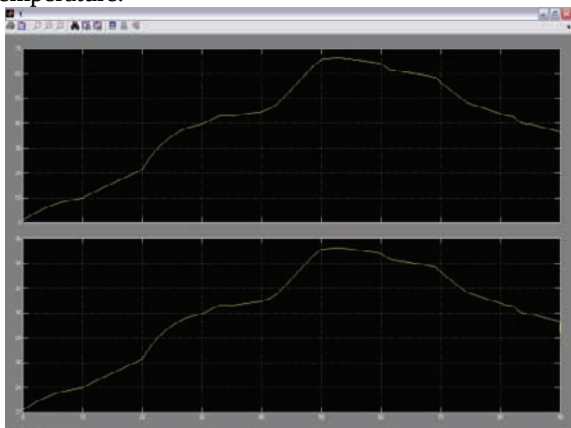
8. REZULTATI

Na Slici 4 je prikazan odnos Cdr (pozicija žaluzina) i CO_2 (u sobi). Vidi se da kada se koncentracija CO_2 povećava, da se žaluzine otvaraju i time se doprema svež vazduh, što dovodi do smanjenja CO_2 u sobi.



Slika 4.-Odnos Cdr i CO_2

Na Slici 5 prikazan je odnos Cvp (upravljački signal trokrakog ventila) i njegov uticaj na izlazne temperature.



Slika 5.-Odnos Cvp i Tao

9. ZAKLJUČAK

Jedan od najvećih problema u novijoj ljudskoj istoriji je i problem sa kojim će se sigurno većina zemalja širom sveta u skorije vreme suočiti, a to je problem nedostatka električne energije. Sve veće potrebe za električnom energijom oslikavaju se kroz sve veću potrošnju električne energije i porast broja stanovnika. A sve to kroz smanjenje zaliha neobnovljivih fosilnih i nuklearnih energetske izvora utiče da problem potrošnje električne energije bude svetskih razmera. Zbog toga će u skorijoj budućnosti sve zemlje biti primorane da koriste obnovljive izvore energije, čiji je energetske potencijal mnogo manji ali bi bio sasvim dovoljan uz određene uštede električne energije, na koju će samim tim biti primorane sve zemlje.

Svakodnevno se troše ogromne količine električne energije u svetu, a najveći potrošači energije su industrije širom sveta. Veliki deo energetske potražnje u svetu povezan je sa potrošnjom poslovnih zgrada, koje su odgovorne za povećanje potreba za korišćenjem energije. U dobrim vremenskim uslovima poslovne zgrade troše više od 30% ukupne električne energije države. Za same poslovne zgrade, klimatizacija, grejanje i hlađenje su potrebe koje se zahtevaju tokom cele godine, i zadovoljavanjem ovih potreba uzrokuje velike potrošnje poslovnih zgrada. Čak oko 50% utrošene električne energije u poslovnim zgradama se utroši na klima komore. Naravno, zbog tog razloga, uštedu energije ćemo tražiti baš na tome mestu, jer smanjenje energetske potrošnje prilikom klimatizacije, grejanja i hlađenja predstavlja ključ energetske uštede.

Za optimizaciju konfiguracije sistema KGH ključan je model klima komore. Da bi se došlo do postavke problema, krenulo se od principске šeme jedne komercijalne klima komore često viđene u poslovnim zgradama. U ovom radu ispitane su mogućnosti Fuzzy i Fuzzy-PID regulatora kao mehanizama rešavanja problema optimizacije rada sistema klimatizacije sa promenljivim protokom vazduha. Prikazani rezultati formirani su na osnovu simulacija u programskom paketu MATLAB. Testirano je nekoliko simulacija i analiziran je uticaj pojedinih parametara na konačnu performansu modela. Pored održavanja CO_2 u prostoriji, dalji pravac razvoja modela otvara pitanja istraživanja i analize regulacije temperature u prostorijama.

10. LITERATURA

- [1].James M. Calm, "Emissions and environmental impacts from air-conditioning and refrigeration systems". International Journal of Refrigeration 25 (2002) 293-305
- [2].Mitrovic M., AG Magazin, broj 38, Pametne zgrade, Novembar 2007
- [3].http://en.wikipedia.org/wiki/Building_Management_System
- [4].Anderson M, Buehner M, Young P, Hittle D, Anderson C, Tu J, Hodgson D, "An experimental system for advanced heating, ventilating and air conditioning (HVAC) control". Energy and buildings, 2007
- [5].R-W. Haines, D.C. Hittle, "Control Systems for Heating, Ventilating and Air Conditioning", Sixth ed., Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, 2003.

- [6].Michael Anderson, Michael Buehner, Peter Young, Member, IEEE, Douglas Hittle, Charles Anderson, Jilin Tu, and David Hodgson, "MIMO Robust Control for HVAC systems"
- [7].Velimir Čongradac, Filip Kulić, HVAC system optimization with CO₂ concentration control using genetic algorithms, Energy and Buildings, Volume 41(2009), pages 571–577.
- [8].R. Karunakaran, S. Iniyan, Ranko Goic, Energy efficient fuzzy based combined variable refrigerant volume and variable air volume air conditioning system for buildings, Applied Energy, Volume 87(April 2010), Pages 1158-1175.
- [9] Zora Konjović, Fuzzy logic. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2004.

Kratka biografija:



Vuk Memarović rođen je 28.02. 1989. godine u Novom Sadu. Osnovnu školu „Žarko Zrenjanin“ i gimnaziju „Jovan Jovanović Zmaj“ završio u rodnom gradu. Godine 2008. se upisuje na Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, odsek elektrotehnika i računarstvo, smer računarstvo i automatika, usmerenje automatika i upravljanje sistemima. Završava osnovne (bachelor) studije 2012. godine u roku i iste godine upisuje više (master) studije

PRIMENA BIOMETRIJSKE LIČNE KARTE U AUTOMATIZACIJI POSLOVNIH OBJEKATA**IMPLEMENTATION OF BIOMETRIC IDENTIFICATION CARDS IN THE AUTOMATION OF OFFICE BUILDINGS**

Milan Basta, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Zadatak ovog rada je da se realizuje prva faza projekta automatizacije poslovnih objekata, pomoću biometrijske lične karte. Ovaj rad sadrži opis rešavanog problema, opis korišćenog čitača pametnih kartica i opis biometrijske lične karte Republike Srbije. Opisane su korišćene tehnologije i alati, objašnjeno je povezivanje čitača sa računarom i povezivanje čitača sa srpskom ličnom kartom. Posle toga je objašnjeno čitanje podataka sa lične karte, kao i ispisivanje i štampanje tih istih podataka. Na kraju su iznešena neka lična zapažanja i ukazano je na prednosti i mane rada, kao i moguće pravce daljeg razvoja.

Abstract – The aim of this thesis is to implement the first phase of automation businesses, with biometric identity cards. This thesis describes the solution of the problem, a description of used the smart card reader and a description of biometric ID card of Serbia. The use of technology and tools were described, the connection between the reader and a computer, and connection between a computer and Serbian identity card. After that it was explained how to read data from ID cards, and layout view and printing of the same data. At the end were expressed some personal observations, advantages and disadvantages of work, and possible directions for further research.

Ključne reči: JAVA, Smart card reader, Smart card, APDU Commands, Window Builder, iReports Designer, Serbian ID, Eclipse

1. UVOD

Zadatak rada je da povežemo čitač pametnih kartica sa računarom i da omogućimo čitanje podataka sa biometrijske lične karte Republike Srbije.

Potrebno je podatke prikazati i omogućiti njihovo čuvanje u nekoliko formata, kao i opciju štampanja prikazanih podataka.

Programski kod je potrebno realizovati u Java objektno-orijentisanom programskom jeziku.

2. OPIS REŠAVANOG PROBLEMA

Osnovni problem kojim se bavi ovaj rad je da uz pomoć čitača kartica, koji je namenjen za rad u PC okruženju i

koji predstavlja idealnu spregu između računara i smart kartice, pročita sadržaj lične karte sa čipom.

Sekundarni zadaci su prikazivanje podataka, njihovo čuvanje i opcija za štampanje istih.

2.1. Čitač pametnih kartica

Čitač pametnih kartica (*smart card reader*) [1] je elektronski uređaj koji čita (prikazuje podatke) pametne kartice (*smart cards*) i omogućava upis podataka na pametnu karticu. U izradi ovog rada korišćen je *PC USB-SL Reader* [2] proizvođača *Gemalto*.

2.2. Pametna kartica

Pametna kartica je plastična kartica koja u sebi ima ugrađen čip integrisanog kola, a dimenzije su joj kao i kod kreditnih kartica (85,80mm x 53,98mm x 0,80 mm). Zahvaljujući svojim funkcijama: autentifikacije i mehanizma samozaključavanja otporna je na sporne napade i ne zavisi od potencijalnih ranjivih spoljnih resursa. Zbog toga se pametne kartice koriste u aplikacijama koje imaju potrebu za visokim stepenom zaštite i autentifikacije. Pored visokog stepena sigurnosti velika prednost je i trajnost kartice. Sve karakteristike i funkcije *smart* kartica detaljno su opisane u standardu **ISO 7816** [3]. Tipična *smart* kartica ima 8-bitni procesor koji radi na 5 Mhz. Veličina, debljina i otpornost na savijanje pametne kartice su dizajnirani tako da zaštite karticu od fizičkog oštećenja, ali ujedno i ograničavaju količinu memorijskih i procesorskih resursa koji se mogu ugraditi u karticu. Zbog toga pametne kartice uvek rade sa spoljnim perifernim uređajima (čitačima). Ova ograničenja mogu smanjiti sigurnost pametnih kartica ukoliko su spoljni uređaji nepoverljivi i nepouzdati. Po funkcionalnosti pametne kartice se dele na: predefinisane kartice (kartice sa ugrađenim funkcijama) i programabilne kartice. U izradi rada cilj je bio pročitati podatke sa biometrijske lične karte Republike Srbije [4]. Podaci na ličnoj karti su zapisani na srpskom jeziku na latiničnom i ćirilichnom pismu i engleskom alfabetu. Lična karta sadrži sledeće podatke:

- 1) Prezime/Surname
- 2) Ime/Name
- 3) Datum rođenja/Date of birth
- 4) Pol/Sex
- 5) RegistarSKI broj/Registration number
- 6) Datum izdavanja/Issuing date
- 7) Važi do/Valid until

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Velimir Čongradac, doc.

- 8)Dokument izdaje/*Issuing authority*
 - 9)JMBG/*JMBG*
 - 10)Država rođenja/*State of birth*
 - 11)Mesto i opština rođenja/*Place of birth*
 - 12)Prebivalište i adresa stana/*Place of residence*
- Pored ovih podataka nalaze se i lični potpis, slika i otisak prsta.

3.OPIS KORIŠĆENIH TEHNOLOGIJA I ALATA

U ovom radu korišćeno je *Eclipse* razvojno okruženje. Za implementaciju korišćen je *JAVA* objektno-orijentisani programski jezik.

3.1. Korišćene tehnologije

JAVA [5] je objektno orijentisani programski jezik razvijen u kompaniji *Sun Microsystems-a* [6] 1990-tih. Java je programski jezik koji je nezavisan od operativnog sistema, baziran na *C++*, ali sa jednostavnijom sintaksom, stabilnijim *runtime* sistemom i pojednostavljenom kontrolom memorije. U master radu je korišćen *Java Standard Edition* [7], on je razvijen prvenstveno za razvijanje sigurnih i portabilnih aplikacija za desktop platforme uključujući *Linux*, *Macintosh*, *Microsoft Windows* i *Sun Solaris*. Najveća prednost mu je portabilnost, jer u današnjim heterogenim okruženjima kompatibilnost Java rešenja u odnosu na ciljanu platform velika prednost.

3.2. Korišćeni alati

Kao rauvojno okruženje za pisanje svih komponenti korišćen je *Eclipse* [8]. To je opšte-namensko razvojno okruženje koje je uglavnom prilagođeno razvoju Java aplikacija, kao i veb aplikacija. *Eclipse* je prilično konfiguralbilno okruženje zbog mogućnosti da se u njega integrišu neki od mnogobrojnih *plug-in* paketa, u zavisnosti od potreba korisnika i namene. Od korišćenih *plug-in* paketa treba istaći *Window Builder* [9] i *iReport Designer* [10]. *Window Builder* je dvosmerni *Java GUI* (*graphical user interface*) dizajner veoma moćan i jednostavan za korišćenje. *Window Builder* se sastoji od *SWT* dizajnera i *Swing Designer-a*, i uz pomoć njega je veoma lako napraviti *Java GUI* aplikaciju, bez trošenja mnogo vremena na pisanje koda. *WindowBuilder* koristi *WYSIWYG* vizuelni dizajner i alate za kreiranje jednostavnih formi da bi kreirao složenu grafičku formu, prilikom kreiranja forme programski kod se automatski generiše. Dodavanje kontrola se vrši veoma lako pomoću *drag-and-drop-a*,za komande postoji mogućnost dodavanja *event hedlers-a*. Takođe podržava *free-form* editovanje koda (dozvoljava promenu koda na svim mestima). Postoji mnogo načina da napravimo opciju za pravljenje izveštaja u našoj aplikaciji. Međutim kreiranje izveštaja ponekad znači pisanje jako puno programskog koda, takođe izveštaji postaju teški za održavanje, a i potrebno je dugo vremena za njihovo pisanje. Da bi izbegli ove česte probleme odlučio sam se za korišćenje *JasperReports* biblioteke. Ona je najpopularnija *open source* biblioteka za pravljenje izveštaja na svetu, a *iReports Designer* je vizuelni dizajner za *JasperReports*.

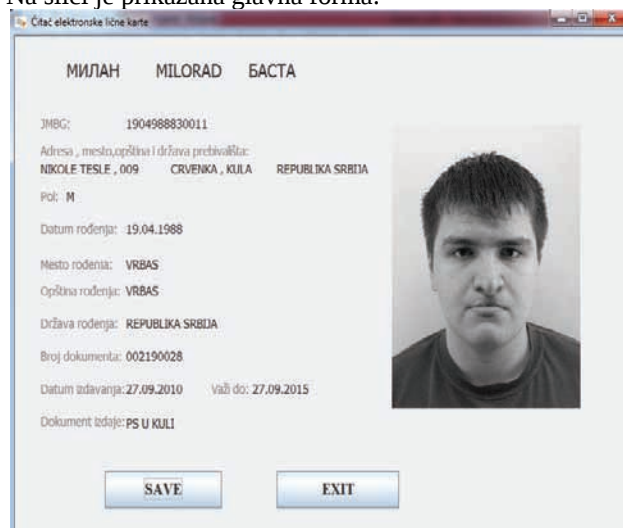
Ova biblioteka nam pruža mogućnost pokazivanja izveštaja na ekranu ili njihov *export* u *xls-u*, *docx-u* i *pdf-u* formatima.

4.OPIS REŠENJA PROBLEMA

Projekat (apliakcija) *Reader* u kojem se nalazi rešenje zadaka koje se sastoji od pet paketa u kojima se nalazi jedanaest klasa i jedan *jrxml* izveštaj u kojima je realizovan zadatak. Prva stvar koju sam morao da uradim je da omogućim povezivanje čitača pametnih kartica sa računarom, ukoliko je čitač pametnih kartica priključen na računar i ako je u čitač na pravi način ubačena biometrijska lična karta Republike Srbije. Sledeći kod otvara glavnu formu, ukoliko je u ispravno priključenom čitaču srpska lična karta.

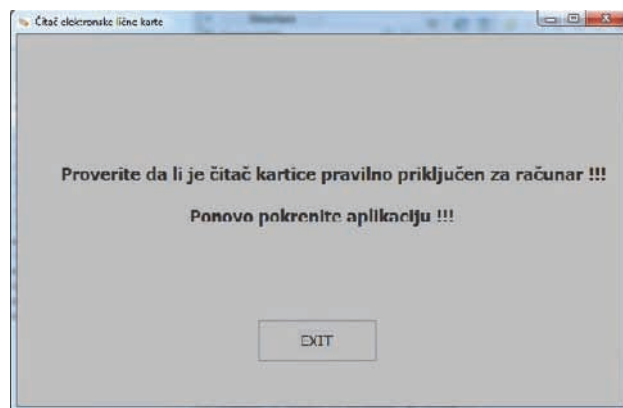
```
MainForm frame = new MainForm(card);
frame.setVisible(true);
```

Na slici je prikazana glavna forma:



Slika 1. Primer glavne forme *MainForm*

Ova forma kao i forme koje će kasnije biti objašnjene je realizovana uz pomoć *plug-in* paketa *Window Builder-a*, a ona proširuje klasu *Jframe*. Ukoliko čitač kartica nije dostupan, bilo da fizički nije povezan sa računarom ili da nije ispravno instaliran dobijamo sledeće obaveštenje.



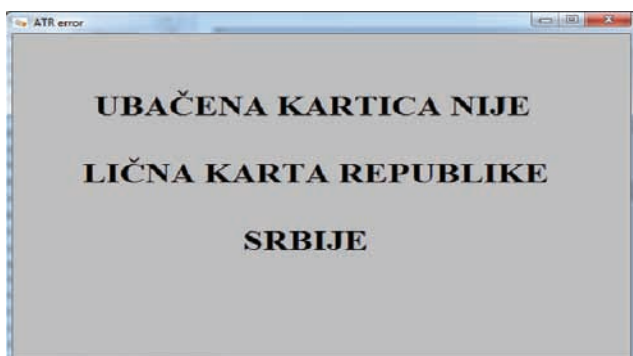
Slika 2. Primer forme *ErrorForm*

4.1. Povezivanje čitača sa računarom i srpskom ličnom kartom

U radu je omogućeno povezivanje računara sa bilo kojim čitačem kartica i čitanje podataka sa kartice. Ukoliko postoji dostupan čitač kartica vrši se izbor željenog čitača. U slučaju kada je dostupno više čitača bira se jedan od ponuđenih. Posle ubacivanja kartice u čitač započinje konektovanje kartice u novom *Thread*-u, koji čeka na promenu statusa. Ukoliko je ubačena kartica biometrijska lična karta Republike Srbije stiće potvrda o pravilnom povezivanju, u suprotnom će program čekati na ubacivanje kartice. Provera da li je ubačena srpska lična karta obavlja se uz pomoć *ATR (Answer to reset)* [11] koda koji je jedinstven za svaki tip kartice, a u skladu sa **ISO 7816** standardom. Sledeći programski kod pokazuje *ATR* kod srpske lične karte:

```
private static final byte[][] known_eid_atrs = {  
  
    {(byte) 0x3B, (byte) 0xB9, (byte) 0x18, (byte) 0x00, (byte) 0x81, (byte) 0x31, (byte) 0xFE, (byte) 0x9E, (byte) 0x80, (byte) 0x73, (byte) 0xFF, (byte) 0x61, (byte) 0x40, (byte) 0x83, (byte) 0x00, (byte) 0x00, (byte) 0x00, (byte) 0xDF},};
```

U slučaju da je u čitač ubačena neka druga pametna kartica, a ne srpska lična karta dobićemo sledeće obaveštenje.



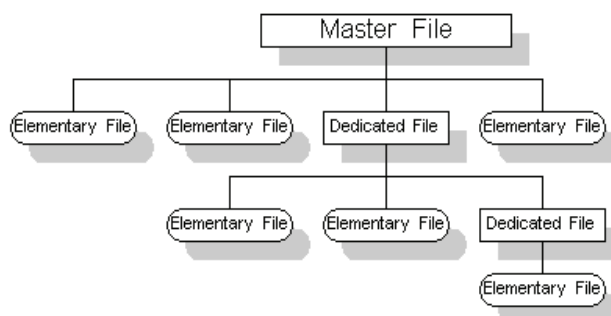
Slika 3 Primer forme *ErrorATR*

4.2. Čitanje podataka sa lične karte Republike Srbije

Smart card i čitač kartice komuniciraju putem malih paketa podataka koji se nazivaju *APDU (Application Protocol Data Units)*. Kartica i čitač koriste zajednički protokol da bi se međusobno identifikovali. Kartica generiše slučajni broj i šalje ga čitaču, koji šifrira broj uz pomoć zajedničkog ključa za šifrovanje, pre nego ga vrati na karticu.

Kartica zatim upoređuje vraćeni rezultat sa sopstvenim šifrovanjem. Ovakav način komunikacije otežava trećim licima napade na sistem. Svaki spoljni uređaj koji komunicira sa karticom, čini sistem više ranjivijim na napade preko komunikacionog linka. Na slici 4 su podaci pametne kartice prikazani u obliku stabla prikazanog na slici 4.

Master fajl - *root* sadrži nekoliko osnovnih fajlova (*EF - elementary file*) i nekoliko *DF - dedicated* files. Klasa *CommandAPDU* [15], je definisana **ISO 7816-4** [12] standardom. Konstruktor *CommandAPDU* se sastoji od četiri bajta zaglavlja i uslovnog tela promenljive dužine. *CommandAPDU(cla,ins,p1,p2)*



Slika 4. Podaci sa pametne kartice

```
ResponseAPDU r = channel.transmit(new  
CommandAPDU(0x00, 0xA4, 0x08, 0x00));
```

Prvi bajt konstruktora *cla* ili *class byte* 0x00 nam pokazuje da je komanda u skladu sa **ISO/IEC 7816** standardom i pokazuje nam koji je format poruke. Vrednost *A4* instrukcionog bajta- *ins (instruction)* nam govori da se radi o komandi za selekciju fajla i koji je kodiran da omogući prenos sa bilo kog definisanog protokola. Pored ovih komandi, veoma važna stvar su i odgovori koji nam stižu, oni se šalju u vidu dva statusna bajta *SW1-SW2*. Uz pomoć ovih komandi mi možemo da pročitamo podatke sa lične karte.

4.3. Ispisivanje i čuvanje podataka sa lične karte

Na glavnoj formi koju smo imali priliku da vidimo na slici 1. pored podataka i slike, vidljiva su i dva dugmeta. Dugme *exit* koje ako pritisnemo nam omogućava zatvaranje glavne forme, i dugme *save* uz pomoć kojeg otvaramo izveštaj sa podacima. Kao što smo ranije spomenuli *JasperReports* nam nudi mogućnost čuvanja podataka u različitim formatima. Sledeći kod nam pokazuje kako se popunjava izveštaj (u ovm slučaju mesto) uz pomoć *JasperViewerFrame-a* i *izveštaj.jrxml*.

```
Map params = new HashMap(18)  
params.put("MESTO", eidInfo.getPlace());
```

5. ZAKLJUČAK

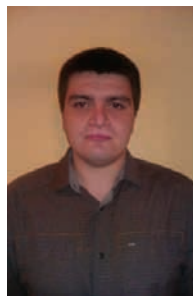
Osnovni zadatak master rada povezivanje sa računarom i ličnom kartom je u potpunosti realizovan, kao i čitanje podataka sa lične karte. Prikazivanje podataka, njihovo čuvanje i opciono štampanje je takođe učinjeno, najviše zahvaljujući *WindowBuilder-u* i *iReport Designer-u* koji su u mnogome olakšali pisanje programskog koda i značajno ubrzali izradu rada. Prednosti ovoga rada su velika trajnost lične karte i čitača pametnih kartica za malu tržišnu cenu. Jedna od prednosti je i visoka tolerancija na spoljne napade na karticu, kao i to da jedna lična karta nije namenjena za tačno određeni čitač. Tačnije bilo koji čitač koji ispunjava **ISO 7816** standard može se povezati i očitati biometrijsku ličnu kartu Republike Srbije. Jedna od prednosti je i što su svi programi *open source*, što dodatno olakšava upotrebu i smanjuje troškove. Zbog načina izrade kartice koja joj omogućava duži vek trajanja memorijski prostor na čipu je smanjen. Kroz dalji razvoj ovog rada mogle bi se realizovati aplikacije koje bi upravljale pravom pristupa

pametnim zgradama i kućama, radnim mestima (kancelarijama), podešavanjem i startovanjem (stopiranjem) raznih uređaja i mašina.

6. LITERATURA

- [1] Wolfgang Rankl, Wolfgang Effing, „Smart card handbook”, 2010.
- [2] <http://www.gemalto.com/>
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC_7816
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Serbian_identity_card
- [5] Bruce Eckel, „Thinking in Java”, New Jercey, 1998.
- [6] <http://www.oracle.com/us/sun/index.htm>
- [7] Бранко Милосављевић, Милан Видаковић, „Јава и интернет програмирање“, 2002.
- [8] <http://www.eclipse.org/downloads/moreinfo/java.php>
- [9] Kelly Hoose Johnson, „The window builder“, 2012.
- [10] David R. Heffelfinger, „JasperReports 3.5 for Java developers“, 2010.
- [11] Antonio Bustos Rodriguez, „Cryptographic functions in a smart card“, 2009/2010.
- [12] http://www.cardwerk.com/smartcards/smartcard_standard_ISO7816-4.aspx

Kratka biografija:



Milan Basta rođen je u Vrbasu 19.04.1988. godine. Fakultet tehničkih nauka upisuje 2007. godine, studijski program Automatika i računarstvo. U trećoj godini studija se usmerava na odsek za Automatiku i upravljanje sistemima. Osnovne akademske studije – Bechelor završava 2011. godine, završni rad (Bechelor) iz oblasti Upravljanje procesima računarom nosi naziv „Automatizacija sistema vodosnabdevanja Prilep- objekat R3 Toptaš“. Iste godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu upisuje master studije na smeru Automatika i upravljanje sistemima. Pored toga vanredno upisuje master studije iz Inženjerskog menadžmenta na smeru Investicioni menadžment, na istom fakultetu.

ПРИМЕНА FUZZY ЛОГИКЕ КОД УПРАВЉАЊА РАДОМ FAN COIL-a USING FUZZY LOGIC IN MANAGING THE WORK OF A FAN COIL

Александар Милошевић, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – Овај рад укратко описује пројектовање fuzzy регулатора зарад интелигентније регулације температуре уз помоћ fan coil-a унутар затвореног простора. Интелигентније у поређењу са, у овом случају CPU базираним термостатима који су описани у наставку рада. Идеја је направити fuzzy регулатор који врши предикцију укључивања fan coil система како би се достигла жељена температура у време задато од стране корисника.

Abstract – This paper briefly describes the design of fuzzy controllers for the sake of intelligent control temperature with a fan coil inside a closed space. Intelligent compared to, in this case, the CPU-based thermostats which are described in this project. The idea is to create a fuzzy controller that performs prediction of turning on fan coil system in order to reach the desired temperature at the time given by the user.

Кључне речи: fuzzy регулатори, fuzzy контролери, регулација температуре, термостати, fan coil системи

1. УВОД

Конвенционални као и CPU базирани термостати користе две величине за регулацију температуре – тренутну и жељену температуру. Конкретно, PI регулатор унутар термостата „TSTAT 5E“ тренутну температуру просторије упоређује са жељеном температуром и на основу те разлике врши регулацију отворености вентила за хлађење или грејање. Уколико је одабран Auto режим рада термостата, PI регулатор поред вентила води рачуна и о брзини обртања вентилатора. У том случају регулација температуре потпуно је препуштена PI регулатору који ће за најкраће могуће време достићи жељену температуру. Међутим, уколико желимо да у жељено време достигнемо жељену температуру, то неће бити могуће уз помоћ PI регулатора. Самим тим циљ је направити fuzzy регулатор који ће моћи на основу висине тренутне, жељене и спољне температуре, да израчуна време потребно за достизање жељене температуре и за толико раније у односу на задато време, стартује fan coil систем.

У наставку рада налази се опис термостата „TSTAT 5E“ на основу којег је и креиран fuzzy регулатор, као и реализација fuzzy регулатора.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др. Велимир Чонградац, доц.

2. ОПИС ТЕРМОСТАТА „TSTAT 5E“

Овај функцијски CPU базирани термостат намењен је за мање системе грејања и хлађења у стамбеним и комерцијалним објектима. Ова јединица пружа могућности које у потпуности бацају у сенку стандардне механичке термостате по питању цена у конвенционалним HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning) пројектима. Јединица долази у неколико модела који одговарају било којој механичкој опреми или апликацији, [2]. У наставку је приказан изглед термостата „TSTAT 5E“ (Слика 1).



Слика 1 – Изглед термостата „TSTAT 5E“

2.1. Стандардне операције на уређају

Током нормалног рада на екрану термостата биће приказана тренутна температура просторије. Притиском на било који од горњих тастера на екрану ће се појавити вредност жељене (задате) температуре. Сваким следећим притиском на тастере врши се подешавање жељене температуре на горе/доле за 1 степен.

Термостат може бити подешен за рад у степенима (Целзијус или Фаренхајт) у напредном менију. Након 10 секунди мировања, тастатура се искључује и на екрану се поново појављује тренутна температура.

Уз помоћ доњих тастера врши се подешавање рада термостата и то следеће операције: искључивање уређаја, постављање неке од три брзине рада вентилатора и аутоматски режим рада уређаја.

Притиском на било који од доњих тастера на екрану ће се приказати тренутни режим рада, а сваким наредним врши се подешавање рада уређаја.

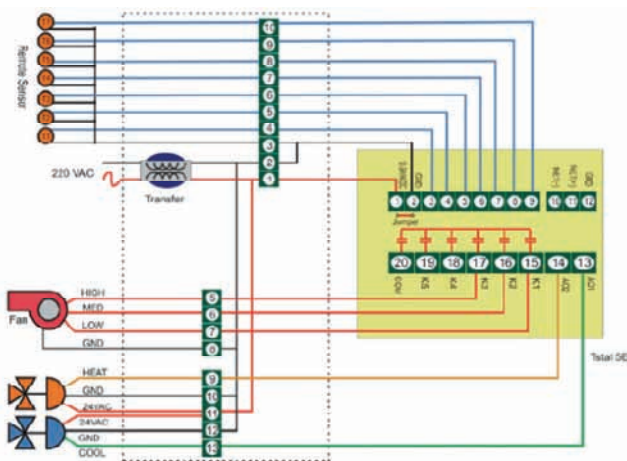
2.2. Повезивање термостата

У (Табела 1) налази се опис прикључака на терминал-блоку термостата.

Табела 1- Опис прикључака терминал-блока термостата

Редни број прикључка	Опис прикључка
1	24VAC улаз
2	Уземљење
3,4,5,6,7,8,9	Аналогни улази
10,11,12	Мрежна комуникација
13,14	Аналогни излази
15,16,17,18,19	Излази 24VAC
20	COM прикључак

На (Слика 2) приказана је шема повезивања термостата „TSTAT 5E“ са *fan coil* системом.



Слика 2 - Шема повезивања термостата „TSTAT 5E“

3. ИЗРАДА FUZZY РЕГУЛАТОРА

У конкретном случају, *Fuzzy* регулатор поседује три улазна и четири излазна сигнала. Улазни сигнали су:

- $Tdif1(k)$ – разлика између жељене ($Tstp$) и тренутне ($Tcur(k)$) температуре:

$$Tdif1(k) = Tstp - Tcur(k)$$
- $derTdif1(k)$ – промена разлике жељене и тренутне температуре:

$$derTdif1(k) = Tdif1(k) - Tdif1(k-1)$$
- $Tdif2(k)$ – температурни коефицијент који се састоји од тренутне ($Tcur(k)$), жељене ($Tstp$) и спољне ($Tout(k)$) температуре, као и коефицијента дисипације енергије μ :

$$Tdif2(k) = Tdif1(k) + \mu \cdot (Tcur(k) - Tout(k))$$

Излазне сигнале чине:

- $Vheat$ – отвореност вентила за грејање:

$$Vheat(k) = f(Tdif1(k), derTdif1(k))$$
- $Vcool$ – отвореност вентила за хлађење:

$$Vcool(k) = f(Tdif1(k), derTdif1(k))$$
- Fan – брзина окретања вентилатора:

$$Fan(k) = f(Mode, Tdif1(k), derTdif1(k))$$
- $Predict$ – разлика у односу на задато време започињања рада *fan coil*-а:

$$Predict = f(Tdif2(k))$$

Разматраћемо само ситуацију када је термостат у *Auto* режиму рада јер у том случају регулатор контролише вентиле за грејање и хлађење, брзину окретања

вентилатора, а у нашем случају и време укључивања *fan coil*-а.

Уз помоћ сигнала $Tdif1(k)$ и $derTdif1(k)$ врши се регулација отворености вентила $Vheat(k)$ и $Vcool(k)$ чије вредности се крећу од 0 до 100%. Од њих такође зависи и стање излазног сигнала $Fan(k)$.

Излазна величина *Prediction* зависи од улазног коефицијента $Tdif2(k)$. Њена вредност креће се од 0 до 60 мин и она означава за колико ће се минута систем укључити раније у односу на задато жељено време. Улазни сигнал $Tdif(k)$ садржи константу μ која представља коефицијент дисипације енергије. Тај коефицијент зависи од више фактора као што су топлотна изолација просторије, димензионисаност грејања/хлађења, итд. и није предмет овог рада.

У (Табела 2) представљене су лингвистичке променљиве које су коришћене у раду.

Табела 2 - Лингвистичке променљиве

NL – Negative Low
NM – Negative Medium
NS – Negative Small
ZE – Zero
PS – Positive Small
PM – Positive Medium
PL – Positive Large
OFF
LOW
MEDIUM
HIGH
AUTO
ZERO

Fuzzy регулатор испројектован је у *Fuzzy logic Toolbox/FIS Editor Viewer* алату у склопу *MATLAB*-а,[3].

Изабран је *Mamdani* тип регулатора са *bisector* типом дефазификације. Следи приказ *FanCoils_Mamdani.fis* конфигурационог фајла у коме се налазе све горенаведене дефиниције улазних/излазних сигнала и правила:

```
[System]
Name='FanCoils_Mamdani'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=3
NumOutputs=4
NumRules=56
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='sum'
DefuzzMethod='bisector'
```

```
[Input1]
Name='Tdif1'
Range=[-50 50]
NumMFs=7
MF1='NL':'trapmf',[-50 -50 -6 -4]
MF2='ZE':'trimf',[-2 0 2]
MF3='PM':'trimf',[2 4 6]
```

```

MF4='NM': 'trimf', [-6 -4 -2]
MF5='NS': 'trimf', [-4 -2 0]
MF6='PS': 'trimf', [0 2 4]
MF7='PL': 'trapmf', [4 6 50 50]

[Input2]
Name='derTdif1'
Range=[-50 50]
NumMFs=7
MF1='NL': 'trapmf', [-50 -50 -6 -4]
MF2='ZE': 'trimf', [-2 0 2]
MF3='PM': 'trimf', [2 4 6]
MF4='NM': 'trimf', [-6 -4 -2]
MF5='NS': 'trimf', [-4 -2 0]
MF6='PS': 'trimf', [0 2 4]
MF7='PL': 'trapmf', [4 6 50 50]

[Input3]
Name='Tdif2'
Range=[-50 50]
NumMFs=7
MF1='NL': 'trapmf', [-50 -50 -20 -10]
MF2='ZE': 'trimf', [-5 0 5]
MF3='PM': 'trimf', [5 10 20]
MF4='NM': 'trimf', [-20 -10 -5]
MF5='NS': 'trimf', [-10 -5 0]
MF6='PS': 'trimf', [0 5 10]
MF7='PL': 'trapmf', [10 20 50 50]

[Output1]
Name='Vheat'
Range=[0 100]
NumMFs=4
MF1='OFF': 'trapmf', [0 0 0 0]
MF2='MEDIUM': 'trimf', [33 66 100]
MF3='HIGH': 'trimf', [66 100 100]
MF4='LOW': 'trimf', [0 33 66]

[Output2]
Name='Vcool'
Range=[0 100]
NumMFs=4
MF1='OFF': 'trapmf', [0 0 0 0]
MF2='MEDIUM': 'trimf', [33 66 100]
MF3='HIGH': 'trimf', [66 100 100]
MF4='LOW': 'trimf', [0 33 66]

[Output3]
Name='Fan'
Range=[0 100]
NumMFs=4
MF1='OFF': 'trapmf', [0 0 1 1]
MF2='LOW': 'trapmf', [33 33 34 34]
MF3='MEDIUM': 'trapmf', [66 66 67 67]
MF4='HIGH': 'trapmf', [99 99 100 100]

[Output4]
Name='Predict'
Range=[0 60]
NumMFs=4
MF1='ZERO': 'trimf', [0 0 0]
MF2='MEDIUM': 'trimf', [15 30 45]
MF3='HIGH': 'trimf', [30 45 60]

```

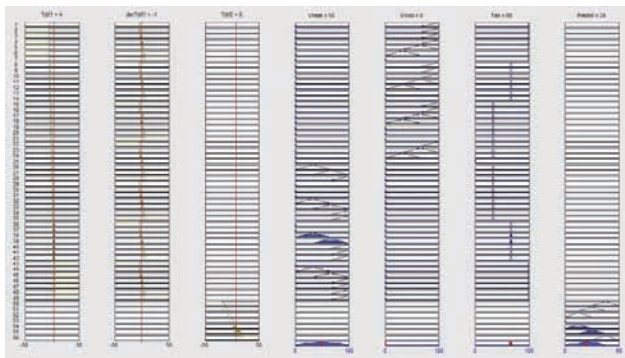
```

MF4='LOW': 'trimf', [0 15 30]

[Rules]
1 1 0, 1 3 4 0 (1) : 1
1 4 0, 1 3 4 0 (1) : 1
1 5 0, 1 3 4 0 (1) : 1
1 2 0, 1 3 4 0 (1) : 1
1 6 0, 1 2 4 0 (1) : 1
1 3 0, 1 4 4 0 (1) : 1
1 7 0, 1 1 4 0 (1) : 1
4 1 0, 1 3 3 0 (1) : 1
4 4 0, 1 3 3 0 (1) : 1
4 5 0, 1 3 3 0 (1) : 1
4 2 0, 1 2 3 0 (1) : 1
4 6 0, 1 4 3 0 (1) : 1
4 3 0, 1 1 3 0 (1) : 1
4 7 0, 1 1 3 0 (1) : 1
5 1 0, 1 3 2 0 (1) : 1
5 4 0, 1 3 2 0 (1) : 1
5 6 0, 1 2 2 0 (1) : 1
5 2 0, 1 4 2 0 (1) : 1
5 6 0, 1 1 2 0 (1) : 1
5 3 0, 1 1 2 0 (1) : 1
5 7 0, 1 1 2 0 (1) : 1
2 1 0, 1 3 2 0 (1) : 1
2 4 0, 1 2 2 0 (1) : 1
2 5 0, 1 4 2 0 (1) : 1
2 2 0, 1 1 1 0 (1) : 1
2 6 0, 4 1 2 0 (1) : 1
2 3 0, 2 1 2 0 (1) : 1
2 7 0, 3 1 2 0 (1) : 1
6 1 0, 1 1 2 0 (1) : 1
6 4 0, 1 1 2 0 (1) : 1
6 5 0, 1 1 2 0 (1) : 1
6 2 0, 4 1 2 0 (1) : 1
6 6 0, 2 1 2 0 (1) : 1
6 3 0, 3 1 2 0 (1) : 1
6 7 0, 3 1 2 0 (1) : 1
3 1 0, 1 1 3 0 (1) : 1
3 4 0, 1 1 3 0 (1) : 1
3 5 0, 4 1 3 0 (1) : 1
3 2 0, 2 1 3 0 (1) : 1
3 6 0, 3 1 3 0 (1) : 1
3 3 0, 3 1 3 0 (1) : 1
3 7 0, 3 1 3 0 (1) : 1
7 1 0, 1 1 4 0 (1) : 1
7 4 0, 4 1 4 0 (1) : 1
7 5 0, 2 1 4 0 (1) : 1
7 2 0, 3 1 4 0 (1) : 1
7 6 0, 3 1 4 0 (1) : 1
7 3 0, 3 1 4 0 (1) : 1
7 7 0, 3 1 4 0 (1) : 1
0 0 1, 0 0 0 3 (1) : 1
0 0 4, 0 0 0 2 (1) : 1
0 0 5, 0 0 0 4 (1) : 1
0 0 2, 0 0 0 1 (1) : 1
0 0 6, 0 0 0 4 (1) : 1
0 0 3, 0 0 0 2 (1) : 1
0 0 7, 0 0 0 3 (1) : 1

```

На (Слика 3) приказан је механизам закључивања.



Слика 3 - Графички приказ закључивања

Прве три колоне представљају улазне сигнале *Tdif1*, *derTdif1* и *Tdif2*. Њихове вредности су респективно 4, -1 и 8 степени Целзијуса. Са овим улазним вредностима побуђена су она правила која су обојена жутом бојом, а као активациони оператор коришћена је *min* операција. У следеће четири колоне (*Vheat*, *Vcool*, *Fan* и *Prediction*) налазе се закључне вредности сваког побуђеног правила. Сви активирани закључци су акумулирани уз помоћ *max* операције и приказани у последњој врсти сваке излазне колоне. Након дефазификације видимо да су њихове вредности респективно 50%, 0%, 66% и 24 мин.

Другим речима, уколико имамо разлику између жељене и тренутне температуре $+4^{\circ}\text{C}$ са тенденцијом опадања те разлике (тј. приближавања жељеној температури) за 1°C након сваког мерног циклуса, *Fuzzy* регулатор ће вентил за грејање држати отвореним на 50%, вентил за хлађење ће бити затворен, а вентилатор ће се окретати у другој брзини (мод 2 = 66% обртаја).

Такође, услед температурног коефицијента који смо добили из више улазних сигнала, наш систем ће грејање започети 24 минута пре задатог жељеног времена.

4. ЗАКЉУЧАК

Чињеница је да су *Fuzzy* регулатори веома популарни због своје релативне једноставности и лакоће пројектовања из простог разлога што за одређен проблем није потребно познавати његов математички модел, већ се његов творац претежно ослања на здрав разум, искуство и интуицију. То за собом повлачи и неке недостатке, а можда највећи од свих је (не)прецизност.

С друге стране, *PI* регулаторе који се налазе у термостатима, као што је већ споменуто у раду, одликује висока прецизност регулације. У конкретном случају регулације температуре у затвореном стамбеном простору, висока прецизност није од кључног значаја, па самим тим овај *Fuzzy* регулатор врло лако може пронаћи своју реалну употребу.

Тренд јесте такав да се све више пажње посвећује системима као што су *Fuzzy* логика, неуронске мреже, експертни системи, тј. системи базирани на вештачкој интелигенцији и нема сумње да ће они једног дана преузети примат због тежње смањења цене коштања утрошених ресурса.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] TEMCO CONTROLS LTD, *TSTAT 5 Microprocessor Based Thermostat Datasheet*, [online]. <http://www.temcocontrols.com/tstat5-modbus-thermostat.htm>
- [2] A. L. Zadeh, *Fuzzy Sets*. University of California, Berkeley: Department of Electrical Engineering and Electronics Research Laboratory, 1965.
- [3] The MathWorks Inc. (2008), *Fuzzy Logic Toolbox 2 – User's Guide*, [online]. www.mathworks.com

Кратка биографија:



Александар Милошевић рођен је у Винковцима (Р. Хрватска) 1984. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Електротехнике и рачунарства – Аутоматика и управљање системима одбранио је 2013.год.

PRIMENA TRANSFORMATORA ZA UZEMLJENJE ZA ZEMLJOSPOJNU ZAŠTITU U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI**APPLICATION OF THE EARTHING TRANSFORMER FOR EARTH FAULT PROTECTION IN DISTRIBUTION NETWORK**

Stevica Simić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – **ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu je opisan transformator za uzemljenje i njegova primjena za zemljospojnu zaštitu u distributivnim mrežama. Istaknuta je oblast primjene ovog transformatora kao i njegovi karakteristični parametri. Opisan je način kako transformator za uzemljenje može da se koristi i za sopstvenu potrošnju. Analizirana je distributivna mreža koja je izolovana i uzemljena preko transformatora za uzemljenje. Upoređeni su rezultati tri proračuna struja kratkog spoja kada je mreža izolovana, uzemljena preko transformatora za uzemljenje i kada je uzemljena preko impedanse za uzemljenje energetskog transformatora.

Abstract – This paper describes the earthing transformer and its application for earth fault protection in distribution networks. application of the transformer and its characteristic parameters are highlighted. It is described usage of earthing transformer for covering substation consumption. In addition, distribution network that is isolated and grounded via earthing transformer is analyzed. It is compared the 3 results of the short-circuit current analysis when the network is isolated, grounded via earthing transformer and grounded through grounding impedance power transformer.

Ključne reči: transformatori, uzemljenje, zaštita.

1. UVOD

Savremeni elektroenergetski sistemi su nezamislivi bez transformatora. Transformator je jedan od najvažnijih elemenata u elektroenergetskom sistemu. Mnogi elektroenergetski elementi i uređaji danas su zamijenjeni sa novijim prije svega elektronskim, međutim transformator je jedan od nezamjenljivih. Uticaj novih tehnologija je samo učinio da transformator bude još efikasniji u radu.

U ovom radu je obrađen transformator za uzemljenje, to je specijalni transformator koji ima ulogu u formiranju vještačke nule tamo gdje je to potrebno, o čemu će u radu biti više riječi. Opisan je princip rada transformatora za uzemljenje, njegove karakteristike i način realizacije. Pored samog transformatora za uzemljenje u radu su prikazani i načini uzemljenja distributivnih mreža i uloga ovog transformatora.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Duško Bekut, red. prof.

U trećoj i četvrtoj glavi opisana je uloga i primjena zemljospojne zaštite i izvršena je analiza mreže sa i bez transformatora za uzemljenje. U posljednja dva dijela rada dati su zaključak i literatura.

2. TRANSFORMATOR ZA UZEMLJENJE I NJEGOVA SVRHA

Transformator za uzemljenje se koristi kada postoji potreba za uzemljenjem mreže na mjestima gdje ne postoji ili nije dostupna tačka za uzemljenje [1-3]. To je specijalni transformator koji se prije svega koristi u tu svrhu. Najčešće izvedbe su u spoju slomljena zvijezda kao jednonamotajni ili u spoju zvijezda-trougao kao dvonamotajni transformator. Transformator za uzemljenje sa više namotaja često se koristi i za napajanje potrošača na niskonaponskoj strani. Uzemljenje preko transformatora za uzemljenje može biti direktno gdje struju jednogpolnog kratkog spoja ograničava samo nulta reaktansa transformatora za uzemljenje. Povećanje te reaktanse može se postići povezivanjem dodatnog otpora u zvijezdište i na taj način se ograničava struja jednogpolnog kratkog spoja. Takvim uzemljenjem preko malog otpora izbjegava se čisto reaktivno uzemljenje i postiže efikasnije prigušenje prenapona.

2.1 Karakteristični parametri transformatora za uzemljenje

U normalnom radu kada je transformator za uzemljenje priključen na trofazni simetrični sistem kroz njegove namotaje teče samo struja magnećenja i struja potrošača priključenih na niskonaponskoj strani (ako postoji). Ako dođe do jednogpolnog kratkog spoja proteći će značajna struja i tu struju transformator za uzemljenje mora provoditi u određenom vremenu. Pošto je transformator za uzemljenje kratkotrajno opterećen njegova tipska snaga je manja od snage transformatora istog naponskog nivoa i nominalne struje jednake kratkotrajnoj struji transformatora za uzemljenje. Karakteristični parametri transformatora za uzemljenje su [4]:

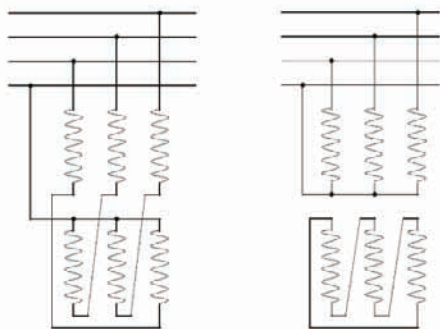
- glavni namotaj – namotaj transformatora za uzemljenje čiji se izvodi spajaju na faze sistema koji se uzemljuje
- nominalni napon – napon nominalne frekvencije između linijskih stezaljki namotaja
- nominalna nulta struja – struja koja teče kroz nultu tačku glavnog namotaja pri nominalnoj frekvenciji za koju je transformator za

uzemljenje pravljeno da je provodi trajno ili u određenom vremenu

- nominalna snaga sekundarnog namotaja – kod transformatora za uzemljenje sekundarni namotaj se koristi za napajanje potrošača na niskonaponskoj strani. Snaga ovog namotaja se definiše kao snaga kojom sekundarni namotaj može trajno napajati potrošače priključene na njega, a da se pri tome ne pređe granično zagrijavanje koje propisuju propisi.
- nominalna trajna struja transformatora za uzemljenje sa sekundarnim namotajem – struja pri nominalnoj frekvenciji određena nominalnom snagom sekundarnog namotaja
- nulta impedansa – impedansa po fazi pri nominalnoj frekvenciji, jednaka trostrukom iznosu mjerenom između linijskih izvoda trofaznog namotaja u spoju zvijezda spojenih zajedno i nulte tačke.
- tipska snaga – pošto je transformator za uzemljenje specijalni transformator koji se prvenstveno koristi za uzemljenje mreža, a ne za prenos snage, njegova tipska snaga se definiše kao nominalna snaga dvonamotajnog transformatora bez regulacije u čije namotaje je ugrađena ista količina bakra kao i u namotaje transformatora za uzemljenje.

2.2 Izvedbe transformatora za uzemljenje

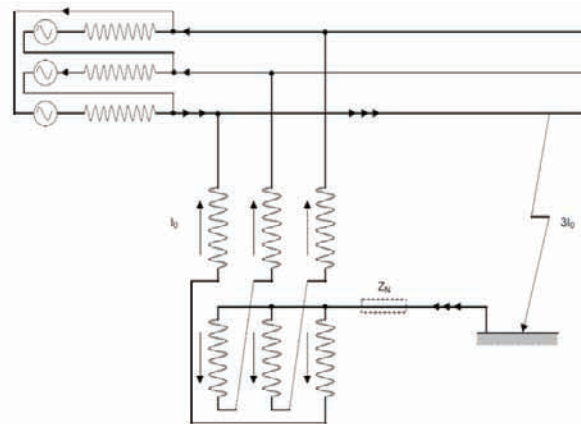
Izvedba transformatora za uzemljenje mora biti takva da se u slučaju nastanka jednopolnog kratkog spoja struje mogu zatvoriti kroz namotaje transformatora. Transformatori za uzemljenje najčešće su u spoju slomljena zvijezda ili zvijezda-trougao (slika 2.2.1)



Slika 2.2.1 – Spoj transformatora za uzemljenje

Na slici 2.2.2 Prikazano je stanje u transformatoru za uzemljenje u slučaju jednopolnog kratkog spoja. Strana izvora može se prikazati u spoju trougao kao izvor i reaktansa koja obuhvata uz rasipnu reaktansu generatora i sve serijske reaktanse između transformatora za uzemljenje i izvora. Neutralna tačka transformatora može biti uzemljena direktno ili preko dodatne impedanse Z_n . Ako se transformator za uzemljenje ne koristi i kao transformator za sopstvenu potrošnju otpornik može biti

ugrađen između stezaljki namotaja transformatora i mreže. U tom slučaju potrebna su tri otpornika kroz koje teče trećina nulte struje. Ti otpornici moraju biti dimenzionisani za linijski napon, dok je neutralna tačka za uzemljenje transformatora direktno spojena sa zemljom pa može imati i niži stepen izolacije. Da bi efekat bio isti kao kad je otpornik spojen u neutralnoj tački transformatora vrijednost otpora svakog otpornika treba da bude tri puta veća od otpornika spojenog u neutralnoj tački transformatora.



Slika.2.2.2 – Stanje u transformatoru za uzemljenje u spoju slomljena zvijezda pri jednopolnom kratkom spoju

3. ZEMLJOSPOJNA ZAŠTITA

Kod transformatora sa neutralnom tačkom uzemljenom preko otpora za ograničenje struje jednopolnog kratkog spoja diferencijalna zaštita štiti samo manji dio namota od proboja prema kućištu transformatora. Može se desiti da struje kratkih spojeva budu istog reda ili čak manje od veličine struje pri kojoj se djeluje diferencijalnom zaštitom, pa postoji mogućnost da jedan broj kratkih spojeva ne bude detektovan. Zato se diferencijalna zaštita najčešće primjenjuje kod transformatora većih snaga.

3.1 Vrijeme djelovanja zemljospojne zaštite

Svaki zemljospoj u mreži čija je neutralna tačka uzemljena direktno ili preko niskoomske impedanse mora da se isključi brzim djelovanjem zaštite.

Vrijeme djelovanja zaštite treba da bude podešeno tako da obezbijedi selektivan rad zaštitnih uređaja u mreži, vodeći jednovremeno računa o ispunjenju uslova bezbjednosti od napona dodira u postrojenjima, na mreži i u instalacijama potrošača. Vrijeme trljanja zemljospoja se određuje za uslove normalnog rada zaštitnih uređaja i prekidača [3].

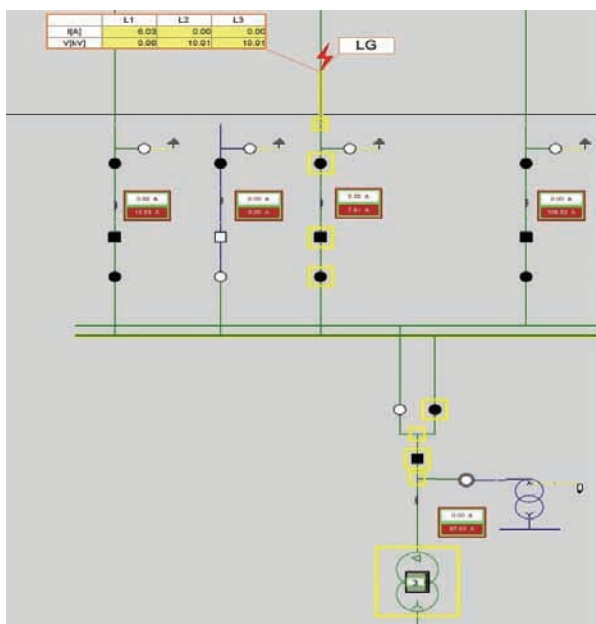
- Vrijeme trljanja zemljospoja u mreži 110 kV ne prelazi 0.5 s. Vrijeme beznaponske pauze automatskog ponovnog uključjenja treba da bude duže od 0.5 s.
- Vrijeme trljanja zemljospoja u mreži 35 kV ne prelazi 2.5 s. Vrijeme beznaponske pauze automatskog ponovnog uključjenja treba da bude duže od 0.5 s.
- Ako je neutralna tačka mreže 10 kV ili 20 kV izolovana onda odabrana zemljospojna zaštita

zavisi od veličine kapacitivne struje zemljospoja. Ako ukupna kapacitivna struja zemljospoja ne prelazi 10 A, dovoljna je samo signalizacija zemljospoja, a rad mreže se nastavlja i pod zemljospojem. Međutim, djelovanjem zaštite, automatike ili ručno, vod koji je u zemljospoju mora da se isključi najkasnije u roku od 2 sata. U suprotnom se povećava vjerovatnoća pojave dvostrukih zemljospojeva koji bi mogli termički da ugroze uzemljivače postrojenja i izazovu veoma visoke napone dodira u postrojenju i NN mreži. Veoma dug rad mreže pod zemljospojem može nepovoljno da utiče na sigurnost rada pojedinih elemenata mreže i postrojenja.

- Ako je ukupna kapacitivna struja veća od 10 A primjenjuje se usmjerena zemljospojna zaštita, čije vrijeme djelovanja treba da iznosi od 0.5 s do 3 s.
- Ako je neutralna tačka mreže 10 kV ili 20 kV uzemljena preko niskoomske impedanse, vrijeme djelovanja zemljospojne zaštite na izvodim 10(20) kV u postrojenjima 110/10(20) kV, 110/35/10 kV i 35/10 kV treba da iznosi 0.5 s do 1 s.

4. ANALIZA STRUJA KRATKIH SPOJEVA U MREŽI SA I BEZ TRANSFORMATORA ZA UZEMLJENJE

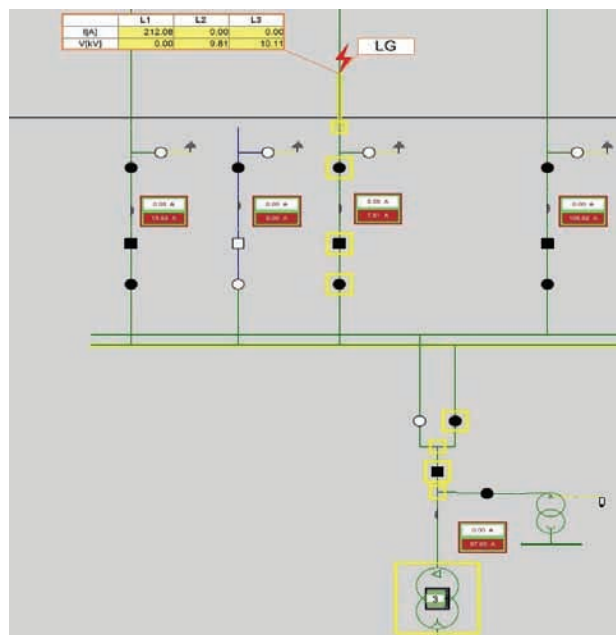
Kao što je ranije navedeno, transformator za uzemljenje služi da bi se formirala vještačka nula tj. da se omogući uzemljenje mreže koja je izolovana. Na slici. 4.1 prikazana je izolovana mreža sa transformatorom 35/10 kV u sprezi Yd5. Pri simulaciji jednopolnog kratkog spoja u mreži prikazanoj na slici 4.1 vidi se da je struja jednopolnog kratkog spoja svega 6.03 A jer je mreža izolovana. U ovom slučaju je u pitanju dozemni spoj.



Slika 4.1 – Analiza izolovane mreže

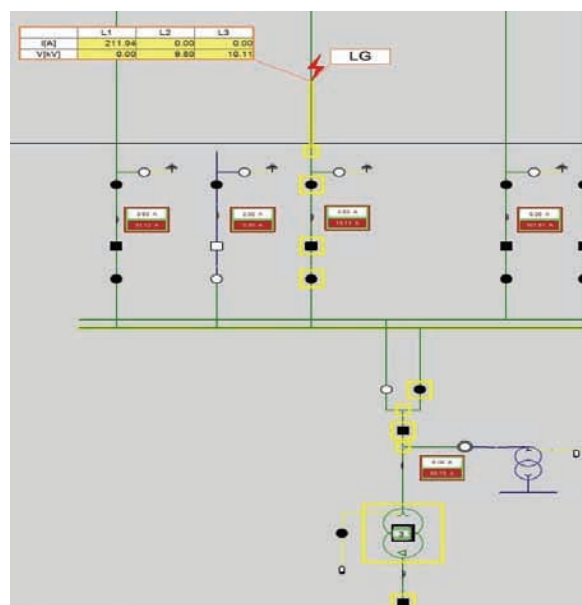
Ovakvu struju je relativno teško detektovati, a pri tome se često ima situacija da je njena vrednost blizu vrednosti kada prestaje samogašenje luka. Da bi se rešio ovaj

problem potrebno je ugraditi transformator za uzemljenje. Analiza struja kratkih spojeva mreža sa transformatorom za uzemljenje prikazana je na slici 4.2. Takođe je analizirana mreža koja se (za potrebe analize) napaja preko transformatora Dy i koja je uzemljena preko transformatora za uzemljenje i otpornika. Na slici 4.2 vidi se da je struja jednopolnog kratkog spoja 212.08 A, što je i bio cilj kako bi se mogla detektovati struja i obezbediti sigurnija prorada relejne(zemljospojne) zaštite.



Slika 4.2 – Analiza mreže koja je uzemljena preko transformatora za uzemljenje

Na slici 4.3 jer razmatran slučaj kada je za uzemljenje korišćeno zvjezdište energetskog transformatora gdje dodat niskoomski otpornik ($R=20\Omega$) za ograničavanje struje jednopolnog kratkog spoja. Struja jednopolnog kratkog spoja je iste vrijednosti kao i u slučaju kada je mreža uzemljena preko transformatora za uzemljenje.



Slika 4.3 – Analiza mreže koja je uzemljena preko impedanse vezane za zvezdište energetskog transformatora

5. ZAKLJUČAK

Transformator za uzemljenje ima veoma važnu ulogu u elektroenergetskom sistemu. Prije svega što omogućava da se izvrši uzemljenje elektrodistributivne mreže koja je izolovana, a samim tim da se zaštiti i elektroenergetski sistem. Druga dobra strana ovog transformatora je što može da se koristi i za sopstvenu potrošnju u transformatorskim stanicama, odnosno da ima funkciju kućnog transformatora. Na ovaj način se ostvaruje dodatna ušteda.

Transformator za uzemljenje je našao veliku primjenu u elektrodistributivnim mrežama koje su rekonstruisane i gde je napon 35 kV i 10 kV zamijenjen sa naponom od 20 kV. Pri istom dozemnom kapacitetu, sa prelaskom sa 10 kV na 20 kV, zemljospojne struje će se udvostručiti pa je u to slučaju neophodno koristiti mehanizam uzemljenja mreža, gde je transformator za uzemljenje našao svoju primjenu.

6. LITERATURA

[1] D. Bekut, Relejna zaštita, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2009.

[2] J. Nahman, Uzemljenje neutralne tačke distributivnih mreža, Naučna knjiga, Beograd 1980.

[3] Tehničke preporuke direkcije za distribuciju električne energije, Srbija, 1998.

[4] M. Čorak, Izbor parametara transformatora za uzemljenje, Zagreb 2002.

Kratka biografija:



Stevica Simić rođen je u Bijeljini 1987. god. gdje je završio osnovnu i srednju elektrotehničku školu. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetika odbranio je 2013.god.

**PROŠIRIVI SIMULATOR EKSTERNIH PODSISTEMA VISOKO DOSTUPNOG
KOMPLEKSNOG SOFTVERSKOG SISTEMA****EXTENSIBLE SIMULATOR OF EXTERNAL SUBSYSTEMS FOR HIGHLY AVAILABLE
COMPLEX SOFTWARE SISTEM**

Aleksandar Dodić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad obuhvata realizaciju proširivog simulatora za podršku testiranja integracionih komponenti softverskog sistema za upravljanje distributivnom energetsom mrežom. Razlog realizacije proširivog simulatora je nepostojanje adekvatnog alata, koji podržava skup svih test scenarija za testiranje integracionih komponenti softverskog sistema za upravljanje distributivnom mrežom. U radu su opisani preduzeti koraci realizacije proširivog simulatora, koji otklanja navedene probleme.

Abstract – This paper describes realization of an extensible simulator for testing integration components of distribution management software system. Reason for realisation of the extensible simulator is absence of appropriate tool, which supports set of all test scenarios for testing integration components of distribution management software system. Realization steps of the extensible simulator are given, which eliminates mentioned problems.

Ključne reči: Simulacija, Proširivost, SCADA, Test sistem

1. UVOD

Visoko dostupni softverski sistem ima zadatak da unapredi efikasnost, ekonomičnost i održivost proizvodnje i isporuke vode, gasa ili električne energije. To je postignuto automatizacijom radnji, poput otvaranja i zatvaranja prekidača, a koje su se u prošlosti obavljale manualno. U energetici, takvi sistemi se sastoje iz integrisanih sistema za nadzor, kontrolu i akviziciju podataka (eng. **Supervisory Control And Data Acquisition**, SCADA) i sistema za upravljanje distributivnom mrežom (eng. **Distribution Management System**), koji obezbeđuje funkcionalnost analize trenutnog stanja distributivne mreže. Pored navedenih, moguće je da budu prisutni i drugi sistemi raznih namena.

Svaka komponenta visoko dostupnog kompleksnog softverskog sistema mora da nudi skup pristupnih tačaka - interfejs, preko kojeg ostale komponente mogu da komuniciraju sa datom komponentom.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miroslav Hajduković, redovni profesor.

Interfejsi se oslanjaju na neki komunikacioni protokol ili na tehnologije distribuiranog programiranja, kao što su CORBA [1] i DCOM [2].

Sistem za upravljanje distributivnom mrežom može biti integrisan sa različitim SCADA sistemima, ali i sa sistemima različitih namena. Integracija se uvodi zbog potreba razmene podataka dinamičke prirode, pod koje spadaju vrednosti raznih merenja, stanja prekidača, kao i ostalih elemenata distributivne mreže, koji predstavljaju njeno stanje.

2. OPIS REŠAVANOG PROBLEMA

Pre isporuke sistema za upravljanje distributivnom mrežom, njegov integracioni sloj mora biti istestiran u cilju otklanjanja mogućih grešaka. Za testiranje integracionog sloja sistema za upravljanje distributivnom mrežom, potrebno je obezbediti simulator eksternog sistema, sa kojim se on integriše. U praksi je čest slučaj da simulatori eksternih sistema nisu uvek na raspolaganju. Tada je simulator eksternog sistema potrebno implementirati, što oduzima dosta resursa. U slučaju da postoji simulator eksternog sistema, javlja se problem pri konfigurisanju i korišćenju, jer eksterni sistemi mogu biti izuzetno složeni. Tada je potrebno uložiti dosta vremena i truda za savladavanje konfigurisanja i korišćenja. Pored navedenog, česti slučaj je da simulatori eksternih sistema ne podržavaju ceo skup mogućih scenarija, koji se mogu desiti u radu, gde je najvažnije testiranje performansi, odnosno stres testiranje.

Navedene probleme je moguće eliminisati realizacijom jednog rešenja, koje će implementirati sve zajedničke funkcionalnosti eksternih sistema, a koje će imati mogućnost proširenja. Pod proširenjem se podrazumeva programski modul (eng. **plug-in**), koji će sa jedne strane implementirati komunikaciju sa jedinstvenim simulatorom, a sa druge strane će implementirati komunikaciju sa sistemom za upravljanje distributivnom mrežom preko određenog komunikacionog protokola. Tako se implementacija budućih simulatora eksternih sistema svodi samo na implementiranje odgovarajućih programskih modula, uz minimalan uloženi napor.

U radu je implementirano rešenje, koje predstavlja simulator SCADA sistema, kao eksternog sistema, koji sa sistemom za upravljanje distributivnom mrežom komunicira preko OPC specifikacije. To znači da se takav simulator koristi isključivo za generisanje promena

vrednosti, koje sa SCADA-e, stižu do sistema za upravljanje distributivnom mrežom.

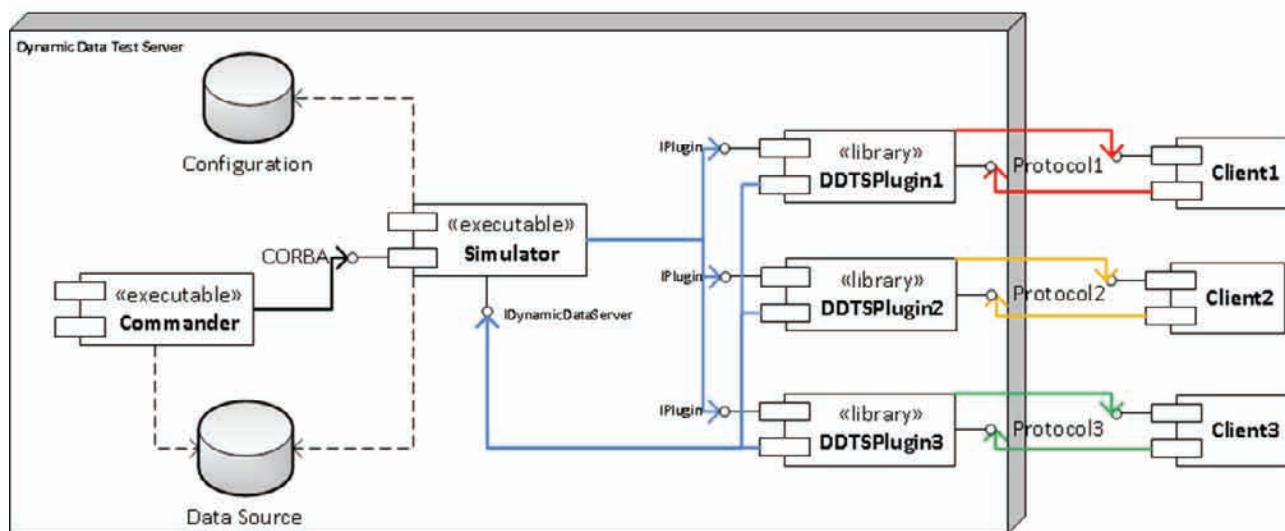
3. OPIS REŠENJA PROBLEMA

Proširivi simulator eksternih sistema, opisan u ovom radu, je nazvan "Test server dinamičkih podataka" (eng. **Dynamic Data Test Server**, DDTS). Opšta arhitektura DDTS-a je prikazana na slici 1.

Na slici 1. se može uočiti da se DDTS sastoji iz nekoliko komponenti:

- **Simulator**,
- **Commander**,
- **Configuration**,
- **Datasource** i
- Programski moduli (**DDTSPlugin1...**).

Simulator je centralna komponenta DDTS-a. **Simulator** obavlja simulaciju promena vrednosti mernih tačaka, aktivira programske module, upravlja njihovim stanjima i prosleđuje im promenjene vrednosti mernih tačaka. **Simulator** podržava simulaciju analognih mernih tačaka (merenja) i digitalnih mernih tačaka (prekidača).

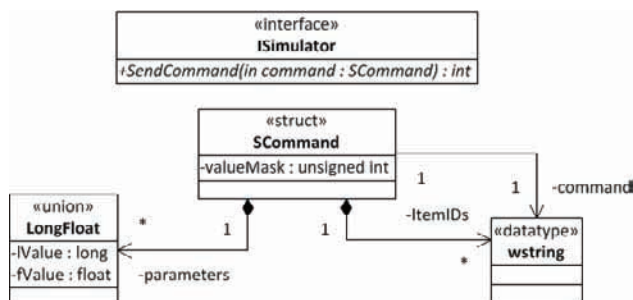


Slika 1. Dijagram komponenti DDTS-a

Podržana su sledeća pravila simulacije:

- promena vrednosti po sinusnoj i kosinusnoj matematičkoj funkciji (samo za analogne merne tačke),
- koraka promena vrednosti (vrednost se uvećava za zadati korak),
- promena vrednosti alternacijom i
- nasumična promena vrednosti.

Commander nudi korisnički interfejs za upravljanje radom **Simulator**-a. Služi za zadavanje naredbi, koje će **Simulator** izvršavati. Pošto su **Simulator** i **Commander** dva odvojena procesa, njihova komunikacija se odvija posredstvom CORBA-e. **Simulator** i **Commander** komuniciraju preko CORBA interfejsa **ISimulator**, koji je predstavljen na slici 2, zajedno.



Slika 2. ISimulator interfejs

ISimulator sadrži metodu **SendCommand()**, pomoću koje **Commander** šalje naredbe **Simulator**-u.

Simulator učitava iz dve baze podataka potrebnu konfiguraciju, kao i merne tačke, koje treba da obezbedi za dinamičku razmenu podataka. Pomenute baze podataka su nazvane **Configuration** i **Datasource**. **Configuration** baza podataka sadrži konfiguracione parametre, koji utiču na ponašanje **Simulator**-a, kao i konfiguracione parametre, koji utiču na ponašanje programskih modula. **Datasource** baza podataka sadrži merne tačke, koje DDTS treba da nudi klijentima.

Programski moduli su dinamičke biblioteke, koje implementiraju serversku stranu razmene podataka preko određenog komunikacionog protokola. Poseban programski modul odgovara svakom komunikacionom protokolu, na kojem se zasniva integracija dva sistema.

Razlog da se podrži više programskih modula istovremeno je to što, sistem za upravljanje distributivnom mrežom može biti integrisan sa više različitih eksternih sistema u jednom trenutku. U koliko bi DDTS podržao samo jedan programski modul, tada bi bilo potrebno obezbediti po jedan računar za svaki simulator eksternog sistema. Na taj način, za simulator zaličitih eksternih sistema je dovoljno obezbediti samo jedan računar.

Programski moduli preslikavaju podatke iz internog DDTS modela u oblik podataka dogovoren za integraciju sistema za upravljanje distributivnom mrežom sa eksternim sistemom. Programski moduli dele adresni prostor sa **Simulator**-om, tako da se komunikacija između njih obavlja direktnim pozivom metoda, koje su deo C++

interfejsa **Simulator**-a i programskog modula. Interfejsi, preko kojih komuniciraju **Simulator** i programski moduli su prikazani na slici 3.

«interface» IDynamicDataServer	«interface» IPlugin
+Write(in items : TItemMap) +Resume() +Pause()	+Configure(in properties : std::map<std::wstring, std::wstring>) +UpdateCache(in itemIDs : TUIntSet) +Control(in eAction : EDDTSControl)

Slika 3. IDynamicDataServer i IPlugin interfejsi

Simulator implementira IDynamicDataServer interfejs, koji omogućuje programskim modulima da pošalje izvesne informacije **Simulator**-u, kao što su, početak, odnosno prestanak simulacije i zapisivanje vrednosti, koje su stigle od klijenta. Sa druge strane, svaki programski modul implementira IPlugin interfejs, koji omogućava **Simulator**-u da upravlja stanjima programskih modula, da prosleđuje konfiguracione parametre i da osvežava vrednosti mrenih tačaka, koje će biti prosleđene klijentu.

4. OPC PROGRAMSKI MODUL

OPC programski modul proširuje DDTS karakteristikama OPC servera i omogućava OPC klijentima da komuniciraju sa DDTS-om. S obzirom da je OPC specifikacija [3] vezana za **Microsoft** DCOM tehnologiju, upotreba DDTS-a sa OPC programskim modulom je ograničena na **Windows** platformu.

OPC programski modul je implementiran upotrebom **LightOPC** biblioteke [4]. **LightOPC** biblioteka implementira osnovnu funkcionalnost serverske strane OPC sprecifikacije. **LightOPC** biblioteka nudi interfejs koji nije podržan od strane **Simulator**-a. Stoga, mora biti implementiran omotač (eng. *wrapper*) oko **LightOPC** biblioteke, koji će prilagoditi intefejs **LightOPC** biblioteke interfejsu, koji **Simulator** podržava. Na slici 4 je prikazana arhitektura DDTS-a sa OPC programskim modulom.

OPC programski modul predstavlja omotač oko **LightOPC** biblioteke i prilagođava njen interfejs IPlugin interfejsu, podržanom od strane **Simulator**-a. OPC programski modul je zadužen za preslikavanje

mernih tačaka iz oblika podržanog od strane **Simulator**-a, u oblik podržan od strane **LightOPC** biblioteke. Kada **Simulator** osveži vrednosti programskog modula, upotrebom UpdateCache() metode, programski modul vrši preslikavanje vrednosti i osvežava vrednosti **LightOPC** biblioteke, pozivanjem odgovarajuće metode **LightOPC** interfejsa. **LightOPC** biblioteka prosleđuje promene vrednosti mernih tačaka klijentu u posebon programskoj niti, odnosno asinhrono u odnosu na osvežavanje vrednosti od strane OPC programskog modula.

Promena stanja OPC programskog modula, rezultuje pozivanjem odgovarajuće metode **LightOPC** interfejsa, koja postavlja stanje **LightOPC** biblioteke u skladu sa stanjem OPC programskog mudula.

5. ZAKLJUČAK

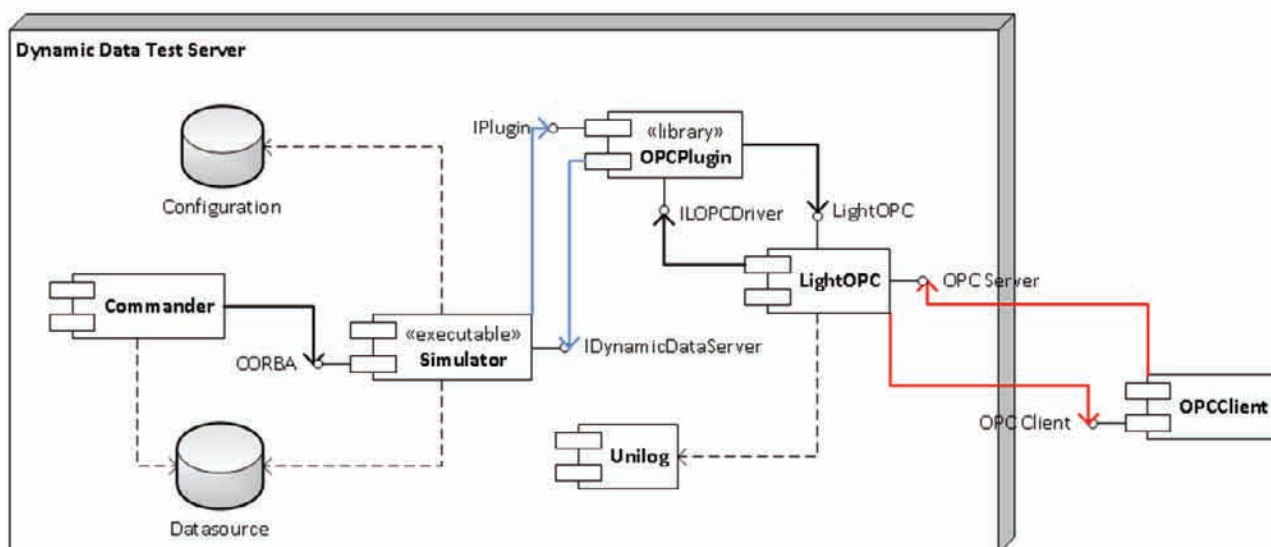
Implementirani proširivi simulator znatno olakšava testiranje integracionih komponenti softverskog sistema za upravljanje distributivnom mrežom. Implementacija simulatora raznih eksternih sistema se svodi na implementaciju posebnih programskih modula namenjenih za razmenu podataka preko određene komunikacione tehnologije.

Opisani simulator zadovoljava postavljene zahteve, izuzev nezavisnosti od ciljne platforme. Razlog tome je ograničenost OPC specifikacije na **Windows** platformu.

Kada je reč o stres testovima, implementirani simulator može da proizvede 100000 promena vrednosti prekidača za oko 200 ms. U slučaju da se radi o merenjima, taj interval je veći i iznosi oko 300 ms. Razlog razlike u vremenima je posledica primene aritmetike u pokretnom zarezu.

Navedeni rezultati su dobijeni na računaru sledeće hardverske i softverske konfiguracije:

- Operativni sistem: Windows 7 64bit,
- Procesor: Intel i3 2100 3.1GHz i
- RAM: 8 GB.



Slika 4. Dijagram komponenti DDTS-a sa OPC programskim modulom

Nedostatak implementiranog simulatora je što ne podržava test scenarije neispravnog funkcionisanja, kako bi se proverilo da li integraciona komponenta ostaje u konzistentom stanju čak i ako stignu neispravni podaci od strane eksternog sistema. Razlog je što **LightOPC** biblioteka ne podržava takav scenario.

Pravci daljeg razvoja bi obuhvatali implementaciju programskih modula za eksterne sisteme od interesa, kao i podršku za scenarije neispravnog funkcionisanja. Takođe, skup podržanih tipova se može proširiti sa merenja i prekidača na ostala elemente distributivne mreže.

6. LITERATURA

- [1] Michi Henning, Steve Vinoski, „*Advanced CORBA Programming with C++*“, Addison-Wesley, 1999
- [2] Richard Grimes, „*Professional DCOM programming*“, Wrox press, 1997
- [3] OPC Foundation, „*OPC Data Access specification, version 3.00*“, 2003
- [4] „*LightOPC manual*“, <http://www.ipi.ac.ru/lab43/lopc-en.html>

Kratka biografija:



Aleksandar Dodić rođen je u Novom Sadu 1986. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarstvo i automatika odbranio je 2013. god.

HTML5 LOKACIJSKO BAZIRANI SERVISI NA IPAD UREĐAJU**HTML5 LOCATION-BASED SERVICES ON IPAD**Vukašin Janković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Ovaj rad bavi se motivima i problemima lokacijsko baziranih servisa i nudi efektivna rešenja u komunikaciji i razmeni podataka primenom web tehnologija i iPad uređaja.

Abstract – This manuscript describes motives and problems of location-based services, and offers effective solutions in communication and data exchange by utilizing web technologies and iPad devices.

Ključne reči: HTML5, iPad, GPS, SignalR

1. UVOD

Ovaj rad bavi se HTML5 i drugim web tehnologijama i mogućnostima njihove primene na primerima lokacijski baziranih i multimedijalnih servisa, u okviru softverske podrške upravljanju resursima nekog sistema. U svetlu razvoja mobilnih i web tehnologija, rad se fokusira i na korisnike mobilnih uređaja i mogućnosti njihovih tehnologija, uz akcenat na iPad tablete.

2. LOKACIJSKO BAZIRANI SERVISI I KORIŠTENE TEHNOLOGIJE

Lokacijsko bazirani servisi predstavljaju aplikacije koje su zavisne od lokacije korisnika ili rukuju različitim podacima vezanim za lokacije i položaje objekata i ljudi [1]. Primeri ovakvih servisa su aplikacije za navigaciju, dobijanje direkcija, praćenje kretanja ili poziva. Lokacijsko bazirani servisi imaju veoma širok spektar primene i on prekriva više oblasti, od zabave i društvenih mreža, do vojske, medicine ili bezbednosti.

2.1. iPad

iPad je tablet računar, razvijen od strane Apple Inc. [2] Tableti predstavljaju vrstu jednodelnih mobilnih *handheld* (ručnih, prenosivih) računara, koji eliminišu potrebu za eksternim uređajima kao što su monitor, tastatura ili miš. iPad u sebi sadrži ugrađene kameru za snimanje slika i videa visokog kvaliteta, zvučnike i mikrofoni. Sadrži i različite vrste senzora: žiroskop, akcelerometar i svetlosne senzore.

Pomoću njih detektuje promene položaja, recimo okretanjem uređaja se može okretati i slika na ekranu, ili jačinu osvetljenja u okruženju u cilju podešavanja prikaza i svetlosti ekrana. Za lociranje uređaja, koriste se mogućnosti Wi-Fi mreže i ugrađenog digitalnog kompasa, a određeni modeli imaju i ugrađen GPS prijemnik ili koriste mogućnosti mobilnih mreža.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ivetić, red.prof.

2.2. HTML5

HTML5 specifikacija je peta revizija HTML (HyperText Markup Language) standarda, sa ciljem da proširi jezik podrškom za nove tipove multimedije i potrebe modernih web aplikacija [3]. Peta revizija uključuje razne nove markap elemente, ali i izmene na postojećim, u skladu sa primećenim trendovima ili čestim potrebama modernih web sajtova i aplikacija.

HTML je glavni markap jezik za definisanje web stranica, koji služi da definiše strukturu stranice i njen sadržaj. U sebi može da sadrži sekcije pisane u skript jezicima koji služe za definisanje ponašanja stranice i njenom manipulacijom, i CSS (Cascading Style Sheets) jeziku koji služi za prezentaciju i definisanje izgleda stranice. Jedni od najznačajnijih novih elemenata su `<audio>`, `<video>` za prikaz multimedijalnih sadržaja, umesto ranije korišćenog `<object>`, `<canvas>` za 2D grafiku, `<nav>` element za navigacione linkove, zatim razni tagovi koji bolje odslikavaju položaj elemenata na stranici od dosadašnjih `<div>` i `<span>` tagova.

Sam naziv HTML5 objedinjuje mnoge nove tehnologije i API-je (Application Programming Interface), ili kao deo svoje zvanične specifikacije, ili kao zasebne specifikacije. Neke od njih su: SVG (Scalable Vector Graphics) i Canvas 2D API za grafiku, Offline Web Applications za podršku offline režima rada aplikacija, Drag & Drop integracija browsera sa ostalim aplikacijama operativnog sistema radi razmene fajlova ili sadržaja, nekoliko različitih koncepata nalik bazama podataka, između ostalog zamišljene i kao unapređenje postojećeg *cookie* sistema, Geolocation za dobijanje tačnih koordinata pozicije uređaja, File i FileWriter API za rad sa fajlovima, WebWorkers za paralelizam u izvršavanj JavaScript koda, WebSockets novi komunikacioni protokol, itd.

2.3. GPS

GPS (Global Positioning System) je satelitski navigacioni sistem koji pruža informacije o lokaciji i vremenu prijemnicima na ili u blizini Zemlje [4]. Razvijen je u vojne svrhe od strane Ministarstva odbrane SAD, ali su vremenom neki njegovi delovi postali dostupni svima.

Sistem se može podeliti u tri segmenta, svemirski kontrolni i korisnički. Svemirski segment predstavljaju 24 ili više satelita u Zemljinoj orbiti. Kontrolni segment čine glavne kontrolne stanice, zemljišne antene i stanice za praćenje satelita, raspoređene po različitim delovima sveta. Korisnički segment se sastoji od desetina miliona prijemnika na Zemlji, kako samostalnih, tako i uključenih u druge uređaje.

Uz pomoć emitovanih signala od bar četiri različita satelita, i na osnovu njihovih udaljenosti i pozicija, prijemnik može precizno da izračuna svoju lokaciju. Na preciznost izračunate lokacije utiču razni faktori. Kao

neki od njih pojavljuju se nepreciznost savremene elektronike, uticaj atmosferskih efekata na prostiranje talasa, prepreke između satelita i prijemnika, nepreciznost časovnika, numeričke greške prilikom obrade signala, radio-zračenja, itd. Kada se svi faktori uzmu u obzir, očekivana greška je oko 15 metara.

3. IMPLEMENTACIJA LOKACIJSKO BAZIRANIH I MULTIMEDIJALNIH SERVISA

Primeri lokacijsko baziranih i multimedijalnih servisa su implementirani kao deo šireg softverskog sistema, i zamišljeni su da pružaju podršku u pojedinim oblastima upravljanja resursa. Odabrane oblasti upravljanja resursima imaju širok spektar primene i od značaja su za velik broj različitih sistema. Servisi su dostupni različitim tipovima korisnika, u zavisnosti od njihovog položaja i uloge u sistemu. Pristupa im se preko web browsera, i sem određenog usko specijalizovanog dela, ne zavise od platforme na kojoj je taj browser implementiran.

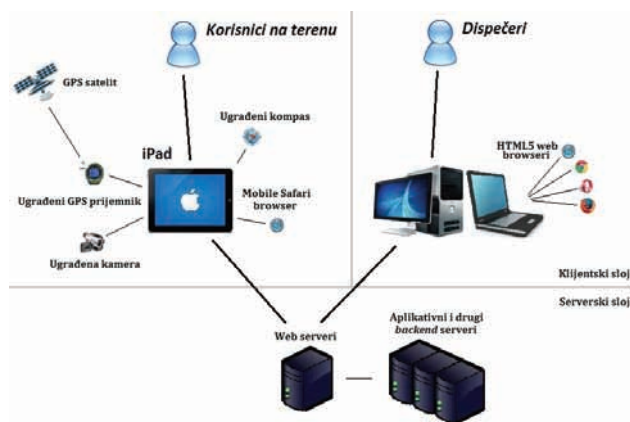
3.1. Upravljanje resursima

Rad se fokusira na načine primene web tehnologija u softverskim rešenjima i servisima za podršku nekim sferama upravljanja resursima sistema. Odabrane sfere su upravljanje opremom, ili šire imovinom, i upravljanje ljudskim resursima, odnosno ekipama na terenu.

Upravljanje imovinom predstavlja procese selekcije, održavanja, inspekcije, obnavljanja, unapređivanja i eventualnog uklanjanja delova imovine nekog sistema. Pretežno se bavi fizičkom svojinom, odnosno opremom, infrastrukturu ili objektima od značaja za funkcionisanje sistema, ali pod imovinom se ovde mogu smatrati i finansije, informacije i intelektualna svojina. Cilj upravljanja imovinom je da se obezbede što bolja performansa i profitabilnost sistema, minimizirajući cenu životnog veka delova imovine, ali uzimajući u obzir rizike i druge ključne faktore za uspešno poslovanje.

Upravljanje ekipama na terenu se odnosi na organizacije koje u svom poslovanju uključuju i neke vrste slanja ili izlazaka tehničara ili drugog osoblja na teren, obuhvata procese raspoređivanja osoblja i zakazivanja izlazaka, optimizacije rasporeda, otpremanja i izvršenja zadataka.

3.2. Arhitektura sistema



Slika 1. Arhitektura sistema

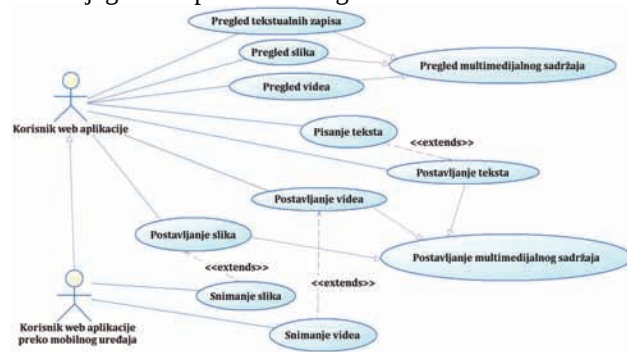
Slika 1. prikazuje arhitekturu implementiranog sistema. Korisnici preko različitih web browsera i uređaja pristupaju aplikaciji i njenim servisima. Aplikacija

izvršavana u browseru iPad uređaja, ostvaruje vezu sa njegovim GPS prijemnikom, kamerom i kompasom i sakuplja na određeni način njihove podatke. Ti podaci se koriste direktno u aplikaciji i prikazuju korisniku, ali se i njihov deo šalje serveru, obrađuje i učestvuje u opštoj razmeni podataka između različitih korisnika web aplikacije, sa serverom kao posrednikom u toj razmeni. Klijentski sloj aplikacije izvršavan u browserima korisnika razvijen je pretežno u JavaScript jeziku uz oslonac na HTML5 tehnologije. Serverski sloj aplikacije se izvršava na aplikativnim serverima i razvijen je u ASP.NET i C# tehnologijama, i može se oslanjati na neke druge slojeve šireg softverskog sistema, kao što su baze podataka ili drugi servisi.

Za praćenje konekcija, notifikacije i dvosmernu razmenu podataka između klijenata i servera korištena je SignalR biblioteka. Ona omogućuje prevazilaženje ograničenja HTTP (Hypertext Transfer Protocol) protokola zbog jednosmerne komunikacije po principu zahtev-odgovor. Zasnovana je na dvosmernoj komunikaciji, upotrebom HTML5 WebSockets protokola ili tehnikama njene emulacije primenom HTTP protokola, ukoliko sistem nije u mogućnosti da podrži WebSockets [5].

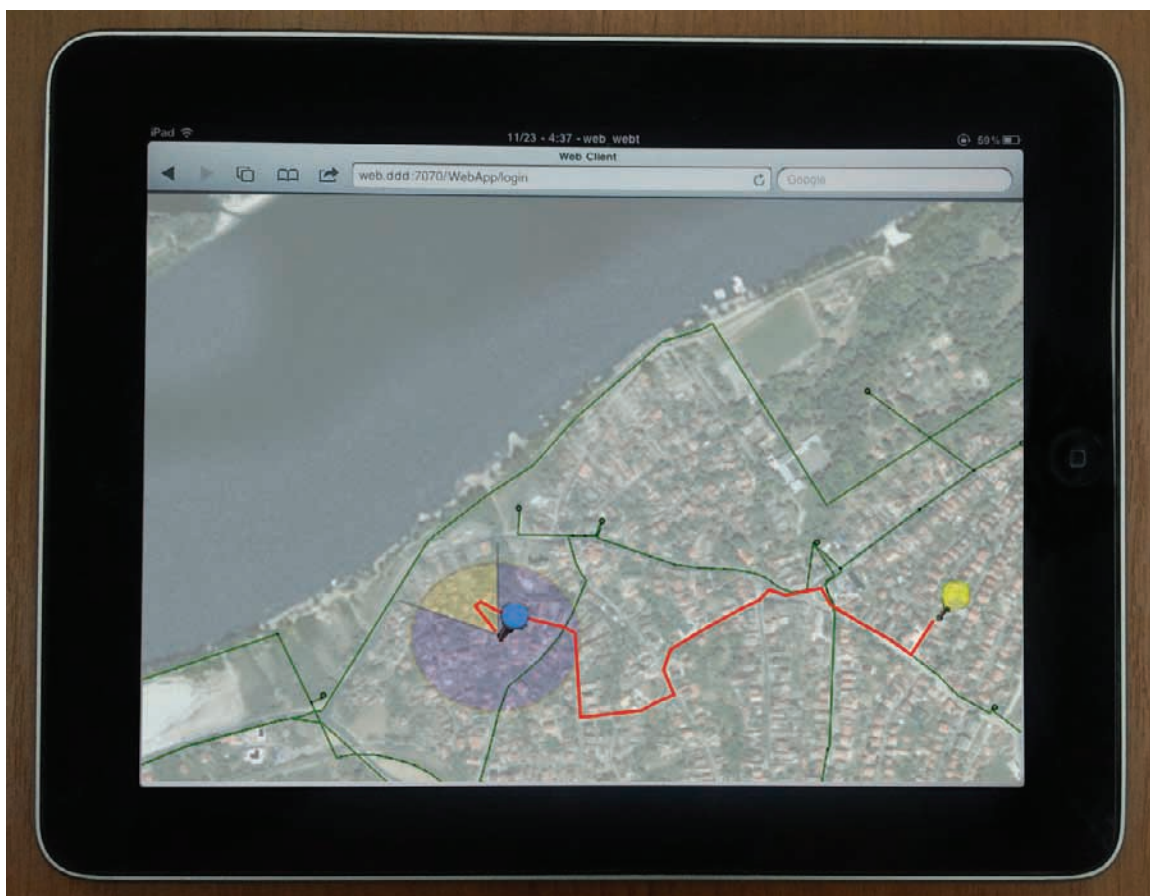
3.3. Servis za upravljanje opremom

Glavna namena servisa za upravljanje opremom je pružanje podrške praćenja i održavanja opreme. Omogućuje slikanje, snimanje i opisivanje opreme ili dešavanja na terenu. Korisnicima obezbeđuje mogućnost pregleda multimedijalnog sadržaja vezanog za određeni deo opreme, kao i mogućnost postavljanja novog. Za relevantne tipove sadržaja odabrani su slika, video i tekst. Pregled sadržaja se vrši po elementima za koje je prethodno postavljen. Za postavljanje novog sadržaja, sistem nudi više mogućnosti, u zavisnosti od tipa sadržaja i uređaja kojim se pristupa aplikaciji. Za tekstualni sadržaj postoji mogućnost unosa potpuno novog, kao i učitavanja iz već postojećeg fajla na fajl sistemu uređaja i njegove eventualne dalje izmene. Za slike i video zapise, servis nudi mogućnost povezivanja sa kamerom uređaja i snimanje sadržaja, ili postavljanje sadržaja pročitanih iz odabranih fajlova sa fajl sistema. Slika 2. prikazuje use case dijagram implementiranog servisa.



Slika 2. Use case dijagram servisa za upravljanje opremom

Kao deo servisa za upravljanje opremom, na serverskom delu je razvijen novi ASP.NET MVC3 kontroler i njegov servis. Oni rukuju multimedijalnim sadržajima i pružaju podršku klijentskim dijalozima za prikaz ovih sadržaja. Napisana je i SignalR Hub klasa za notifikaciju završetka



Slika 3. Prikaz mape sa elementima servisa za upravljanje ekipama na terenu u aplikaciji izvršavanoj na iPad-u

procesiranja poslatih video fajlova. *MediaController* klasa služi da odgovara na klijentske zahteve. Njene metode su mapirane na određene URL-ove (Uniform Resource Locator) koje klijenti gađaju svojim zahtevima. Sadrži tri *Upload* metode, po jednu za svaki tip sadržaja, i metodu *GetMediaList* koja vraća listu svih sadržaja vezanih za zadati element. U svojim metodama kontroler vrši validaciju parametara i zatim poziva istoimene metode *MediaService* klase, u kojima se nalazi implementacija funkcionalnosti, i vraća njihov rezultat korisniku. *Upload* metode zapisuju sadržaj na disk servera i vraćaju ime kreiranog fajla, preko kojeg klijentski deo može da generiše odgovarajući URL za čitanje i prikaz tog fajla. U slučaju video sadržaja, njegova metoda pokreće eksterni proces Ffmpeg alata koji vrši konverziju video sadržaja u određeni format, kako bi se mogao prikazivati upotrebom HTML5 `<video>` elemenata. Proces konverzije može dugo da traje zbog ugrađenog reda čekanja, sa ciljem da se samo jedan proces pokreće istovremeno, štedeći tako resurse servera. Kada se proces konverzije završi, klijenti se obavestavaju o tome upotrebom SignalR biblioteke, i tek tada mogu da pristupaju postavljenom video zapisu. Na klijentskom delu, razvijen je novi *Media* dijalog za prikaz i postavljanje multimedijalnih sadržaja, kao i odgovarajući SignalR modul. Dijalog je razvijen po MVC (Model View Controller) šablonu, i sadrži tri JavaScript komponente – *model*, *view* i *controller*, odgovarajući CSS fajl i HTML *template* koji se učitava i ubacuje u strukturu web stranice prilikom otvaranja dijaloga. Klijentski *controller* služi za inicijalizaciju drugih komponenata i komunikaciju sa ostatkom aplikacije. *Model* služi za

čuvanja podataka i za slanje zahteva serverskom delu. *View* služi za prikaz dijaloga, manipulaciju DOM (Document Object Model) stabla i definisanje interakcije sa korisnikom.



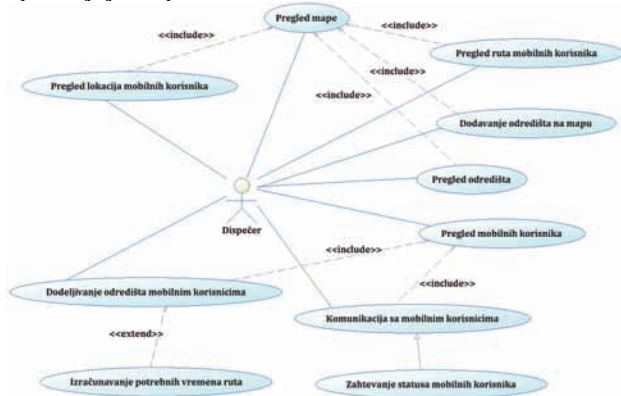
Slika 4. Izgled Media dijaloga

Slika 4. prikazuje osnovni izgled *Media* dijaloga. Sa leve strane se nalazi spisak sadržaja postavljenog za odabrani element, sa desne strane je prikaz odabranog sadržaja, a u donjem delu se nalaze kontrole za snimanje, kreiranje i postavljanje novog sadržaja.

3.3. Servis za upravljanje ekipama na terenu

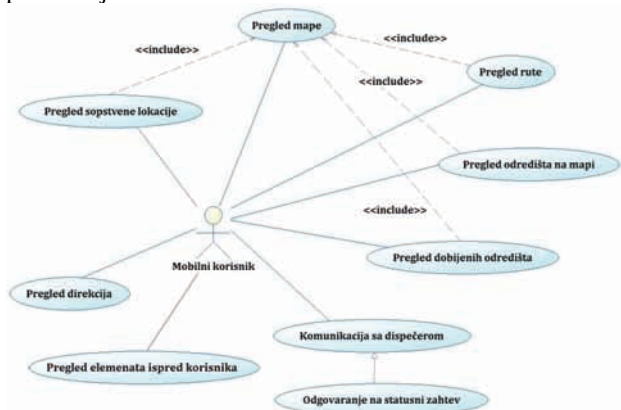
Namena servisa za upravljanje ekipama na terenu je podrška u praćenju, odlučivanju i radu samih ekipa. Servis razlikuje dve vrste korisnika, dispečere i mobilne korisnike, odnosno ekipe na terenu. Dispečerima omogu-

čuje praćenje i prikaz konekcija i lokacija ekipa na terenu, komunikaciju sa njima, i pruža podršku njihovom upravljanju. Mobilnim korisnicima omogućuje prikaz sopstvene lokacije i elemente sistema u neposrednoj u blizini, komunikaciju sa dispečerima, prikaz dobijenih zadataka, ruta i direkcija za efikasno kretanje po terenu. Slike 5. i 6. prikazuju *use case* dijagrame servisa za upravljanje ekipama na terenu za različite vrste korisnika.



Slika 5. Use case dijagram korisnika dispečera

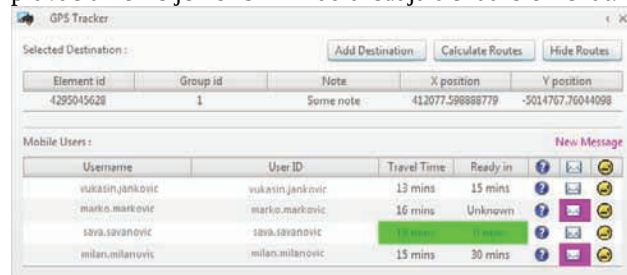
Kao deo servisa, na serverskom delu su razvijene SignalR *Hub* klase za praćenje konekcija, komunikaciju između korisnika i slanje podataka o lokacijama, kako korisnika, tako i odredišta njihovih zadataka. Za praćenje konekcija služe klasa *HubConnection* koja modeluje jednu konekciju sa svim potrebnim podacima za funkcionisanje servisa, i Singleton klasa *HubHelper* koja sadrži kolekciju svih konekcija i koja opslužuje sve SignalR *Hub* objekte. Razmena podataka o koordinatama lokacija i odredišta između dve vrste klijenata i servera se odvija preko objekata klase *GPSTracker*, dok se razmena statusa i poruka odvija preko objekata *ChatHub* klase.



Slika 6. Use case dijagram mobilnog korisnika

Na klijentskom delu su razvijeni *GPSTracker* i *Surround* dijalozi, takođe po MVC principu, svaki sa svojim JavaScript komponentama, CSS fajlovima i HTML *template*-ima. *GPSTracker* dijalog služi za prikaz mobilnih ekipa, njihovih lokacija i odredišta, za razmenu poruka, i za upravljanje mobilnim ekipama. *Surround* dijalog služi za prikaz elemenata sistema koji se nalaze u blizini ispred mobilnog korisnika. Razvijena su i dva SignalR *Hub* modula za komunikaciju sa serverom. *HGps* modul mobilnog korisnika od browsera dobija podatke o lokaciji korisnika i šalje ih na server, a prima pozicije

zadatih odredišta. Kod korisnika dispečera, ovaj modul prima podatke o pozicijama svih mobilnih korisnika, i šalje im odredišta i zadatke koje dispečer postavi. Slika 3. prikazuje mapu aplikacije za mobilnog korisnika. Na njoj su naznačene pozicije korisnika i njegovog zadatog odredišta, najbrža ruta između tih pozicija, i pravac u kome je korisnik iPad uređaja trenutno okrenut.



Slika 7. Izgled GPSTracker dijaloga za dispečera

Slika 7. prikazuje izgled *GPSTracker* dijaloga za korisnika dispečera. U gornjoj strani dijaloga se nalaze kontrole za dodavanje novih odredišta i zadataka, i izračunavanje i prikazivanje ruta. U donjem delu se nalazi spisak aktivnih mobilnih korisnika i kontrole za njihovim upravljanjem ili početkom komunikacije.

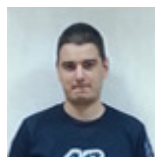
4. ZAKLJUČAK

U cilju istraživanja mogućnosti HTML5 i drugih web tehnologija, kao i iPad uređaja, implementirana su dva servisa za podršku upravljanju resursima nekog sistema. Istraživane su najnovije mogućnosti prikaza multimedijalnog sadržaja i načina komunikacije između klijenata i servera, kao i mogućnosti novih mobilnih tehnologija i uređaja. HTML5 specifikacija se pokazala kao vrlo moćna i jednostavna za korišćenje. Rešava mnoge probleme i nedostatke ranijih specifikacija, unapređuje postojeće funkcionalnosti i omogućava potpuno nove. Ali, sa druge strane, unosi neke nove probleme u svojoj primeni. Još uvek je u fazi razvoja, nije u potpunosti podržana od strane svih proizvođača web browsera, a postoji i velik broj korisnika sa verzijama browsera koje datiraju pre same specifikacije. Servisi su prilagođeni i testirani na iPad uređaju, ali s obzirom na njihovu arhitekturu, mogli bi se vrlo lako prilagoditi i radu na drugim mobilnim uređajima.

5. LITERATURA

- [1] T. D'Roza, G. Bilchev, "An Overview of Location-Based Services", *BT Technology Journal*, Vol. 21, pp 20-27, 2003.
- [2] iPad, <http://www.apple.com/iPad>
- [3] HTML5, <http://dev.w3.org/html5/spec/>
- [4] Global Positioning System, http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
- [5] ASP.NET SignalR, <http://signalr.net>

Kratka biografija:



Vukašin Janković rođen je u Novom Sadu 1987. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjene računarstke nauke i informatika odbranio je 2013.god.

PRIMER ANDROID APLIKACIJE ZA UPRAVLJANJE X10 SISTEMOM KUĆNE AUTOMATIKE**EXAMPLE OF ANDROID APPLICATION FOR CONTROL OF X10 HOME AUTOMATION SYSTEM**

Nikola Slijepčević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu biće opisan postupak izrade Android aplikacije za upravljanje X10 sistemom kućne automatizacije. Ovo rešenje se oslanja na već postojeću aplikaciju Magiesta. Sistemi kojima se može upravljati uz pomoć aplikacije su sistem rasvete i motor-nih roletni, pumpe, kao i svi drugi uređaji koji su podržani od strane serverske Magiesta aplikacije.

U radu je prvo data definicija pojma pametne kuće, a zatim i detaljan opis X10 komunikacionog protokola za upravljanje sistemom kućne automatizacije. Zatim je dat pregled korišćene opreme, uz pomoć koje je ceo sistem testiran u realnom okruženju. Na kraju je korak po korak objašnjen postupak izrade softvera za upravljanje jednim ovakvim sistemom, namenjenom Android platformi.

Abstract – This paper describes development of an Android application for the X10 home automation control system. This application relies on the Magiesta home automation software. This application can be used for lights, blinds, pumps and any other device control, all supported by the Magiesta server.

In this paper the concept of a smart home is defined, and then the X10 communication protocol for the home automation is described in detail. Then, the equipment which was used for testing the application in real environment is specified. Finally the procedure for developing Android-based software for the control of this system is presented.

Ključne reči: Pametna kuća, rasveta, roletne, Marmitek.

1. UVOD

Pametna kuća je koncept modernog življenja, gde tehnologija ima zadatak da ljudima poveća nivo komfora u domaćinstvu, podigne nivo bezbednosti u kući i oko nje, kao i da uz sve te prednosti generiše uštede optimalnim upravljanjem uređajima. Radi postizanja ovih ciljeva u kući mora postojati instaliran sistem, koji sadrži i hardverske i softverske komponente, komunicira sa svim uređajima u kući, njima upravlja i pruža relevantne informacije. Jedan od problema koji se javlja u ovakvoj situaciji jeste problem komunikacije između komponenti sistema, pa se često dešava da oprema različitih proizvođača ne radi u okviru jednog sistema.

Upravo u svrhu standardizacije komunikacije u kućnoj automatizaciji, od strane kompanije Pico Electronic, 1975. godine razvijen je X10, otvoreni komunikacioni

protokol. Osnovni cilj ovog projekta bio je da se omogući upravljanje uređajima u domaćinstvu. Ovo je prvi protokol za ovu namenu i do danas je ostao najrasprostranjeniji.

2. ZADATAK I OPIS PROBLEMA**2.1. Zadatak**

- 1) Utvrditi način komunikacije sa *Magiesta* serverskim rešenjem za upravljanje uređajima koji podržavaju X10 komunikacioni protokol.
- 2) Na osnovu rezultata zapažanja iz tačke 1) razviti klijentsku Android aplikaciju za upravljanje uređajima kompatibilnim sa X10 protokolom.
- 3) Realizovani softver testirati u realnom okruženju sa opremom proizvođača *Marmitek*.

2.2. Opis problema

U okviru izrade zadatka prvo je potrebno utvrditi način komunikacije sa *Magiesta* serverom. Zatim je neophodno osmisliti mehanizam za čuvanje *cookie*-ja, radi čuvanja informacije o uređaju koji komunicira sa serverom. Nakon toga se mora implementirati mehanizam za parsiranje podataka o trenutnoj konfiguraciji X10 sistema u kući, dobijen od strane servera u XML formatu. Nakon toga se može pristupiti izradi svih ključih delova softverskog rešenja. Svi delovi programskog koda u kojima je implementirana komunikacija sa serverom, programirani su u zasebnim klasama koje se izvršavaju asinhrono, kako u slučaju prekida veze sa serverom ne bi došlo do pada aplikacije. Što se tiče samog softverskog rešenja, ono je izvedeno u programskom jeziku *Java*, upotrebom integrisanog alata za razvoj *Eclipse*, sa instaliranim dodatkom koji podržava razvoj Android aplikacija. Realizovano softversko rešenje je *native* Android aplikacija, što znači da je aplikacija instalirana na uređaju, tj. nije *web* aplikacija i ne pristupa joj se putem internet pretraživača.

3. KOMUNIKACIONI PROTOKOL X10

Kao medijum za prenos signalnih i upravljačkih informacija X10 protokol koristi već postojeće električne instalacije i nema potrebe za njihovom modifikacijom. Signal nosilac je napon električne instalacije u domaćinstvu, dakle sinusoida frekvencije 50 Hz i napona 230 VAC. Signal uz pomoć kojeg se vrši predstava podataka je digitalni signal frekvencije 120 kHz i znatno manje amplitude od nosioca. Ovakav signal se u stranoj literaturi naziva *burst*. Da bi se ovakav digitalni signal frekvencije 120 kHz ispravno detektovao, potrebno je da

NAPOMENA:

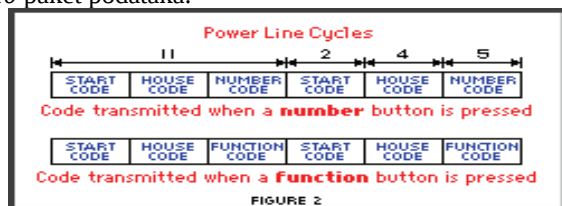
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Velimir Čongradac, doc.

njegova amplituda iznosi minimalno 100 mV. Slanje informacija putem X10 protokla je sinhronizovano sa prolaskom signala nosioca kroz nulu [2]. To je idealan slučaj, mada stvarni „vremenski prozor“ počinje približno 250 mikrosekundi od detekcije prolaska sinusoide kroz nulu, a završava približno 900 mikrosekundi posle detekcije. Ako se u tom vremenskom intervalu detektuje 48 ili više impulsa signala frekvencije 120 kHz, to se tumači kao binarna jedinica. U suprotnom dati signal predstavlja binarnu nulu. U svakom bloku podataka, svaki četverobitni ili petobitni podatak treba da se šalje u izvornom i komplementarnom obliku, u naizmeničnim poluciklusima. Dakle, pri prenosu bloka podataka, binarna jedinica se predstavlja kao prisustvo digitalnog signala frekvencije 120 kHz u trenutku kada nosilac ima vrednost nula, trajanja jedne milisekunde, praćen odsustvom takvog signala pri sledećem prolasku kroz nulu nosioca. Binarna nula je predstavljena odsustvom digitalnog signala frekvencije 120 kHz u trenutku kad sinusoida ima vrednost nula, praćena tim digitalnim signalom trajanja jedne milisekunde u trenutku kada signal nosilac ima vrednost nula. Ako je reč o trofaznom sistemu, ovakvi digitalni signali se šalju 3 puta sa kašnjenjem od 1/6 ciklusa kako bi se poklopili sa prolaskom kroz nulu naponskog signala svake faze. Slika 3-1 prikazuje signale koji predstavljaju binarnu jedinicu i nulu, snimljene osciloskopom.



Slika 3-1 Binarna jedinica i nula

Sve poruke se šalju dva puta da bi se smanjila mogućnost pogrešne transmisije. Brzina protoka podataka za ovaj protokol je oko 20 bita u sekundi, što ga čini toliko sporim da je ograničen na uključivanje i isključivanje uređaja i druge jednostavne operacije. Slika 4-2 ilustruje X10 paket podataka.



Slika 3-2 X10 paket podataka

Svakom modulu koji učestvuje u komunikaciji dodeljuje se X10 adresa. Adresa se uvek sastoji od oznake kuće i oznake uređaja. Oznaka kuće je slovo alfabeta u rasponu od A do P, a oznaka uređaja je broj u rasponu od 1 do 16. Kombinovanjem ove dve oznake dobija se adresa svakog modula, što znači da nam je na raspolaganju 256 adresa. Adresa ne mora biti jedinstvena, što nam omogućava da ka više modula pošaljemo istu komandu, ako oni imaju istu adresu.

Da bi bilo moguće detektovati početak transmisije frejma, svaki frejm koji treba da bude poslat započinje posebnom oznakom za početak slanja i ona je uvek 1110 binarno.

Kada se šalje kod za početak, ne šalju se i komplementarni biti, kao što je to slučaj pri slanju podataka. Podaci koji se prenose kroz X10 upravljački protokol sastoje se od oznake kuće dužine četiri bita, za kojom sledi jedna ili više sekvenci od pet bita. Tih pet bita mogu da predstavljaju brojčanu oznaku adrese modula, ili oznaku komande. Dakle, jedna oznaka za početak transmisije, jedna oznaka kuće i jedna oznaka komande čine frejm X10 protokola i to je minimalni broj komponenti ispravnog X10 paketa podataka. Slika 3-3 prikazuje spisak X10 komandi. Na slici se vidi da od poslednjeg biti zavisi da li poslati kod predstavlja adresu modula ili naredbu.

House Codes					Key Codes					
	H1	H2	H4	H8		D1	D2	D4	D8	D16
A	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0
B	1	1	1	0	2	1	1	1	0	0
C	0	0	1	0	3	0	0	1	0	0
D	1	0	1	0	4	1	0	1	0	0
E	0	0	0	1	5	0	0	0	1	0
F	1	0	0	1	6	1	0	0	1	0
G	0	1	0	1	7	0	1	0	1	0
H	1	1	0	1	8	1	1	0	1	0
I	0	1	1	1	9	0	1	1	1	0
J	1	1	1	1	10	1	1	1	1	0
K	0	0	1	1	11	0	0	1	1	0
L	1	0	1	1	12	1	0	1	1	0
M	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
N	1	0	0	0	14	1	0	0	0	0
O	0	1	0	0	15	0	1	0	0	0
P	1	1	0	0	16	1	1	0	0	0
All Units Off						0	0	0	0	1
All Lights On						0	0	0	1	1
On						0	0	1	0	1
Off						0	0	1	1	1
Dim						0	1	0	0	1
Bright						0	1	0	1	1
All Lights Off						0	1	1	0	1
Extended Code						0	1	1	1	1
Hail Request						1	0	0	0	1
Hail Acknowledge						1	0	0	1	1
Pre-Set Dim						1	0	1	X	1
Extended Data (analog)						1	1	0	0	1
Status = on						1	1	0	1	1
Status = off						1	1	1	0	1
Status Request						1	1	1	1	1

Slika 3-3 X10 komande

4. SOFTVERSKO REŠENJE

4.1. Ukratko o HTTP protokolu

Hypertext Transfer Protocol (HTTP) je mrežni protokol koji pripada aplikativnom sloju OSI referentnog modela mreže. Predstavlja glavni i najkorišćeniji metod prenosa informacija preko Interneta. *HTTP* je protokol za komunikaciju između servera i klijenta, koji funkcioniše po principu zahtev/odgovor. Klijent inicira prenos podataka nakon što uspostavi *TCP/IP* vezu sa udaljenim *web* serverom na određenom mrežnom komunikacionom portu (uglavnom je to port 80, a rede, može biti i 8080). Klijent šalje *HTTP* zahtev serveru. Server, na kojem su smešteni *web* sadržaji, vraća odgovor klijentu. Odgovor sadrži statusne informacije zahteva i može sadržati sadržaj koji je zahtevan. Zahtev klijenta se obrađuje na serveru i, u zavisnosti od ispravnosti zahteva i mogućnosti zadovoljavanja istog, klijentu se šalje odgovarajući odgovor. U ovom radu su korišćene dve *HTTP* metode za slanje zahteva serveru, *GET* i *POST*. *GET* metoda nalaže serveru da klijentu dostavi tražene resurse koje se nalaze na izabranoj *URI* adresi. Metoda *POST* šalje podatke serveru na procesuiranje, najčešće preko *HTML* formi. Podaci se smeštaju u telo poruke zahteva. U toku realizacije softverskog rešenja, ispravnost postupka

implementacije proveravana je uz pomoć *HTTP* statusnih kodova. Statusne kodove odgovora možemo podeliti u pet grupa:

- 1XX – Informacije
- 2XX – Uspeh
- 3XX – Redirekcija
- 4XX – Greška na klijentskoj strani
- 5XX – Greška na serveru.

4.2. Magiesta server

Magiesta je softversko rešenje namenjeno upravljanju *X10* sistemom kućne automatike, automatizaciji rada uređaja, razmeni podataka i komunikaciji. Omogućava umrežavanje čitavog doma i pruža razne funkcionalnosti preko različitih uređaja kao što su *touch screen* uređaji, personalni računar, *iPhone* ili mobilni telefon. Ideja je da *Magiesta* bude instalirana na stabilan računar, koji je smešten u kući i da bude uključena tokom čitavog dana. Preporučeno je da se računaru na kojem je instalirana *Magiesta* dodeli statička *IP* adresa, ali ovo nije obavezujuće.

4.3. Softversko rešenje klijentske aplikacije

Implementacija programskog koda izvršena je u programskom jeziku *Java*, korišćenjem *Eclipse* razvojnog okruženja i *ADT* dodatka za *Eclipse*, koji dodaje mogućnost razvoja aplikacija za *Android* platformu. Pri implementaciji programskog koda klijentske strane, jedan od ključnih objekata je bio objekat klase *DefaultHttpClient*, čija je svrha bila da programski izvršava određene *HTTP* zahteve. Jedan od glavnih problema je bilo čuvanje *cookie*-ja kako bi posle slanja šestocifrenog koda za uparivanje uređaja, korišćeni uređaj trajno ostao uparen sa serverom. Objekat koji omogućava čuvanje *cookie*-ja jeste objekat klase *BasicCookieStore*, a on čuva *cookie*-je koji su instance klase *BasicClientCookie*.

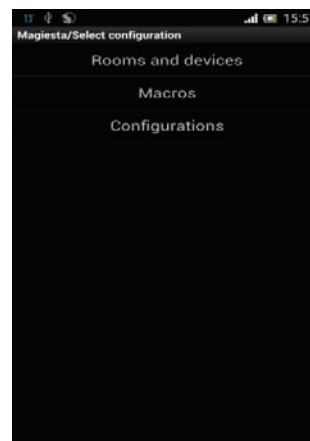
Pri testiranju, *Magiesta* server je instaliran na računar sa *IP* adresom 192.168.0.102, a aplikacija je slušala na portu 80. Ovo je podrazumevan port tako da će on ubuduće biti izostavljen. Da bi došlo do inicijalnog kontakta, tj. da bi klijent sačuvao prvi od dva *cookie*-ja, klijent šalje *HTTP GET* zahtev, a ciljane *URL* adresa jeste <http://192.168.0.102/app/home.html>. Sada objekat klase *BasicCookieStore* koji je dodeljen klijentu čuva jedan *cookie* sa nazivom *JSESSIONID*. Sledeći korak u pravilnom povezivanju sa serverom jeste slanje šestocifrenog koda za uparivanje i odabir tipa uređaja koji je trenutno korišćen. Pri slanju koda za uparivanje klijent šalje *HTTP POST* zahtev, kao parametar šalje samo šestocifren broj, koji se naziva „code“, a ciljane *URL* adresa je sada <http://192.168.0.102/app/pair.html>. Sledeća *URL* adresa koja je ciljane od strane klijenta jeste <http://192.168.0.102/app/pair-type.html>. Ovde podešavamo tri parametra: „type“, „resolution“ i „finish“, a poslate vrednosti su „IPHONE“, „r1024x768“ i „true“. Sada je dobijen i drugi *cookie* i njegov naziv glasi „rmt-device“ i ovim je proces uparivanja završen. Da bi dobili *XML* zapis konfiguracije sa servera, klijent sada šalje *HTTP GET* zahtev na sledeću *URL* adresu: <http://192.168.0.102/configuration.html>. *XML* dobijen kao odgovor na prethodni *HTTP GET* je parsiran koristeći *org.w3c.dom* paket, koji pruža interfejs za *DOM*

(*Document Object Model*) model, a koji je deo *Java API*-ja za obradu *XML*-a. Sada su dobijene sve informacije o instaliranim modulima i definisanim scenarijima. Primer jednog *HTTP GET* zahteva kojim se šalje komanda uređaju je:

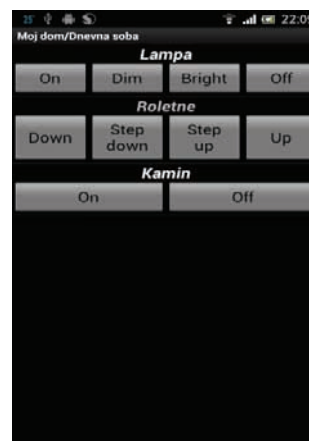
<http://192.168.0.102/app/device/room.html?action=on&id=8834569e-64b4-4f6c-8378-59fc3ffadbd7&t=1366058788580>. Dakle, šalje se komanda za uključenje uređaju sa oznakom 8834569e-64b4-4f6c-8378-59fc3ffadbd7. Treba primetiti da to nije adresa *X10* modula, nego interno označavanje uređaja u aplikaciji. Dodatni parametar je trenutno vreme u milisekundama (*timestamp*). Pokretanje scenarija se postiže slanjem *HTTP GET* zahteva serveru oblika <http://192.168.0.102/app/macro/index.html?action=execute&mid=065b41e7-1ccd-4eb6-a020-cb4a0a2669fd&t=1366059084301>. Ako je komanda uspešno izvršena, server će dati sledeći odgovor:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<result type="ok" message="it is ok">
</result>
```

Da bi se izbegla mogućnost da se aplikacija u toku rada „zamrzne“, odnosno da prestane da odgovara na komande korisnika usled nemogućnosti ostvarivanja komunikacije sa serverom, svi delovi programskog koda koji služe za komunikaciju sa serverom, tj. slanje *HTTP* zahteva su realizovani asinhrono. Slike 4-1, 4-2 i 4-3 prikazuju izgled korisničkog interfejsa aplikacije.



Slika 4-1 Početni ekran



Slika 4-2 Upravljanje uređajima u jednoj zoni

5. ZAKLJUČAK

Prednost opisanog *X10* sistema je jednostavnost ugradnje, u tom smislu što koristi postojeće električne instalacije u domaćinstvu, ne zahteva njihovu modifikaciju i za instalaciju sistema korisniku nije potrebno opširno tehničko znanje. Kao i sve u tehnici, i ovaj sistem ima mane, a jedna od najvećih mana je mala brzina protoka informacija, što ga ograničava na neke bazične operacije. Razvijeni softver je lagan za korišćenje, čemu doprinosi jednostavan, a funkcionalan i intuitivan korisnički interfejs. Još jedna prednost ovog softverskog rešenja je to što se radi o *native* aplikaciji za Android platformu, što znači aplikacija se instalira na uređaj i ne pristupa joj se kroz *web* pretraživač. Pri testiranju je zapaženo da korisnički interfejs *native* aplikacije brže reaguje od interfejsa *web* aplikacije. Još jedna prednost *native* rešenja leži u mogućnosti korišćenja većeg broja funkcionalnosti koje pruža sam uređaj.

Dalji pravci razvoja klijentske aplikacije mogli bi da se odnose na dodavanje opcije za praćenje kamera za video nadzor, upravljanje alarmnim sistemima i sigurnosnim bravama, što bi zahtevalo i upotrebu dvosmerne komunikacije. Integracija ovih modula u već postojeće klijentsko rešenje svakako bi povećalo upotrebnu vrednost aplikacije.

6. LITERATURA

- [1] [http://en.wikipedia.org/wiki/X10_\(industry_standard\)](http://en.wikipedia.org/wiki/X10_(industry_standard))
- [2] <http://www.x10pro.com/>
- [3] <http://www.marmitek.com/>
- [4] Branko Milisavljević, Milan Vidaković, „*Java i internet programiranje*“, Novi Sad, 2002. Godine
- [5] Darko Petrović, „HTTP protokol i Apache server“

[6] Alison Nicholl, Mike Perry, „Smart Home Systems and the Code for Sustainable Homes“

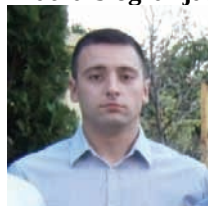
[7] Rosslin John Robles, Tai-hoon Kim, „Applications, Systems and Methods in Smart Home Technology: A Review“

[8] Ji Eun Kim, George Boulos, John Yackovich, Tassilo Barth, Christian Beckel, Daniel Mosse, „Seamless Integration of Heterogeneous Devices and Access Control in Smart Homes“

[9] V. Chunduru, Student Member, IEEE, N. Subramanian, Member, IEEE, „Effects of Power Lines on Performance of Home Control System“

[10] Bruce Eckel, „*Thinking in Java*“, Prentice-Hall PTR, New Jersey, 1998, ISBN 0-13-659723-8

Kratka biografija:



Nikola Slijepčević rođen je 15.07. 1988. godine u Rumi, republika Srbija. Srednju tehničku školu „Milenko Brzak – Uča“, smer elektrotehničar automatike završava 2007. godine. Iste godine se upisuje na Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek elektrotehnika i računarstvo. Na smeru računarstvo i automatika, usmerenje automatika i upravljanje sistemima diplomirao je 14.09.2011. godine. Iste godine upisuje master akademske studije istog usmerenja.

**UPOREDNA ANALIZA SISTEMA BEZBEDNOSTI I ZDRAVLJA NA RADU U
GRAĐEVINARSTVU U UAE I SRBIJI****COMPARATIVE ANALYSIS OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN THE
CONSTRUCTION INDUSTRY IN THE UAE AND SERBIA**

Vanja Nacković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada jeste da se kroz posmatranje i upoređivanje zakonske regulative i načina sprovođenja bezbednosti i zdravlja na radu u Ujedinjenim Arapskim Emiratima i Srbiji izvrši analiza sistema bezbednosti i zdravlja na radu u građevinarstvu..

Abstract – *The objective of this master paper is to preform the analysis of occupational health and safety system in the construction industry through observation and comparison of legislation and through the implementation and enforcement of occupational health and safety in the UAE and Serbia.*

1. UVOD

Građevinarstvo je jedna od najrizičnijih delatnosti u pogledu mogućnosti povređivanja i ugrožavanja zdravlja radnika. Porast broja incidenata na gradilištima i njihova težina zahtevaju dodatno potenciranje izrade plana i programa zaštite na radu. Razvoj kvaliteta doprinosi efikasnijem korišćenju proizvoda i usluga, ali i radu zaposlenih u bezbednijim i humanijim uslovima u kojima se upravlja rizikom.

Specifičnost zaštite na radu na gradilištima leži u činjenici da radove izvodi više izvođača, uz prisustvo velikog broja radnika različitih profila i stručnosti. Sama složenost organizacije rada na gradilištu dodatno povećava rizik od povređivanja. U skladu sa postojećom zakonskom regulativom, sprovođenju zaštite na radu u građevinarstvu trebalo bi pristupiti sa puno ozbiljnosti i sistematičnosti, uz jasno definisanje odgovornosti subjekata u ovoj delatnosti. Ovim radom izvršena je analiza funkcionisanja modernih i savremenih sistema obezbeđivanja bezbednosti radnika u cilju postizanja brzih pozitivnih rezultata u praksi - manji broj povreda na gradilištima, ali je sagledana i perspektiva unapređivanja istih.

2. BEZBEDNOST I ZDRAVLJE NA RADU**2.1 Bezbednost i zdravlje na radu u građevinarstvu**

Građevinarstvo je dugo bilo oblast koja nije zahtevala visok nivo stručne kvalifikacije i u kome je iskustvo stečeno kroz praksu moglo da zameni nedostatak osnovne tehničke kvalifikacije. Međutim, to nije više slučaj (bar u industrijski razvijenim zemljama). Mada, generalno posmatrano, nivo stručnih kvalifikacija u ovom sektoru još uvek je niži od nivoa koji se zahteva u sličnim

proizvodnim sektorima. Ova činjenica nesporno ima veze i sa velikim brojem teških povreda koje se događaju u građevinarstvu, i nikako se ne smanjuju. To u ovakvim okolnostima znači da su nekvalifikovani radnici u ovom sektoru posebno ugroženi, jer nemaju mogućnost da se solidno obuča za izvođenje operativnih poslova u primeni pravila o bezbednosti na radu.

Pored toga, povećanju faktora rizika u građevinarstvu doprinosi i sam način upošljavanja radne snage, uglavnom na određeno vreme, ili sezonski, što predstavlja karakteristiku nove personalne poslovne politike.

Velika cirkulacija radnika (angažovanih samo za rad na određenom gradilištu) i kratko vreme koje provode na jednom radnom mestu onemogućava sindikate i predstavnike zaposlenih da na takvim radnim mestima obavljaju zadatke zbog kojih postoje.

Najčešći uzroci povreda na radu u delatnosti građevinarstva su:

- nepotpuno sprovođenje mera bezbednosti i zdravlja na radu na mestima za rad,
- neprimenjivanje osnovnih načela organizacije izvođenja radova,
- nekorišćenje propisanih sredstava i opreme za ličnu zaštitu na radu,
- odstupanje od propisanog i utvrđenog procesa rada
- nepropisan rad sa opremom za rad,
- rad na neobezbeđenoj visini i na nepropisno montiranim skelama,
- nedovoljna koncentracija i nepažnja zaposlenih.

2.2 Akteri u oblasti bezbednost i zdravlje na radu

Jedan od aktera u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu, ujedno i najvažniji, jeste sama država odnosno njeni organi. Država je ta koja donosi zakone, pravilnike i uredbe kojima se postavljaju pravila i po kojima svi ostali učesnici ove oblasti moraju da se ponašaju.

Sledeći akter, u oblasti građevinarstva posebno interesantan, jeste investitor. Jedna od njegovih, možda i najvažnijih, obaveza jeste obezbeđivanje finansijskih sredstava, koja su neophodna za adekvatno primenjivanje mera bezbednosti i zdravlja na radu.

Preduzeće, odnosno poslodavac, je takođe značajan učesnik obezbeđivanja i zaštite radnika. Njegova uloga je da obezbedi sve propisane mere od strane države, što znači, mora da se pridržava svih važećih zakona iz ove oblasti jer u suprotnom, ako inspekcija kao državni organ, ustanovi neke nepravilnosti, preduzeće će biti kažnjeno u skladu sa zakonskim odredbama.

Akter u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu jeste i sam radnik i njegova uloga je jako značajna. Mora se znati da

NAPOMENA:

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

je radnik centralna ličnost u radu i da se zbog njega i sprovode mere bezbednosti tako da bez njegovog prihvatanja, razumevanja i pridržavanja propisanih mera uloga ostalih aktera postaje besmislena i beskorisna.

2.3 Pravni okviri bezbednosti i zdravlja na radu u građevinarstvu

Uspostavljanje sistema bezbednosti i zdravlja na radu i njegova efikasnost i uspešnost u velikoj meri zavisi od društveno-ekonomskih uslova, stepena privrednog razvoja i tradicije svake države. Ali za njegovo utemeljenje je svakako najznačajniji pravni okvir koji različitim pravnim aktima usmerava primenu utvrđene politike, određuje subjekte, njihova prava, obaveze, odgovornosti i odnose, ciljeve delovanja kao i mehanizme i sredstva za njihovo ostvarivanje.

U skladu sa brzim društveno-ekonomskim dešavanjima u UAE-u, veliki koraci su preduzeti, kako na federalnom tako i na lokalnom nivou, da se reformiše politički sistem u UAE-u, kako bi više odgovarao potrebama stanovništva u zemlji i da osigura da se bolje opremljen nosi sa izazovima razvoja.

Nagli razvoj UAE-a je naveo vladina odeljenja da izdaju zakone, propise i smernice za projekte koji potpadaju pod njihovu nadležnost. Ovaj potez je rezultirao brojnim izvorima zakona koji obuhvataju federalne zakone, ministarske i lokalne naredbe, opštinske naredbe i ugovore izdate od strane svakog vladinog odeljenja ponaosob kao i od strane FreeZone (tj. bez carinskih) vlasti (svaki emirat u UAE-u ima bez carinske zone u okviru kojih važe posebni zakoni). Iako je postavljanje standarda postalo važan aspekt i igra integralni deo u industriji, ovo je stvorilo čitav asortiman pravila i propisa što neminovno stvara praktične probleme.

3. BEZBEDNOST I ZDRAVLJE NA RADU U UJEDINJENIM ARAPSKIM EMIRATIMA

Građevinska industrija u UAE-u je doživela fundamentalne promene tokom proteklih nekoliko godina, usled nekoliko uticaja kao što su povećanje trgovinske liberalizacije, globalizacije i internacionalizma. Ovi uticaji su praćeni direktnom akcijom da se građevinska industrija učini efikasnijom i bezbednijom od strane vlasnika međunarodnih građevinskih projekata, kao i direktora iz oblasti bezbednosti i zdravlja na radu.

Konkretno, građevinski sektor u Dubaiju se smatra jednim od ključnih izvora zaposlenosti, prihoda i uopštenog napretka Dubai-ja. Dubai je zbog ovoga vrlo brzo postao jedan od vodećih centara za neke od najvećih svetskih građevinskih kompanija.

3.1 Federalna zakonska regulativa

UAE ima dvostepeni sistem zakonodavstva: federalni zakon, koji se odnosi na svih sedam emirata, i lokalni zakoni, koji su ograničeni na emirat u kojem su usvojeni.

3.1.1 Zakon o radu

FEDERAL LAW NO. (8) OF 1980 je UAE-ov Zakon o radu koji nadgleda prava zaposlenih i između ostalog obuhvata smernice o zaštitnoj opremi, prvoj pomoći i zdravstvenim objektima.

Osim ovih obaveza, ovaj zakon reguliše i nadoknade koje poslodavac mora da ispunji prema radniku ukoliko dođe

do povrede na radu, profesionalnog oboljenja ili smrtnog ishoda.

3.1.2 Ministarske odredbe

Da bi se pojačali različiti aspekti Zakona o radu, izdate su određene ministarske odredbe, a sa aspekta bezbednosti i zdravlja na radu najvažnije od njih su:

- Ministarska odredba broj 6 (1) iz 1981
- Ministarska odredba broj 32 iz 1982

3.2 Lokalna zakonska regulativa

U Dubai-ju je trenutno na snazi "Code of Constructions Safety Practice" (Kodeks bezbednosti u građevinskoj praksi) izdat od strane opštinskih vlasti. Ovo je ujedno i jedini dokument koji se u celosti odnosi na oblast bezbednosti i zdravlja na radu, dok se u drugim lokalnim zakonima i odlukama ova oblast pominje samo kroz određene članove, odredbe ili delove istih tih zakona.

Tako se i u samom kodeksu napominje da je i on sam punosnažan samo ako se primenjuje u saglasnosti sa :

- 1.Odredbama lokalnog zakona br. (61) iz 1991
- 2.Odredbama lokalnog zakona br. (3) iz 1999
- 3.Odredbama lokalnog zakona br. (11) iz 2003
- 4.Administrativnom odlukom br. (125) iz 2001

3.3 Kodeks bezbednosti u građevinskoj praksi

Trenutni kodeks bezbednosti u građevinskoj praksi je namenjen da reguliše uslove rada na građevinskim projektima za sve zaposlene koji rade sa izvođačima radova ili podizvođačkim kompanijama. Ovaj kodeks obuhvata niz pravila koja regulišu građevinske projekate sprovedene na teritoriji emirata Dubai. Tehničke smernice priložene uz njega su sastavni deo ovog zakonika. Sva pravila i priložene tehničke smernice predviđene ovim kodeksom se moraju primeniti na svim građevinskim radovima i projektima preduzetim bilo u svrhu trgovine ili u svrhu stambene, komercijalne i industrijske namene od strane ili u ime privatnog ili javnog sektora, koji obuhvata vladu ili neki drugi državni organ.

Na samom početku ovog kodeksa jasno su definisane dužnosti poslodavca, inženjera, izvođača i podizvođača po pitanjima bezbednosti i minimalnih potrebnih uslova i elementa koji će biti praćeni tokom svih građevinskih faza, uključujući projektovanje, nadzor i izvođenje radova.

4. BEZBEDNOST I ZDRAVLJE NA RADU U REPUBLICI SRBIJI – KRATAK PRIKAZ

4.1 Bezbednost i zdravlje na radu u Srbiji

Republika Srbija i njena privreda se sada nalaze u procesu brze tranzicije, sa namerom da izgradi moderan tržišni sistem radi uključivanja u privredne tokove država članica Evropske Unije. Da bi ostvarila postavljene ciljeve Republika Srbija mora, pre svega, da uskladi svoje nacionalno zakonodavstvo sa pravnim tekovinama i zakonodavstvom Evropske Unije.

Propisi kojima se uređuje sistem bezbednosti i zdravlja zaposlenih na radu imaju izuzetan značaj i ulogu u stvaranju savremenih tržišnih uslova.

U okviru aktivnosti za ispunjenje zahteva Evropske Unije za pridruživanje i članstvo u toku je usaglašavanje propisa i uspostavljanje izmenjenog sistema bezbednosti i

zdravlja na radu. Ovaj proces je započet 2005.godine donošenjem Zakona o bezbednosti i zdravlju na radu i nastavlja se usaglašavanjem podzakonskih propisa i standarda u ovoj oblasti.

Sistem bezbednosti i zdravlja na radu u Republici Srbiji čine:

- Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu
- Zakon o radu
- Zakon o zdravstvenom osiguranju
- Zakon o zdravstvenoj zaštiti
- Zakon o penzijskom i invalidskom osiguranju

4.2 Zakonska regulativa u Srbiji

4.2.1 Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu

Ovo je svakako najznačajniji pravni akt u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu u građevinarstvu. On predstavlja skup pravila, odnosno obaveza kojih se prvenstveno poslodavci a potom i zaposleni moraju pridržavati kako bi se sprečile situacije i događaji pri kojima može doći do povređivanja zaposlenih na radnom mestu.

Što se tiče građevinske delatnosti, prema ovom zakonu propisane su sledeće obaveze i dužnosti glavnih aktera iz ove oblasti:

- Obaveze poslodavca
- Obaveze lica za bezbednost i zdravlje na radu
- Obaveze službe medicine rada

4.2.2 Uredba o bezbednosti i zdravlju na radu na privremenim ili pokretnim gradilištima

Cilj ove Uredbe je da unapredi prevenciju povreda na radu, profesionalnih oboljenja i oboljenja u vezi sa radom tako što na samom gradilištu jasnije utvrđuje pravila ponašanja a samim tim i sistem odgovornosti svih u delokrugu rada.

Uredbom se propisuju minimalni zahtevi koje su akteri iz ove oblasti dužni da ispune u obezbeđivanju primene preventivnih mera na privremenim ili pokretnim gradilištima:

- Obaveze investitora
- Obaveze koordinatora za izradu projekta
- Obaveze koordinatora za izvođenje građevinskih radova

5. KOMPARACIJA SISTEMA BEZBEDNOSTI I ZDRAVLJA NA RADU U UJEDINJENIM ARAPSKIM EMIRATIMA I REPUBLICI SRBIJI

Osnovna dokumentacija iz oblasti bezbednosti i zdravlja na radu u građevinarstvu u ove dve zemlje je prikazana na sledećoj slici (slika 5.1)

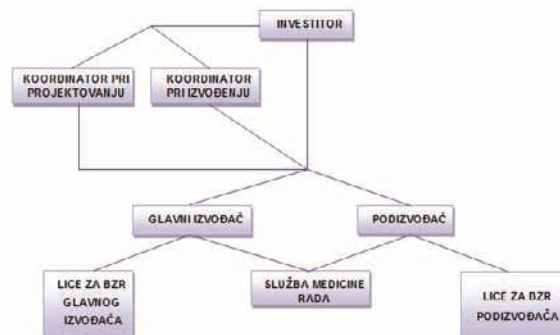
UAE	SRB
• Plan bezbednosti • Akt o proceni rizika	• Plan preventivnih mera • Akt o proceni rizika • Elaborat o uređenju gradilišta

Slika 5.1: Potrebna dokumenta vezana za BZR u građevinarstvu

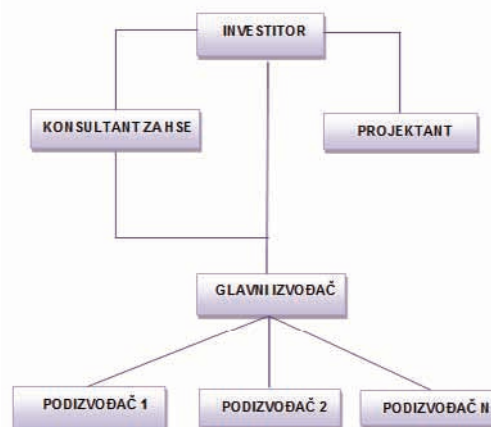
Sa slike 5.1 jasno se zaključuje da je glavna i suštinski jedina razlika u dokumentaciji Elaborat o uređenju gradilišta. Postavlja se pitanje da li je Elaborat o uređenju

gradilišta neophodan ili je on ustvari već deo Plana preventivnih mera? Trenutno tumačenje našeg zakona je da su to dva različita dokumenta, ali koji imaju puno dodirnih tačaka.

Naredne šeme prikazuju obaveze aktera u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu u Republici Srbiji i Ujedinjenim Arapskim Emiratima (slike 5.2 i 5.3)



Slika 5.2: Šema obaveza aktera iz oblasti bezbednosti i zdravlja na radu u Srbiji



Slika 5.3: Šema obaveza aktera iz oblasti bezbednosti i zdravlja na radu u Ujedinjenim Arapskim Emiratima

Prva, odmah uočljiva razlika je da u šemi UAE-a nema dva koordinatora, jedan u fazi projektovanja a drugi u fazi izvođenja, već obaveze oba ta koordinatora spadaju pod obaveze konsultanta za HSE (Health, Safety and Environment). To nije nikakva suštinska razlika već upravo mali propust naših propisa.

Pored ovoga, uočava se da je obaveza investitora da imenuje glavnog izvođača radova koji dalje unajmljuje eventualno potrebne podizvođače. Investitor preko konsultanta za HSE obavezuje glavnog izvođača da se svi radovi vrše na siguran način, bez obzira da li te radove vrši direktno glavni izvođač ili neko od podizvođača.

Sledeća razlika je, što se u propisima koji uređuju bezbednost i zdravlje na gradilištima u UAE-u, spominju i obaveze projektanta konstrukcije.

I na kraju bi bilo važno napomenuti da, ako se pažljivije analizira zakonska regulativa UAE-a, uočava se da zakonima koji su trenutno na snazi investitor nema posebnih obaveza koje se tiču bezbednosti i zdravlja na radu. Naime, ovo je posledica ne postojanja jedinstvenog državnog organa koji bi bio posvećen isključivo regulaciji

ove oblasti. Međutim, isto tako zahvaljujući tome investitor ima slobodu izbora inostranih standarda koji će se poštovati i primenjivati u toku projekta. Sve ovo dovodi do situacije da predstavljena šema nije i jedina koja se primenjuje na gradilištima širom UAE-a, ali jeste najčešća.

6. ANALIZA STANJA BEZBEDNOSTI I ZDRAVLJA NA RADU NA GRADILIŠTU

PROJEKAT: "UAE Armed Forces Head Quarters Military Works, Al Dhafra – Abu Dhabi"

6.1 Analiza postojeće dokumentacije

Radi boljeg sagledavanja problematike bezbednosti i zdravlja na radu u građevinarstvu analizirana je primena trenutno važećih propisa UAE-a na izgradnji prilaznih rampi za carinsku kućicu. "UAE Armed Forces Head Quarters Military Works, Al Dhafra – Abu Dhabi" je naziv projekta u okviru kog se vrši izgradnja ovih prilaznih rampi.

HSE Plan primenjen na ovom projektu je sastavljen od strane departmana za HSE kompanije „Freyssinet Gulf LLC". Ovaj plan je vrlo opšteg karaktera i prilagođen je isključivo poslovima koje obavlja ova kompanija, pri čemu se spram projekta prilagođavaju određeni delovi. Da bi ovaj plan bio punovažeći on je morao biti pregledan i odobren od strane glavnog izvođača.

Method Statement i Risk Assessment za ovaj projekat urađeni su vrlo detaljno i krajnje profesionalno. Tako da, zajedno sa HSE Planom i šemom organizacije gradilišta čine veoma adekvatnu i profesionalno izrađenu dokumentaciju.

U Ujedinjenim Arapskim Emiratima se smatra da je ključ uspešnog sistema bezbednosti i zdravlja na radu u obuci zaposlenih, ali se pri tome ne misli samo na radnike na gradilištu već i na kompletan kadar uključen u izvođenje projekta. Ovakav stav i mišljenje ima i kompanija Freyssinet.

6.2 Stanje na gradilištu

U konstruktorskom pogledu proces izrade ovih konstrukcija i nije tako komplikovan. Sa aspekta bezbednosti i zdravlja na radu radnici ipak jesu izloženi opasnostima i rizicima, počev od: rukovanja raznoraznim mašinama i vozilima, rad sa različitim materijalima (beton, emulzije za premaz oplate, bitumen, itd.), vibracijama od vibro mašina, opasnostima pri transportu i motaži ploča, itd. Kroz dinamički plan izvođenja radova dat je uvid i u mere bezbednosti na ovom projektu. Može se konstatovati da su radnici u toku rada na ovom gradilištu bili adekvatno obezbeđeni i zaštićeni.

6.3 Uočeni nedostaci na analiziranom gradilištu i predlozi njihovog prevazilaženja

Nakon analize ovog gradilišta, kako sa administrativnog aspekta tako i sa aspekta realnog stanja stvari na njemu, mora se zaključiti da se zaista vodilo računa o ispunjavanju propisa i ostvarivanju sigurnosti radnika na njihovim radnim mestima.

7. ZAKLJUČAK

U globalnom okruženju gde trenutno ne postoji jednobrazno priznati međunarodni standard za bezbednost i zdravlje, veoma je teško za građevinske stručnjake da

obezbede radna mesta koja su bezbedna za njihove radnike.

Iako, Kodeks bezbednosti u građevinskoj praksi (koji važi na teritoriji emirata Dubai) uvodi detaljne obaveze u vezi zdravlja i bezbednosti na gradilištu, uključujući obuku, procedure izveštavanja i angažovanje lica za bezbednost i zdravlje na radu, on sam za sebe nije dovoljan. Ujedinjeni Arapski Emirati moraju još dosta toga da urade na administrativnom uređenju ove oblasti da bi moglo da se kaže da imaju uzoran sistem bezbednosti i zdravlja na radu.

S druge strane ono što jeste za primer, a što je uzgred rečeno i bila svrha ovog rada, jeste način na koji se ova država suočava sa svojim problemom.

U odsustvu jedinstvenog državnog organa, kompanije u UAE su uspostavile saradnju za razmenu informacija o rizicima iz zdravlja i bezbednosti na radu i najboljoj praksi, formiranjem neprofitnih organizacija.

Trenutno postoje dve neprofitne organizacije koje dele informacije, iskustvo iz najbolje prakse i pružaju podršku u cilju da se podigne nivo bezbednosti i zdravlja na radu, i da učine UAE sigurnijim mestom za rad i život: IOSH i BuildSafe UAE.

Iz svega navedenog u ovom radu može se zaključiti da iako ekonomski puno stabilnija država nego Republika Srbija, UAE je dokaz da ni dobar ekonomski položaj zemlje, kao ni bogatstvo građevinskih preduzeća nisu preduslov za dobar sistem bezbednosti i zdravlja na radu. Naprotiv, zaključak do koga se dolazi je da je jedini ključ uspeha želja i volja svih učesnika u ovoj oblasti da se postigne kvalitetan nivo bezbednosti i zdravlja na radu.

8. LITERATURA

- [1] Trivunić M., Matijević Z.: „*Tehnologija i organizacija građenja*” - praktikum, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2004.
- [2] Grupa autora: „*Bezbednost i zdravlje na radu – knjiga 2*”, Kragujevac – Novi Sad, 2009
- [3] U.A.E. Labour Law Federal Law No. (8) of 1980, U.A.E. 2001
- [4] “Code of Construction Safety Practice”- Dubai Municipality, Dubai, 2007
- [5] Local Order no. (3) of 1999 on Construction Activities Regulations in the Emirate of Dubai
- [6] Local Order no. (11) of 2003 on Public Health and community Safety in the Emirate of Dubai
- [7] Local Oder no. 61/1991 on Environmental Protection Systems in the Emirate of Dubai
- [8] Administrative Decision no. (125) of 2001 on Endorsement of Construction Regulations, Conditions and Specifications
- [9] Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu ("Službeni glasnik RS", br.101/2005)
- [10] Uredba o bezbednosti i zdravlju na radu na privremenim ili pokretnim gradilištima ("Službeni glasnik RS", br.14/09)

Kratka biografija:

Vanja Nacković je rođena u Novom Sadu 1985. godine. Diplomki-master rad iz oblasti Građevinarstva odbranila je 2013. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.

SMICANJE ARMIRANOBETONSKIH GREDNIH ELEMENATA
SHEAR REINFORCED CONCRETE BEAM ELEMENTS

Milan Višekruna, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*
Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je analizirano smicanje AB grednih elemenata, kao posledica delovanja transverzalnih sila. Prikazane su metode proračuna modela rešetke, kao i numerička analiza proračuna smicanja prema EC2.

Abstract – The paper analyzes shearing of RC beam elements, as a consequence of the transverse forces. Calculation of grid model design are shown, as well as numerical analysis of shear design according to EC2.

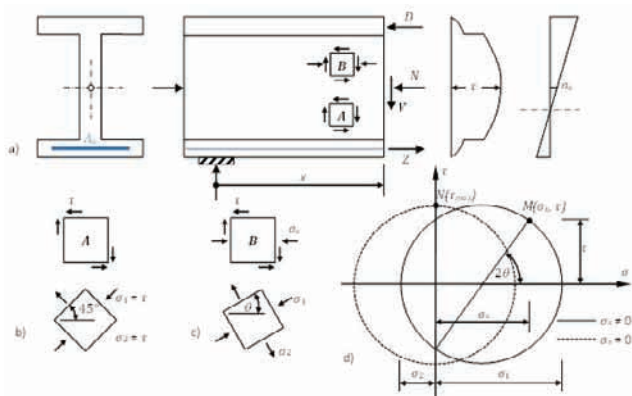
Ključne reči: Smicanje, Model rešetke, AB grede, EC2.

1. UVOD

Pri savijanju AB elementa poprečnim i podužnim silama, mora se sprovesti proračun glavnih napona zatezanja u betonu. Kada su vrednosti ovih napona veće od napona koje beton može da primi, mora se predvideti odgovarajuća armatura za prije sila zatezanja. Lom smicanjem nastaje usled prekoračenja glavnih kosih napona zatezanja (kombinacija smičućih i normalnih napona) koji su, uprkos uvedenim idealizacijama, posledica simultanog dejstva smicanja, savijanja i torzije.

2. FENOMEN SMICANJA AB GREDNIH ELEMENATA
2.1. Smicanje pre pojave prslina

Analiza AB greda opterećenih na savijanje, pre pojave prslina, odgovara gredama homogenog, izotropnog elastičnog materijala.



Slika 1. Smičući i normalni naponi AB grede u blizini oslonca

Razmatrano je ravno stanje napona grede u blizini oslonca, opterećene savijanjem sa spoljnom silom pritiska

NAPOMENA:

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

N koja deluje u osi nosača, Slika 1. U betonu, u preseku grede na odstojanju x od oslonca, deluju naponi smicanja τ i normalni naponi σ_x (naponi σ_y su zanemareni) koji su posledica savijanja i normalne sile pritiska. Intenzitet smičućih napona u posmatranom homogenom preseku se može definisati izrazom:

$$\tau(x) = V(x) \cdot S / (b \cdot I) \quad (1)$$

gde je $V(x)$ smičuća sila u preseku x , S statički momenat površine, b odgovarajuća širina preseka i I momenat inercije preseka.

Naponi smicanja, na mestu neutralne linije, za izdvojeni element A , Slika 1, na dovoljnoj razdaljini od oslonca (naponi σ_y se javljaju u blizini oslonca ili u okolini neposredno ispod opterećenja koncentrisane sile) jednaki su glavnim naponima, tj. pravci glavnih napona su:

$$\sigma_{1,2} = \pm \tau \cdot \tan(2\theta) \rightarrow \infty \quad \theta = 45^\circ \quad (2)$$

U pritisnutoj zoni, elemenata B , pored napona smicanja τ , deluje i normalni naponi pritiska σ_x , pa su glavni naponi i pravci su određeni preko Morovog kruga napona:

$$\sigma_{1,2} = (\sigma_x / 2) \pm \sqrt{(\sigma_x^2 / 4) + \tau^2} \quad \tan(2\theta) = 2 \cdot \tau / \sigma_x \quad (3)$$

Geometrijsko mesto tačaka koje povezuju glavne napone pritiska (isprekidane linije), ili glavne napone zatezanja (pune linije), koje su međusobno upravne, nazivaju se trajektorije glavnih napona. Tangente tačaka u kojima se presecaju glavni naponi pritiska i zatezanja, pokazuju pravce glavnih napona u toj tački, Slika 2.



Slika 2. Trajektorije glavnih napona u homogenoj gredi

2.2. Smicanje elemenata posle pojave prslina

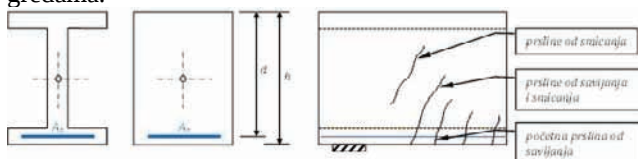
Prslina u AB elementu se pojavljuju kada glavni naponi zatezanja prekorače čvrstoću betona na zatezanje. Pravac prostiranja prslina je upravan na pravac glavnih napona zatezanja.

Za elemente opterećene na smicanje, pravci glavnih napona zatezanja su pod uglom u odnosu na osu elementa. U ovim elemntima javljaju kose prslina, čiji se pravac poklapa sa pravcima glavnih napona pritiska. Kose prslina se formiraju na dva načina:

1. Naponi smicanja (grede I i T oblika poprečnog preseka sa rebrom male širine) u rebro, u blizini oslonca, su veoma veliki u odnosu na napone zatezanja od savijanja. Ovi naponi su obično veći od napona u donjoj flanši, pa samim tim se formiraju, u sredini rebra, kose prslina od smicanja. Prirastom opterećenja, ove prslina se šire koso, prema gornjoj i donjoj ivici preseka.

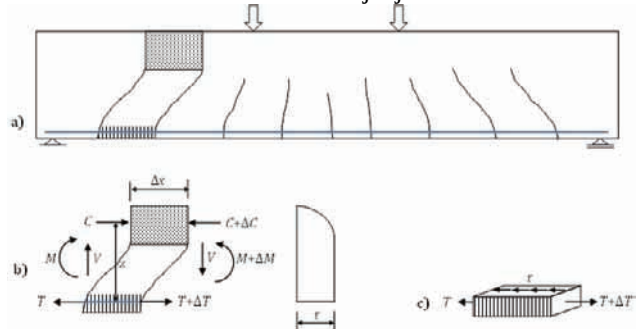
2. Kod elemenata pravougaonog, I i T poprečnog preseka sa većom širinom rebra formiraju se prvo

približno vertikalne prsline nastale savijanjem, nakon čega se nastavljaju kao kose prsline, Slika 3. Ove prsline su posledica kombinacije smicanja i savijanja u AB gredama.



Slika 3. Kose prsline od čistog smicanja i kombinacije smicanja i savijanja

Koja će se vrsta prsline javiti u AB gredi, zavisi osim od odnosa širine i visine preseka, i od intenziteta transverzalne sile i momenta savijanja.



Slika 4. Uslovi ravnoteže isprskalog dela grede opterećene koncentrisanim silama

Izdvajanjem zategnutog dela u nivou zategnute armature, Slika 4c, uz uslov veze momenata savijanja i transverzalne sile, odnosno veza sprega sila i sila zatezanja, određujemo osrednjeni vertikalni napon smicanja (uz važenje Košijevog stava o konjugovanosti smičućih napona):

$$\tau = V / (b \cdot z) \quad (4)$$

2.3. Analiza grede bez poprečne armature

Nakon formiranja kose prsline, kada je greda bez poprečne armature, nije moguć prenos sile zatezanja upravno na prsline. Međutim, u slučaju male širine prsline, duž kose prsline je moguć dalji prenos dela sile (zbog hrapavosti površine betona – trenja). Ova unutrašnja kosa sila označena sa V_c , razložena je na horizontalnu V_{cx} i vertikalnu komponentu V_{cy} . Zbir unutrašnjih vertikalnih sila je uravnotežen sa spoljašnjom transverzalnom silom:

$$V = V_{cy} + V_c' + V_d \quad (5)$$

gde je V_c' smičuća sila u pritisnutom delu visine y i V_d smičuća sila u podužnoj armaturi, koja deluje preko efekta moždanika.

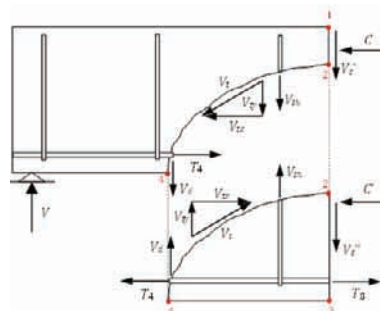
2.4. Analiza grede sa poprečnom armaturom

Analiziraćemo gredu pri pojavi kose prsline sa unutrašnjim silama koje se javljaju za slučaj grede bez poprečne armature, sa dodatnom silom V_{su} koju prihvataju uzengije, Slika 5. Iz ravnoteže vertikalnih sila u delu grede iznad kose prsline, određujemo spoljnu transverzalnu silu:

$$V = V_{cy} + V_c' + V_d + V_s \quad (6)$$

Za prijem glavnih kosih napona zatezanja kod AB grednih elemenata upotrebljava se armatura i to:

- uzengije (kose ili vertikalne)
- koso povijena podužna armatura (kosa gvožđa)
- kombinacija kose armature i uzengija



Slika 5. Presečne sile u blizini oslonaca AB grede sa vertikalnim uzengijama

Vertikalne uzengije, kao što sam naziv kaže, se postavljaju upravno na osu grede (zbog lakše montaže). One su uglavnom tanjih profila armature koje i obuhvataju obim poprečnog preseka grede, odnosno glavnu podužnu armaturu. Proračunski se postavljaju na određenom međusobnom rastojanju s , koje je manje ili jednako maksimalnom rastojanju s_{max} definisanom u propisima. Prilikom usvajanja uzengija, treba težiti tanjim profilom na što manjem mogućem međusobnom rastojanju jer na taj način bolje primaju napone zatezanja. Uzengije imaju i sledeće uloge:

- povećavaju nosivost na smicanje podužne armature, koja deluje efektom moždanika, jer poboljšava vezu između betona i podužne armature,
- ograničavaju širinu prsline preko održavanja i povećanja smičućih napona koji se prenose trenjem u prslini,
- utežu presek, pogotovo u slučaju gusto armiranih greda, pa se samim tim povećava čvrstoća na pritisak betona, odnosno duktilnost preseka,
- usporavaju rasprostiranje prsline po visini preseka i prodor u pritisnutu zonu preseka, pa se i visina ove zone duže odupire dejstvu smicanja i sile pritiska.

3. MODELI REŠETKE

Pre pojave prsline, glavni naponi pritiska i zatezanja u neutralnoj liniji jednaki su smičućim naponima (Morovi krugovi napona).

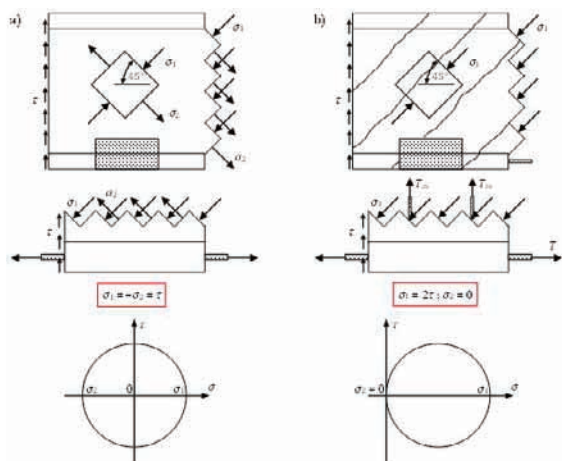
Nakon otvaranja kosih prsline, u gredi sa poprečnom armaturom, ostvaruje se nov sistem preraspodele napona, pod pretpostavkom da beton ne prima napone zatezanja i da glavni napon pritiska ostaje pod uglom od 45° u odnosu na osu grede.

Ovi naponi iz stanja bez prsline moraju imati dvostruku vrednost da bi se prihvatio isti napon smicanja $\sigma_1 = 2 \cdot \tau$, Slika 6. Kako je pretpostavljeno da u betonu nema zatezanja, podužna armatura je potrebna da uravnoteži horizontalnu, a uzengije vertikalnu komponentu kose sile pritiska u betonu.

3.1. Model rešetke konstantnog nagiba dijagonala

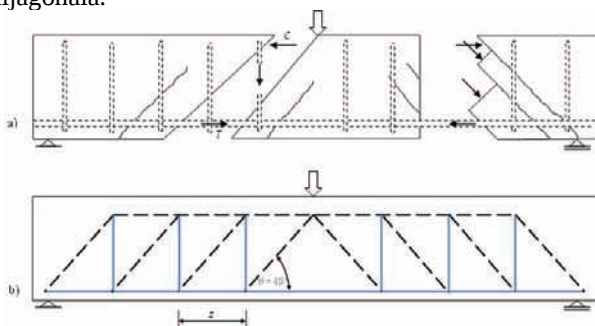
Švajcarski inženjer Riter 1899. godine je predložio da se proračun smicanja AB grede koristi analogija sa modelom rešetke.

Ovaj postupak predstavlja proračunski model koji idealizuje tok sila u AB gredama sa kosim prslinama. Rezultante kosih napona pritiska u betonu prihvataju se kosim betonskim pritisnutim štapovima rešetke, vertikalni zategnuti štapovi predstavljaju uzengije, dok je donji pojas rešetke zamenjen podužnom glavnom armaturom grede.



Slika 6. Stanje napona u AB gredi pre i posle pojave kosih prslina

Pritisnuta zona betona koja se javlja pri savijanju grede predstavlja pritisnuti betonski gornji pojas rešetke, Slika 7. Nemački profesor Merš (Mörsch E.) 1902. godine je detaljnije i preciznije formulisao, pa je za model rešetke koristio kontinualno polje, umesto diskretnih pritisnutih dijagonala.



Slika 7. Unutrašnje sile grede sa prslinama i idealizovana rešetka sa kosim štapovima pod uglom od 45°

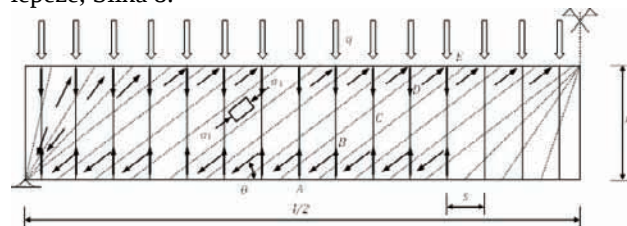
Nedostaci proračuna smicanja modelom rešetke sa nagibom dijagonala pod uglom od 45° su:

- potpuno su zanemareni naponi zatezanja u betonu,
- greda bez poprečne armature nema nikakvu nosivost na dejstvo transverzalnih sila,
- naponi zatezanja u uzengijama dobijeni ovom metodom su značajno veći od napona koji su dobijeni eksperimentalnim testovima,
- nagibi u odnosu na osu nosača je manji od 45° u blizini oslonaca.

3.2. Model rešetke promenljivog nagiba dijagonala

Svi nedostaci klasičnog modela rešetke sa konstantnim nagibima pritisnutih štapova pod uglom od 45° u odnosu na osu štapa mogu se eliminisati uvođenjem učešća betona u prijem transverzalne sile. Takođe uvođenjem nagiba kosih dijagonala u blizini oslonaca manjih od 45° Riter–Meršov model rešetke se može učiniti tačnijim. Lamper i Trilman, (Lampert P. i Thürlimann B.) 1969. godine su modifikovali opšti model rešetke i pretpostavili da je ugao nagiba pritisnutih betonskih dijagonala rešetke promenljiv u funkciji odnosa procenata podužne i poprečne armature. Ovaj postupak je kasnije nazvan Model rešetke sa promenljivim nagibom dijagonala. U rebru AB grede usled dejstva spoljašnjeg opterećenja izazvanog savijanjem, ostvareno je ravno stanje napona u oblasti loma i može se prikazati kosim poljima napona koji se pružaju pod uglom θ u odnosu na osu grede. Ova

polja imaju oblik paralelograma i u njima vlada jednoaksijalno naponsko stanje pritiska. Nagib ovih polja je konstantan duž grede izuzev nad osloncem i u sredini grede gde prati nagib prslina od savijanja, ili na mestu delovanja koncentrisane sile, pa su polja napona u obliku lepeze, Slika 8.



Slika 8. Polja napona pritiska u rebru AB proste grede Armiranobetonska greda se aproksimira zamenjujućom rešetkom, gde kosi pritisnuti štapovi predstavljaju rezultante prethodno objašnjenih polja pritiska u rebru grede. Kompletan podužna armatura grede koncentrisana je u donjoj zoni i predstavlja zategnut štap rešetke, a u gornjem štapu rešetke deluje sila pritiska. Pojasni štapovi su na međusobnom rastojanju z koji odgovara kraku unutrašnjih sila u gredi. Za vertikalne uzengije, rastojanje z je ujedno i dužina uzengija, pa je horizontalna projekcija kosih štapova $z \cdot \cot \theta$. Prilikom proračuna ovom metodom mora se uvažiti i pretpostavka da su betonske dijagonale vezane su samo sa štapovima gornjeg i donjeg pojasa.

3.3. Doprinos sile smicanja na vođenje podužne armature u gredi

Kada je krak unutrašnjih sila z u gredi konstantan, sila zatezanja u podužnoj armaturi grede opterećene na savijanje se menja proporcionalno promeni momenta savijanja u gredi. Međutim, za vertikalne uzengije u gredi, na povećanje sile zatezanja u zategnutoj armaturi utiče i transverzalna sila sa iznosom od $(V/2) \cdot \cot \theta$. Saglasno ovome, sila zatezanja u podužnoj armaturi grede na rastojanju x od oslonca se određuje prema izrazu:

$$T(x) = (V/z) \cdot \left(x + (z/2) \cdot \cot \theta \right) \quad (7)$$

Kriva zatezanja u podužnoj armaturi se pomera u horizontalnom pravcu (u smeru u kome se zatezanje povećava), čime je moguće odrediti mesta ukidanja podužnih šipki:

$$a_1 = (z/2) \cdot \cot \theta \quad (8)$$

4. PRORAČUN SMICANJA PREMA EC2

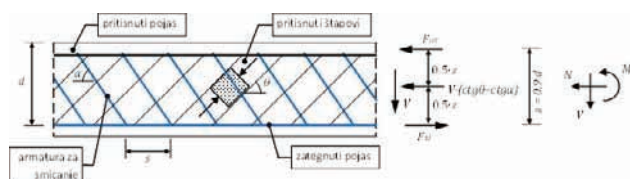
Granično stanje nosivosti AB elementa na smicanje, prema EC2, je dokazano ako je proračunska vrednost sile smicanja u posmatranom preseku usled spoljašnjeg opterećenja V_{Ed} manja ili jednaka proračunskoj vrednosti nosivosti pri smicanju elementa bez armature $V_{Rd,c}$:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} \quad (9)$$

U zonama (presecima) elementa gde važi jednačina (9) nije potrebna nikakva proračunska armatura za smicanje, odnosno ovi preseki se konstruktivno armiraju.

Proračun AB elemenata u kojim je potrebna armatura za smicanje, tj. kada jednačina (9) nije zadovoljena, zasniva se na modelu rešetke (eng. *truss model*), gde su štapovi pritiska locirani u betonkom delu pritisnute gornje zone elementa, odnosno u pritisnutim dijagonalnim štapovima pod uglom θ , koji prema EC2, kreće se u granicama $21.8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$. Zategnuti delovi rešetke predstavljaju donja

(glavna) zategnuta armatura, odnosno poprečna armatura (uzengije) pod uglom α , Slika 9.



Slika 9. Model rešetke prema EC2

Granična smičuća sila V_{Ed} u poprečnom preseku AB nosača mora biti ograničena, da ne bi došlo do loma betona usled prekoračenja pritiska u dijagonalnim štapovima, na maksimalnu nosivost smicanja (sa vertikalnom armaturom za smicanje $\alpha=90^\circ$) definisana izrazom:

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / (ctg\theta + tg\theta) \quad (10)$$

gde je vrednost proračunske čvrstoće betona na pritisak f_{cd} , koeficijent smanjenja čvrstoće betona zbog prslina od smicanja v_1 , krak unutrašnjih sila $z = 0.9d$, koeficijent kojim se obuhvata intenzitet napona pritiska α_{cw} . Potrebna količina smičuće armature, odnosno dodatne podužne armature data je izrazima:

$$(A_{sw}/s) = \frac{V_{Ed}}{z \cdot f_{ywd} \cdot ctg\theta} \quad (11)$$

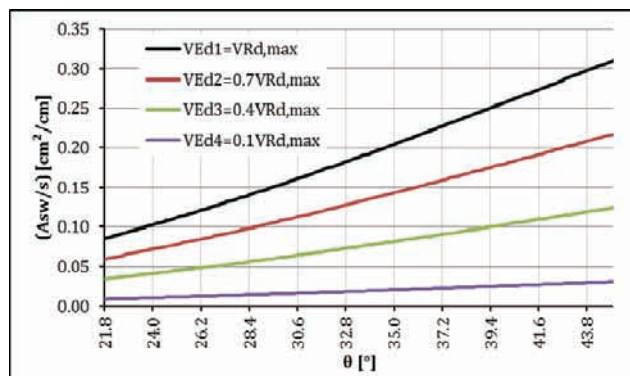
$$A_{s\Delta F} = \frac{0.5 \cdot V_{Ed} \cdot ctg\theta}{f_{yd}} \quad (12)$$

5. PRIMER ANALIZE SMICANJA AB GREDNIH ELEMENATA PREMA EC2

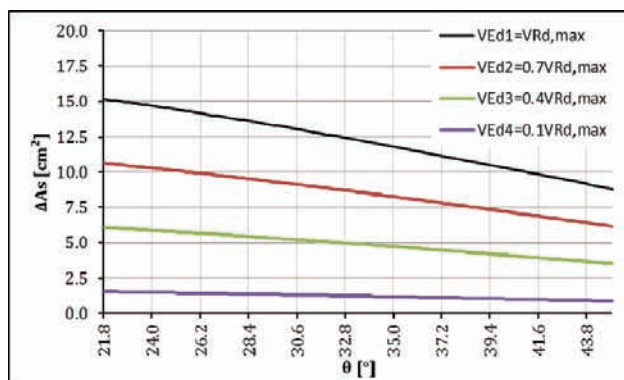
Analiziran je AB gredni nosač, statičkog sistema proste grede, raspona 8.0 m, čiji je poprečni presek $b/h=30/70$ cm konstantan duž nosača. Greda je opterećena graničnim jednakopodeljenim opterećenjem $q_u=40$ kN/m'. Materijal je definisan vrednostima za beton C25/30, odnosno armatura S500.

Sa Slike 10 i Slike 11 zaključuje se da sa rastom ugla θ , s jedne strane, se povećava količina poprečne armature, a s druge, smanjuje doprinos dodatne podužne armature. Shodno ovome, minimalna količina poprečne (smičuće) armature, odnosno maksimalne dodatne podužne armature odgovara uglu $\theta = 21.8^\circ$.

Vrednost ugla θ od 45° daje maksimalne vrednosti smičuće, odnosno minimalne vrednosti dodatne podužne armature.



Slika 10. Smičuća armatura u funkciji ugla θ



Slika 11. Dodatna podužna armatura u funkciji ugla θ

Prirast količine smičuće armature najveći je kada nosivost preseka na smicanje odgovara maksimalnoj nosivosti, odnosno smanjuje se sa smanjenjem procenta iskorišćenja nosivosti preseka na smicanje. Suprotno od ovoga, važi i za dodatnu količinu podužne armature. Iz ove analize proizilazi da manja proračunska sila smicanja daje manju zavisnost od izabranog ugla nagiba pritisnutih dijagonala.

6. ZAVRŠNE NAPOMENE

Model rešetke sa promenljivim nagibom dijagonala znatno bolje i jasnije opisuje realno ponašanje u oblasti smicanja AB grednih elemenata. Naročito se odnosi na proračun grednih I i T oblika poprečnog preseka. Paradoksalno, metoda sa promenljivim nagibom dijagonala ne računa sa doprinosom betona, već kompletnu smičuću armaturu određuje iz ukupne smičuće sile.

Ovo je razlog zbog čega dva preseka različite širine imaju istu potrebnu armaturu.

Primena Standardne metode daje konzervativna rešenja potrebne armature, što je za upotrebu u praksi zadovoljavajuće. Razvojem računara i specijalizovanih računarskih programa, model rešetke sa promenljivim nagibom dijagonala nalazi svoju primenu u proračunu smicanja AB konstrukcija.

7. LITERATURA

- [1] D.Najdanović, "Modeli proračuna armiranobetonskih nosača u oblastima smicanja i diskontinuiteta", *Građevinski fakultet*, Beograd, 2001. 165 str.
- [2] CEN [2004]: Eurocode 2: Design of Concrete Structures – Part 1-1: General Rules and Rules For Buildings, EN 1992-1, European Committee for Standardization, CEN, Brussels, English version, December 2004. 225 pages

Kratka biografija:



Milan Višekruna rođen je u Novom Sadu 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Betonske konstrukcije odbranio je 2013.god.

PROCENA STANJA I PREDLOG SANACIONOG REŠENJA ZA INDUSTRIJSKU HALU U OKVIRU FABRIKE "ZORKA - SONA KISELINA" AD ŠABAC**ASSESSMENT AND PROPOSED SOLUTION OF THE REHABILITATION FOR INDUSTRIAL HALL IN THE FACTORY "ZORKA - SONA KISELINA" AD ŠABAC**

Mladen Pavlović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazana procena stanja i predlog sanacionog rešenja za industrijsku halu u okviru fabrike "ZORKA – SONA KISELINA" AD ŠABAC. U prvom delu rada dato je poređenje domaćeg pravilnika o tehničkim normativima za beton i armirani beton u oblastima izloženim agresivnom dejstvu sredine („službeni list SRJ“, br.18/92) i dela evropskog standarda EN 206-1:2000 koji opisuje klase izloženosti prema delovanju sredine. Zatim je na osnovu detaljnog pregleda dostupnih delova i elemenata konstrukcije i uočenih defekata i oštećenja, data ocena stanja objekta sa aspekta nosivosti, stabilnosti i trajnosti. U nastavku rada urađen je kontrolni proračun nosivosti stubova hale i predložene su mere za sanaciju svih nosećih i nenosećih elemenata hale.

Abstract – This paper presents assessment and proposed solution of the rehabilitation for industrial hall in the factory "ZORKA – SONA KISELINA" AD ŠABAC. The first part of the paper is related to the comparison of domestic regulations of technical standards for concrete and reinforced concrete in areas exposed to aggressive environment effects with part of European standard EN 206-1:2000 describing exposure classes connected with environmental actions. Then, according to detailed inspection of available parts and construction elements and observed defects and damage, assessment is given in terms of capacity, stability and durability. In further text the control calculation of bearing capacity of columns is made and appropriate measures for repair of structural and nonstructural elements of hall are proposed.

Ključne reči: defekti, oštećenja, procena stanja, sanacija, nosivost, klase izloženosti, hala

1. UVOD

Rad se sastoji od dve međusobno nezavisne celine. Prvi deo rada predstavlja teorijsko-istraživački rad sa temom poređenja domaće regulative za izvođenje objekata u uslovima agresivne sredine sa delom evropskog standarda EN 206-1:2000 koji opisuje klase izloženosti betona prema delovanju sredine. Drugi deo rada je vezan za praktični deo tj. za procenu stanja objekta i projekat sanacije u okviru koga su detaljno opisani postupci i tehnike sanacije kao i materijali korišćeni za sanaciju.

NAPOMENA:

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

2. UTICAJ AGRESIVNOG DEJSTVA SREDINE NA BETON I ARMIRANI BETON PREMA DOMAĆIM PROPISIMA I STANDARDU EN 206-1:2000**2.1 Pravilnik o tehničkim normativima za beton i armirani beton u oblastima izloženim agresivnom dejstvu sredine**

Pravilnikom o tehničkim normativima za beton i armirani beton u objektima izloženim agresivnim dejstvu sredine („službeni list SRJ“, br.18/92) propisuju se tehnički normativi za projektovanje i izvođenje betonskih i armiranobetonskih konstrukcija koje su stalno ili privremeno izložene ili mogu biti izložene agresivnom dejstvu sredine. Pokazatelji agresivnog dejstva sredine, propisani ovim pravilnikom, svrstavaju se u klase **A₁**, **A₂**, **A₃**, **A₄** i **A₅**, a odnose se na beton spravljen od portland cementa, portland cementa sa dodatkom zgure i/ili pucolana ili sulfatno otpornog cementa bez ili sa dodatkom zgure i/ili pucolana (specijalne vrste portland cementa) koji zadovoljavaju zahteve odgovarajućih srpskih standarda. Hemijski agresivna sredina koja dejstvuje na beton klasifikuje se prema agregatnom stanju na vazdušno (oznaka **g**), tekuće (oznaka **L**) i čvrsto (oznaka **S**). Agresivna sredina prema stepenu agresivnosti deli se na sledeće stepene:

- 1) **slabo agresivan stepen**
- 2) **umereno agresivan stepen**
- 3) **jako agresivan stepen**
- 4) **veoma jako agresivan stepen**

2.2 Standard EN 206-1:2000

Evropski standard EN 206-1:2000, u prevodu na srpski jezik nominovan kao **Beton- Deo 1: Specifikacija, svojstvaproizvodnja i kontrola saglasnosti**, pripremljen je od strane Evropskog komiteta za standardizaciju (CEN). Ovaj dokument u stvari predstavlja konačnu verziju ranijeg predstandarda ENV 206. Evropski standard EN 206-1, kao standard koji se bavi isključivo problematikom tehnologije betona, primenjuje se na betone konstrukcija koje se betoniraju na licu mesta (in situ), na prefabrikovane betonske konstrukcije i na betonske prefabrikate za zgrade i druge građevinske konstrukcije. Ono što je potpuno novo u ovom evropskom standardu, a o čemu domaći važeći Pravilnik veoma malo posvećuje pažnju, svakako je to što je u njemu, u značajnoj meri, našlo mesta sve ono što se odnosi na problem trajnosti betonskih konstrukcija. Trajnost betonskih konstrukcija je ujedno i oblast kojoj Evropa, a i ostali razvijeni svet,

posvećuju poslednjih godina najveću pažnju. U tom smislu pravilnik EN 206-1 u poglavlju "Klasifikacija" vrlo precizno definiše "klase izloženosti" prema delovanju sredine. U okviru poglavlja „klasifikacija betona“ standarda EN 206-1, tabelarno je uz odgovarajuća tekstualna objašnjenja i napomene definisano šest različitih grupacija klasa izloženosti betonskih konstrukcija delovanju sredine u kojoj se grade.

2.3 Komparacija domaćeg pravilnika o tehničkim normativima za beton i armirani beton u objektima izloženim agresivnom dejstvu sredine i standarda EN 206-1

Poređenjem domaćih propisa i tehničkih normi za betonske i armiranobetonske konstrukcije i evropskog standarda EN 206-1 može se uočiti da je baš klasifikacija betona prema klasama izloženosti najkrupniji pomak u oblasti propisa odnosno standarda za beton. Ovakva klasifikacija urađena je kao sinteza mnogih pokušaja stručnjaka iz razvijenog dela sveta iz oblasti tehnologije betona, u poslednjih 15-20 godina da se, slično klasifikaciji betona prema čvrstoći pri pritisku, prema vodonepropustljivosti ili prema otpornosti na mraz, na neki način dođe i do njegove klasifikacije s obzirom na trajnost. Klase izloženosti prema delovanju sredine koje definiše EN 206-1 na način prikazan u poglavlju "klase izloženosti prema delovanju sredine", prem da to još nisu "klase trajnosti betona", predstavljaju u tom pogledu vrlo značajan napredak. Prema domaćim propisima imamo klasifikaciju hemijski agresivne sredine prema agregatnom stanju, pa u okviru svakog agregatnog stanja klase **A1, A2, A3, A4 i A5** koje označavaju stepene hemijski agresivne sredine (*tečne, čvrste i gasovite*). Klasifikacija klimatskih uticaja je urađena prema temperaturi (*veoma hladna, hladna, umerena, topla, vruća i veoma vruća*), vlažnosti (*suva, normalna, vlažna*) i klimatskoj zoni (**1,2,3 i 4**). Tek na kraju je dato razvrstavanje agresivne sredine koja dejstvuje na beton i armaturu u betonu prema hemijskoj agresivnosti, klimatskoj agresivnosti i stepenu agresivnosti (*slabo, umereno, jako i veoma jako agresivna sredina*). U standardu EN 206-1 postoji veoma jasna klasifikacija betona na 6 klasa izloženosti prema delovanju sredine u kojoj se grade.

Klase izloženosti su sledeće:

- *nema rizika od korozije ili agresije*
- *korozija prouzrokovana karbonatizacijom*
- *korozija prouzrokovana hloridima koji ne potiču iz morske vode*
- *korozija prouzrokovana hloridima iz morske vode*
- *zamrzavanje/odmrzavanje sa ili bez agenasa za odmrzavanje*
- *hemijska izloženost.*

U standardu EN 206-1 odnosno u poglavlju "klasifikacija betona prema delovanju sredine" posebno je obraćena pažnja na ozbiljnost uticaja ugljendioksida CO₂ iz vazduha na proces karbonatizacije betona. Karbonatizacija, u kombinaciji sa vlagom prisutnom u betonu, predstavlja jedan od dva osnovna uzročnika korozije armature u betonu (drugi uzročnik predstavlja

dejstvo jona hlorida), a time i osnovni uzročnik smanjenja veka trajanja AB konstrukcija. Kako se sa jedne strane prisustvo ugljendioksida u vazduhu progresivno povećeva usled povećanja motornih vozila, a sa druge strane, zbog rastućeg nedostatka obučene radne snage na betoniranju, kvalitet zaštitnog sloja betona do armature je najčešće veoma slab, to se već posle 10-15 godina eksploatacije uočava otpadanje zaštitnog sloja usled korozije armature i početak propadanja konstrukcije. Prema PBAB 87 propisano je da ukupna količina hlorida u betonu, iskazana procentom hlor-jona u odnosu na masu cementa, ne sme biti veća od 0,4%. Prema EN 206-1 maksimalan sadržaj hlorida u betonu može biti kao u tabeli 1.

Tabela 1- Maksimalan sadržaj hlorida u betonu

Primenjeni beton	Klasa sadržaja hlorida ^a	Maksimalan sadržaj Cl ⁻ po masi cementa ^b
Ne sadrži čeličnu armaturu ili druge ugrađene metale	Cl 1,0	1,0%
Sadrži čeličnu armaturu ili drugi ugrađeni metal	Cl 0,20	0,20%
	Cl 0,40	0,40%
Sadrži čelik za prednaprezanje	Cl 0,10	0,10%
	Cl 0,20	0,20%

^a Za specifičnu upotrebu betona, klasa koju treba primeniti zavisi od odredaba koje važe na mestu primene betona.

^b Ako se koriste mineralni dodaci tipa II, i ako su oni uzeti u obzir za količinu cementa, sadržaj hlorida se izražava kao procenat jona hlorida, u odnosu na masu (masu cementa plus ukupna masa mineralnih dodataka) koja je uzeta u obzir.

3. PROCENA STANJA OBJEKTA

3.1 Uvod

Radi procene stanja industrijske hale u okviru fabrike "ZORKA-SONA KISELINA" AD ŠABAC obavljen je detaljan vizuelni pregled objekta. Na slici 1 prikazan je sadašnji izgled predmetnog objekta.



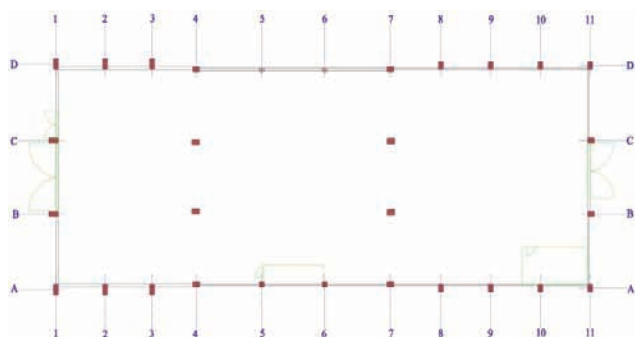
Slika 1. Izgled objekta

U ovom objektu je bila smeštena proizvodnja neorganskih soli na bazi sulfata među kojima je najvažniji natrijum sulfat. U anhidritnoj formi je beli kristalni prah sa hemijskom formulom Na₂SO₄ dok je kao dekahidrat poznat kao Glauberova so ili latinski *sal mirables*

(čudesna so) sa formulom $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Postrojenja fabrike su izgrađena u periodu od 1938 do 1941. godine dok se prema nekim izvorima kao zvanična godina izgradnje objekta uzima 1939. godina. Fabrika sone kiseline je zajedno sa celokupnom hemijskom industrijom "Zorka" doživela krah devedesetih godina prošlog veka. Od tada je firma u stečaju a objekat napušten i prepušten zubu vremena.

3.2 Tehnički opis objekta

Pogonsko postrojenje se sastoji iz dvobrodne hale visine 12.2 m i aneksnog dela visine 8.45 m. U osnovi je pravougaonog oblika dimenzija 20x 56.45 m. Možemo je podeliti na prvo polje osnove 20x14.65 m (293m²), drugo polje dimenzija osnove 20x20.8 (416m²) i aneksní deo osnove 20x21m (420 m²). Postojeća konstrukcija objekta je armirano – betonski skeletni sistem. Osnova prizemlja je prikazana na slici 2.



Slika 2. Osnova prizemlja sa prikazanim osama

Stubovi u osama 1,2 i 3 su u osnovi 50/100 cm visine 8.0 m, a stubovi u osama 8,9,10 i 11 su u osnovi 50/70 cm visine 4.0m. I jedni i drugi sužavaju se po visini po većoj dimenziji. Stubovi u središnjem delu osnove su dimenzija 50/80 cm dok su stubovi koji se nalaze u preseku osa A, D i osa 4,7 manjeg poprečnog preseka 50/70cm. Po obodu objekta, (osim između osa 4 i 7) između stubova postoje armirano betonske grede. Krovna konstrukcija su čelične rešetke raspona oko 20m, na međusobnom rastojanju prosečno 5,0m. Preko krovnih rešetki nalaze se čelične rožnjače. Krov je podašćan i urađen je krovni pokrivač od salonit ploča. Prosečna visinska kota postojećeg poda u hali i okolnog terena je 78.80m. Ova kota je usvojena kao kota +/- 0,00m. Svetla visina hale do rešetkastog nosača je 8.45m a aneksa 4.5m. Zidovi su zidani fasadnom opekom. Debljina zidova prednjeg dela hale je 25cm a zidovi koji se nalaze iznad prvog nivoa greda su debljine 12cm. Zidovi aneksnog dela su debljine 12 cm. Objekat je fundiran na temeljima samcima od nearmiranog betona marke 15.

3.3 Detaljni vizuelni pregled

Vizuelnim pregledom konstrukcije obuhvaćeni su sledeći elementi:

- stubovi
- grede
- zidovi

- čelični rešetkasti nosači
- krov

Pri pregledu elemenata konstrukcije uočeni su sledeći defekti:

- mala debljina zaštitnog sloja (slike 3 i 5)
- geometrijska imperfekcija
- nepravilan raspored armature (slika 3)
- betonska gnezda i segregacija

Uočena su i sledeća oštećenja:

- biološka korozija (slika 4)
- mehanička oštećenja
- prsline i pukotine (slika 5)
- korozija armature (slika 3)
- promena boje
- iscvetavanje soli (slika 6)
- mrlje od vlage (slika 4)
- oštećena opeka
- ljuskanje betona



Slika 3. Korozija armature, mala debljina zaštitnog sloja betona, nepravilan raspored armature u stubu



Slika 4. Biološka korozija, slivanje vode, erozija betona AB stuba



Slika 5. Pukotina na AB gredi, mala debljina zaštitnog sloja betona



Slika 6. Eflorescencija soli na zidu

4. PREDLOG SANACIONOG REŠENJA

Sanacionim rešenjem predviđeno je da se "poprave" uočeni defekti i oštećenja na pregledanim elementima hale. U tabeli 1 navedene su aktivnosti koje su predviđene u okviru sanacije pojedinih elemenata hale.

Tabela 1 - Planirani radovi na sanaciji elemenata hale

Element konstrukcije	Predlog sanacije
krov	Demontaža postojećeg krovnog pokrivača i postavljanje novog pokrova sa potrebnom hidro i termoizolacijom
čelični rešetkasti nosači	Ponovno izvođenje kompletnog sistema antikorozivne zaštite.
stubovi	Uklanjanje oštećenog betona, čišćenje šipki armature, postavljanje dodatnih šipki podužne i poprečne armature, reprofisanje preseka, izrada dodatnog zaštitnog plašta, nanošenje zaštitnih premaza, injektiranje prslina
grede	Uklanjanje oštećenog betona, čišćenje šipki armature, reprofisanje preseka, izrada dodatnog zaštitnog plašta, nanošenje zaštitnih premaza, injektiranje prslina
zidovi	Pranje sa razblaženim rastvorom HCl kiseline, prezidivanje zidova, malterisanje sa unutrašnje strane, postavljanje kontaktne fasade

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize prikupljenih podataka i vizuelnog pregleda kojim je utvrđeno da na objektu postoji veliki broj defekata i oštećenja donešen je zaključak da je trajnost, funkcionalnost i nosivost objekta ugrožena. Najozbiljniji defekt, pogotovo u uslovima veoma agresivne sredine u kakvoj se ovaj objekat nalazi, je svakako nedovoljna debljina zaštitnog sloja betona koja je uočena na većini armiranobetonskih elemenata. Ovaj defekt zajedno sa prisustvom vlage je naročito kod stubova koji imaju kosine doveo do korozije armature i odvajanja betona. Primena odgovarajućih tehnika sanacije i ojačavanje pojedinih elemenata mogu vratiti nosivost i funkcionalnost kao i produžiti životni vek ovog hali.

6. LITERATURA

- [1] Radonjanin Vlastimir, Malešev Mirjana, "Materijali i tehnike sanacije i zaštite"- skripte sa predavanja. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2009
- [2] Radonjanin Vlastimir, Malešev Mirjana, "Praćenje, procena i održavanje građevinskih objekata" – skripte sa predavanja. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2009.
- [3] Zbornik radova sa naučno-stručnog skupa, "Harmonizacija domaće i evropske regulative u oblasti tehnologije betona saglasno standardu EN 206-1:2000". Jugoslovensko društvo za ispitivanje i istraživanje materijala i konstrukcija (JUDIMK), Beograd 2004
- [4] Pravilnik o tehničkim normativima za beton i armirani beton u oblastima izloženim agresivnom dejstvu sredine („službeni list SRJ“, br.18/92)
- [5] <http://www.ading.rs/>

Kratka biografija:



Mladen Pavlović, rođen je u Šapcu 1984. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Konstrukcije, procena stanja i sanacija objekta, odbranio je 2013. god.

**PROJEKAT VIŠESPRATNE ARMIRANOBETONSKE
ZGRADE I ANALIZA MOGUĆIH NAČINA TEMELJENJA ISTE****DESIGN PROJECT OF MULTISTORY REINFORCED CONCRETE BUILDING AND
THE ANALYSIS OF THE FOUNDATIONS OF POSSIBLE WAYS OF THE SAME**

Marija Bojić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je dat kratak prikaz projekta konstrukcije AB stambeno-poslovne zgrade Po+Pr+4+Pk i problemi koji se javljaju pri projektovanju takvog objekta. Drugi deo rada je posvećen uporednoj analizi različitih rešenja temelja za isti taj objekat.

Abstract – The paper gives the description of the project of a RC residential and business building (basement +ground floor+4 floors+attic) and the problems that may occur in the design. The second part is devoted to a comparative analysis of different solutions to the same ground that facility.

Ključne riječi: armirani beton, zgrada, skeletni sistem, temelj.

1. UVOD

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje višespratne armiranobetonske stambeno-poslovne zgrade Po+Pr+4+Pk, osnove pravougaonog oblika prikazane na Slici 1. Definisani su gabariti, rasteri stubova, namena površina, lokacija zgrade i konstruktivni sistem. Objekat se nalazi u Loznici.

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

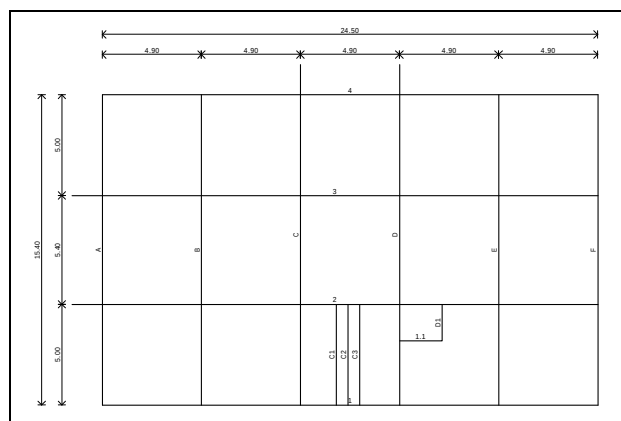
Konstrukcija zgrade se izvodi kao armiranobetonski skeletni sistem ukrućen potrebnim zidovima za ukrućenje. Ramovi obeleženi brojnim oznakama 1, 2, 3, i 4 se pružaju u X pravcu na međusobnim rastojanjima 5,0m i 5,40m dok se ramovi obeleženi slovnim oznakama A, B, C, D, E i F sa međusobnim rastojanjem od 4,90m pružaju u pravcu Y.

Podrumski prostor objekta je višenamenski. Veći deo istog je predviđen za parking mesta zatim sledi površinski najmanji deo podruma koji će služiti kao kotlarnica i ostava za alat. Prizemlje je namenjeno za poslovne prostore (prodajni prostor, službene prostorije i skladišta robe). Sledeća četiri sprata su stambena sa po pet stambenih jedinica na svakom spratu.

Spratna visina podruma je 2,60m, prizemlja 3,40m, spratova 2,77m, dok su armiranobetonske krovne grede (predviđene za oslonac drvenoj krovnoj konstrukciji) na visini 2,90m iznad krovne ploče.

NAPOMENA:

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



Slika 1. Šema ramova

Ukupna visina zgrade, sa krovnom konstrukcijom, iznad površine tla je ~ 18,80m. Za vertikalnu komunikaciju služiće lift i trokrako stepenište.

Podne površine u stanovima i poslovnim prostorima su obložene parketom i keramičkim pločicama, stepeništa i hodnici između stanova su obloženi teracom. Keramičke pločice su u sanitarnim prostorijama postavljene do plafona a u kuhinjama do visine od 1,5m.

Fasadni zidovi se izvode kao zidovi od 25cm šuplja opeka + 5cm izolacija. Sa spoljašnje strane zida nanosi se malter a zatim fasada određene boje.

Unutrašnji zidovi su od šuplje opeke debljine 12cm i 25cm. Zidovi i plafoni u stanovima se malterišu i završno obrađuju poludisperznom bojom.

2.2. Konstruktivni sistem zgrade

Glavni konstruktivni sistem zgrade, prema obliku nosećih elemenata, je skeletni sistem koji se sastoji od armiranobetonskih ramova postavljenih u međusobno upravnim pravcima i armiranobetonskih zidova za ukrućenje ramova.

Međuspratna konstrukcija je projektovana kao kontinualna, krstasto armirana ploča. Debljina ploče prizemlja je $d = 15\text{cm}$ dok su ploče ostalih etaža debljine $d = 13\text{cm}$. Stepenište podruma se sastoji od kose ploče debljine $d = 15\text{cm}$ a stepenište između ostalih spratova se sastoji od po tri stepenišna kraka i dva podesta (kolenaste ploče debljine) $d = 13\text{cm}$.

Rasponi greda u podužnom pravcu su 4,90m sa dimenzijama $b / d = 35 / 40\text{cm}$ a u poprečnom 5,0m i 5,40m istih dimenzija poprečnog preseka.

Dimenzije stubova se menjaju kroz etaže. Njihove vrednosti su: nivo podruma $b / d = 50 / 50\text{cm}$, prizemlje i prvi sprat $b / d = 45 / 45\text{cm}$, preostali spratovi $b / d = 40 /$

40cm. Stubovi se projektuju tako da zadovolje propisane uslove iz "Pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju objekata u seizmičkim područjima" [3].

Raspoređivanje zidova za ukrućenje je izvršeno u skladu sa arhitektonskim rešenjem objekta i sa ciljem podjednakog ukrućenja zgrade u oba ortogonalna pravca, što je približno i postignuto. Uloga ovih elemenata konstrukcije je da prime i prenesu na temelj horizontalna seizmička opterećenja i doprinesu celokupnoj krutosti zgrade. Debljina zidova za ukrućenje je nepromenljiva kroz sve etaže i iznosi 20cm. I zidovi za ukrućenje su porjektovani tako da zadovolje uslove date "Pravilnikom o tehničkim normativima za izgradnju objekata u seizmičkim područjima" [3]. U podrumu su projektovani armiranobetonski zidovi po obodu objekta. Oni zajedno sa temeljnom pločom i pločom prizemlja čine nedeformabilni podzemni deo konstrukcije. Debljina istih je 25cm.

Fundiranje objekta je izvršeno na temeljnoj ploči sa kontra gredama. Temeljna ploča je od armiranog betona debljine $d = 35,0\text{cm}$ a kontra grede su dimenzija $b / d = 35 / 70\text{cm}$. Podna ploča garaža je formirana od prefabrikovanih ploča debljine $d = 15,0\text{cm}$. Ploča je prepuštena izvan osa rama za 50 cm. Ispod temeljne ploče nasipa se tampon sloj šljunka debljine 10cm i sloj mršavog betona debljine 5cm. Preko sloja mršavog betona se postavlja hidroizolacija. Dozvoljeni napon u tlu je dobijen geomehničkim ispitivanjima za lokaciju gradilišta i iznosi $\sigma_{\text{doz}} = 400 \text{ kN/m}^2$. Stvarni naponi u tlu su manji od dozvoljenih.

Krovnna konstrukcija je viševodna, složena. Pored uticaja od sopstvene težine konstrukcija je proračunata i na dejstvo vetra, snega i od pokretnog opterećenja koje izaziva čovek. Opterećenje od krovnih ravni preuzimaju drveni rogovi postavljeni na maksimalnom osovinskom rastojanju od 90cm. Dimenzije rogova su $b / d = 10 / 12\text{cm}$. Opterećenje sa rogova se prenosi na horizontalne grede na drvenim stubovima $d = 12 / 12\text{cm}$, grebenjače $b / d = 12 / 14\text{cm}$ i uvalnice istih dimenzija. Dalje se opterećenje prenosi preko greda venčanica ili drvenih stubova na armiranobetonsku konstrukciju. Stubovi su dimenzija $b / d = 12 / 12\text{cm}$. Krovna građa je izrađena od četinar II klase.

2.3. Analiza opterećenja

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja: stalno, korisno, opterećenje snegom, opterećenje vetrom i seizmičko opterećenje.

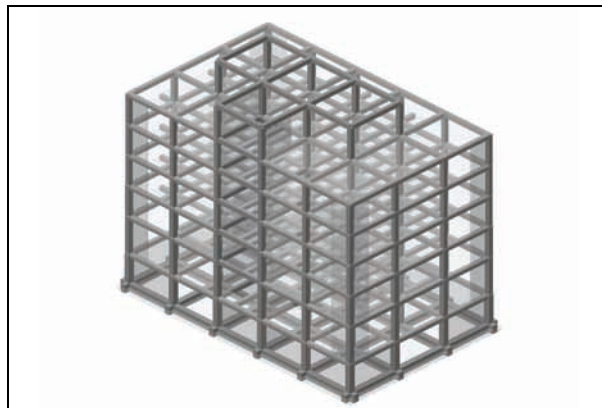
Stalno opterećenje čine težine same konstrukcije, nekonstruktivnih elemenata, obloga i pritisak zemljišta. Korisno opterećenje je definisano standardom SRPS U.C7.121/1988 [3] u funkciji namene prostora. Opterećenje snegom je definisano

Privremenim tehničkim propisima za opterećenje zgrada [3] i iznosi $0,65\text{kN/m}^2$ za nagib krova od 30° . Dejstvo vetra je sračunato prema Pravilniku [5] (zgrada spada u velike krute zgrade).

Seizmičko opterećenje sračunato je statički ekvivalentnom metodom, prema Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima [3], (II kategorija objekta, II kategorija tla, VIII seizmička zona).

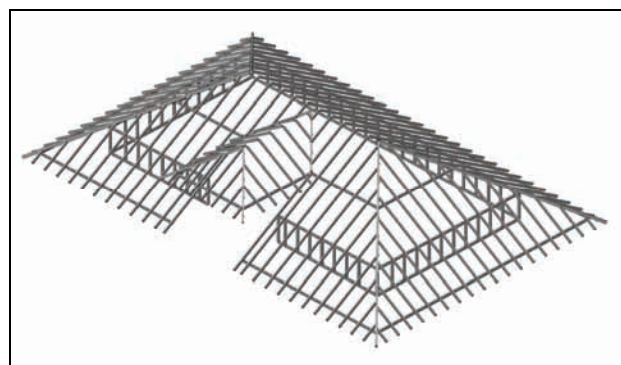
2.4. Proračun konstrukcije

Konstrukcija je modelirana prostornim modelom u programskom paketu Tower 6.0 (Slika 2), korišćenjem linijskih i površinskih elemenata. Dimenzije konačnih elemenata su $50 \times 50\text{cm}$.



Slika 2. Izgled modela konstrukcije u izometriji

Tlo je modelirano Vinklerovom podlogom sa koeficijentom posteljice 20MN/m^2 . Sopstvena težina konstrukcije i seizmičko opterećenje generisani su softverski, pri čemu su korišćene vrednosti sopstvenih perioda koje su dobijene modalnom analizom, koja je takođe izvršena pomoću softvera. Ostala opterećenja su aplicirana kao linijski i površinski raspodeljena, saglasno analizi opterećenja, posebno za svaki slučaj opterećenja. Nakon nanošenja opterećenja, izvršen je proračun konstrukcije primenom programa Tower 6.0, čime su dobijene veličine svih statičkih uticaja u elementima konstrukcije, pomeranja tačaka konstrukcije i dr. Model krova u izometriji je dat na Slici 3.



Slika 3. Model drvene krovne konstrukcije u izometriji

2.5. Dimenzionisanje i armiranje

Projektom je predviđena jedna marka betona MB 40. Upotrebljava se jedna vrsta armature RA400/500.

Svi elementi su dimenzionisani saglasno važećim propisima [1], [3], prema uticajima merodavnih graničnih kombinacija opterećenja, za šta je iskorišćena opcija pomenutog softvera.

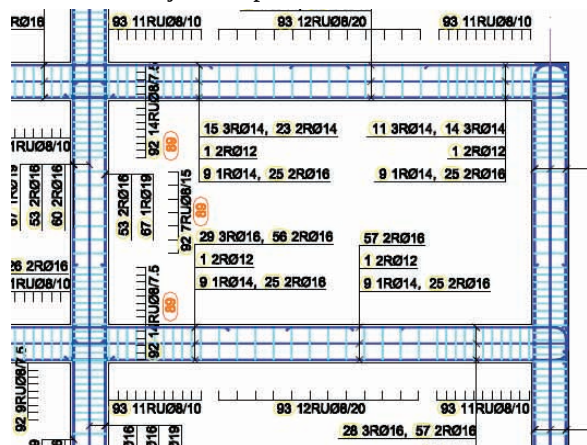
Grede su dimenzionisane kao jednostruko ili dvostruko armirane, dok su stubovi dimenzionisani kao koso savijani, obostrano simetrično armirani. AB zidovi su dimenzionisani saglasno Pravilniku [1] i [3]. Zidovi za ukrućenje su dimenzionisani kao visoke konzolne grede.

U stubovima i zidovima za ukrućenje je izvršena kontrola dopuštenih normalnih napona definisanih

Pravilnikom [3]. Sprovedena je i kontrola dopuštenih napona u tlu definisanih geomehaničkim elaboratom. Kontrolisan je ugib greda na kritičnim mestima. Ugib je sračunat pomoću softvera i dobijena je manja vrednost ugiba od one koja je dopuštena Pravilnikom [1].

Na osnovu potrebe za armaturom dobijene dimenzionisanjem, usvojena je armatura i napravljeni su planovi armiranja, u skladu sa pravilima armiranja (Slika 4).

Dimenzionisanje svih krovnih pozicija je izvršeno metodom dozvoljenih napona.



Slika 4. Detalj plana armiranja rama u osi 3

3. PROBLEMATIKA PROJEKTOVANJA

Projektovanje konstrukcije je praćeno novim problemima koji su u hodu rešavani. Početne dimenzije kao i usvojeno rešenje temelja su u toku procesa izrade projekta korigovani a razlozi su sledeći:

1. Problem dopuštenih normalnih napona u stubovima. "Pravilnikom o tehničkim normativima za izgradnju objekata u seizmičkim područjima" [3] ograničava vrednosti normalnih napona u stubovima. To je imalo za posledicu povećavanje poprečnih preseka stubova u podrumskoj etaži, prizemlju i prvom spratu.
2. Problem probijanja temeljne ploče u kritičnom preseku. Prema Pravilniku [1] ovaj problem je rešen analizom mogućih rešenja i usvajanjem tanje temeljne ploče ojačane kontra gredama.

4. ANALIZA MOGUĆIH REŠENJA TEMELJA AB STAMBENO-POSLOVNE ZGRADE

4.1 Definisane "TEMELJA"

Temelj je deo građevinskog objekta kojim se opterećenje sa gornjih nadzemnih ili podzemnih etaža prenosi i uvodi u prirodnu sredinu, tlo, sa ciljem da se obezbedi trajna upotrebljivost građevine.

Izbor načina temeljenja se ogleda u sledećim fazama :

- Prikupljanje podataka o građevini, pojedinostima iz projekta i podataka o temeljnom tlu;
- Podaci o geologiji lokacije;
- Prikupljanje podataka o temeljenju susednih objekata;
- Program i izvođenje istražnih radova, ocena podataka i odabir načina temeljenja (plitko temeljenje, temeljenje na poboljšanom tlu, duboko temeljenje);

U ovom radu analizirane su tri različite varijante temeljenja na temeljnoj ploči te će u nastavku biti

pojašnjena samo oblast plitkog temeljenja, obzirom da temeljenje na temeljnoj ploči pripada pomenutoj oblasti.

4.2 Plitko temeljenje

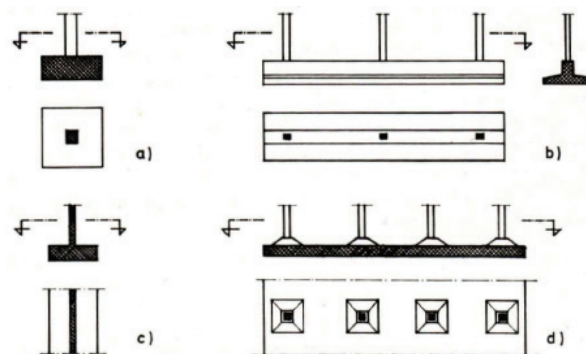
To je svako temeljenje koje zadire u dubinu dovoljno da se zadovolje zadati uslovi sleganja i nosivosti, a temeljna stopa se nalazi neposredno ispod najniže kote građevine koju na sebi nosi.

Osnovni smisao plitkog temeljenja je da se opterećenje sa građevine na tlo prenosi isključivo pritiskom temeljne ploče na tlo.

Razlikujemo sledeće vrste plitkog temeljenja (prema obliku temeljnih stopa):

- Temelji samci (jedan temelj-jedan stub);
- Temeljne trake (nose zidove tj. opterećene su po celoj svojoj dužini);
- Temeljni roštilji (nose zidove i stubove istovremeno);
- Temeljne ploče (rasprostiru opterećenje od zidova i stubova građevine na veliku površinu te smanjuju njegov intenzitet);
- Temeljni nosači (pretstavljaju neprekinute temelje, tačkasto opterećenje stubovima građevine koju nose ili su podloga kolosecima raznih šinskih vozila, kranske staze, kada nosači leže na tlu, kada su opterećeni pokretnim opterećenjem);

Na Slici 5 su prikazane vrste plitkih temelja.



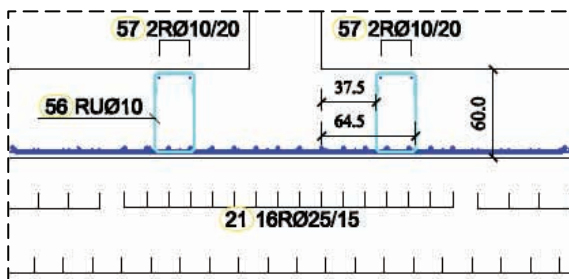
Slika 5. Vrste plitkih temelja

U nastavku će bez detaljnijeg objašnjavanja opšteg dela vezano za pojednine vrste temelja biti obrazložena konkretna rešenja i uporedni utrošak materijala za njihovu izradu.

4.3 Rešenje sa punom temeljnom pločom

Na početku projektovanja analizirana je mogućnost da temelj bude projektovan kao puna AB ploča potrebne debljine. Dobijene su velike normalne sile od eksploatacionog opterećenja ($N_{10} = 2037.27 \text{ kN}$), pa je dalje analizirano rešenje koje je nudilo minimalnu moguću debljinu ploče za zadovoljenje uslova probijanja uz dodatnu armaturu koja bi prihvatila transverzalne smičuće sile u kritičnom preseku ploče.

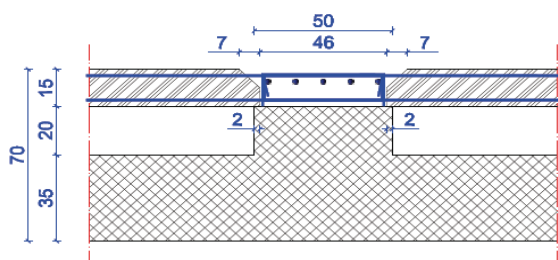
Usvojena je debljina ploče $d = 60 \text{ cm}$ i uz dodatnu armaturu u kritičnom preseku pokriveni su smičući naponi. Detalj armiranja najopterećenije tačke dat je na Slici 6.



Slika 6. Detalj armiranja dodatnom armaturom

4.4 Rešenje TP sa kontra gredama

U prethodnom rešenju videli smo samo da su velike vrednosti normalnih sila u osnovama stubova uslovile i nešto veću debljinu temeljne ploče. Kako bismo to izbegli možemo se opredeliti za varijantu rešenja temeljne ploče ojačane kontra gredama u osama stubova. Detalj takvog rešenja je dat na Slici 7.



Slika 7. Detalj spoja kontra grede sa podnom pločom

Kao što se vidi na slici debljina temeljne ploče je manja i iznosi $d = 35\text{cm}$, debljina podne ploče $d = 15\text{cm}$ i visina greda je $d = 70\text{cm}$. U konkretnom slučaju podne ploče su predviđene da se rade kao montažne slobodno oslonjene na kontra grede. Kontra grede su dimenzionisane da zadovolje napone smicanja i savijanja kao i da budu u granicama dozvoljenih ugiba.

4.5 Rešenje TP sa kapitelima

Izvršeno je dimenzionisanje kapitela u svemu prema Pravilniku [1]. Rešenje sa kapitelima u obliku zarubljene piramide sa gornje strane ploče, zbog velike potrebne visine kapitela, nije povoljno. Varijanta sa manjom debljinom kapitela, pravougaonog oblika uz dodatnu armaturu je bolje rešenje.

Za zone oko unutrašnjih stubova usvojeni su kapitele dimenzija $1,0 \times 1,0 \times 0,70\text{m}$ i dodatna armatura. Ostali deo ploče je debljine $0,35\text{m}$. Takođe za stubove u preseku ramova 1-B, 2-F i 3-F je bila neophodna dodatna armatura $36RØ8/20$ ($A_s = 36,0\text{ cm}^2$).

5. ZAKLJUČAK

U nastavku je data uporedna analiza rešenja sa punom AB temeljnom pločom, temeljnom pločom ojačanom kontra gredama i pločom sa pravougaonim kapitelima u odnosu na utrošeni materijal, dubinu fundiranja kao i površinu potrebne oplata.

Vidi se da na prvi pogled neka rešenja mogu da se učine znatno povoljnijim. Međutim u slučaju opredeljenja za temeljnu ploču sa kontra gredama, ušteda na materijalu nije realna zbog drugih troškova koji su neophodni zbog ovakvog rešenja.

Vrsta temelja	Df [m]	Beton [m³]	Armatura [kg]	Oplata [m²]
TP d = 60cm	3,20	250,92	~14598,79	111,48
TP + kontra grede	3,30	226,04	~30868,04	446,39
TII sa kapitelima	3,30	200,37	~24419,43	77,35

Tabela 1. Utrošak materijala i oplata

Pored toga izvršena je prefabrikacija podnih ploča što je izazvalo još veće troškove.

Može se zaključiti da u toku projektovanja objekta ne treba žuriti sa donošenjem rešenja za pojedine probleme kako u temeljnoj tako i u drugim delovima konstrukcije

6. LITERATURA

- [1] Grupa autora, "Beton i armirani beton prema BAB87, knjiga 1", Beograd, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 1995.
- [2] Grupa autora, "Beton i armirani beton prema BAB87, knjiga 2", Beograd, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 1995.
- [3] „Tehnički propisi '86, 2. knjiga”, Beograd, Centar za radničko samoupravljanje, 1986.
- [4] Ž. Radosavljević, D. Bajić, „Armirani beton 3”, Beograd, IRO Građevinska knjiga, 1988.
- [5] "SRPS U.C7.110-113 (Pravilnik br.. 15/01-149/116 od 1991-08-07)", Savezni zavod za standardizaciju, Službeni list SFRJ, br.70/91
- [6] Milan Milojević "Građevinski kalendar 1998", Beograd, novembar 1997.
- [7] Dražen Aničić, Peter Fajfar, Boško Petrović, Antun Szavits-Nossan, Miha Tomažević, "Zemljotresno inženjerstvo - visokogradnja", Beograd, DIP Građevinska knjiga, 1990.
- [8] Milan Gojković, Boško Stevanović, Milorad Komnenović, Sreto Kuzmanović, Dragoslav Stojić, "Drvene konstrukcije ", Beograd, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2007.
- [9] Prof. Dr Milan Glišić "Fundiranje arhitektonskih objekata" Beograd 2004. ;
- [10] V pred. mr. sc.B. Herak-Marović, d.i.g. "Armirano betonski temelji" ;
- [11] Tanja Roje- BONACCI "Posebna poglavlja iz temeljenja", Split 2007. ;
- [12] Prof. Zoran Brujić "Plitki temelji", Betonske konstrukcije-podloge za predavanja, jun 2010., FTN Novi Sad;

Kratka biografija:



Marija Bojić rođena je 1985. god. u Loznicima, Republika Srbija. Studirala na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu na departmanu za građevinarstvo, usmerenje konstrukcije. Diplomski-master rad iz predmeta Betonske konstrukcije odbranila je u maju 2013. god. Majka dve prelepe devojčice, Sare i Dunje.

PROJEKAT STAMBENO-POSLOVNOG OBJEKTA PREMA EVROPSKIM NORMAMA SA POSEBNIM OSVRTOM NA VREMENSKU ANALIZU SEIZMIČKOG DEJSTVA**PROJECT OF RESIDENTIAL-OFFICE BUILDING ACCORDING TO EUROPEAN STANDARDS WITH SPECIAL REVIEW OF TIME-HISTORY ANALYSIS**

Predrag Stojanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Tema ovog rada jeste analiza peto-etažne stambeno-poslovne zgrade u Doboju prema Evropskim normama. Posebna pažnja je posvećena prikazivanju zemljotresnog dejstva preko vremenske istorije i proračun relativnih spratnih pomjeranja pomoću kompjuterskog programa SAP2000.

Abstract – Subject of this paper is analysis of five-story residential-office building located at Doboju, according to European standards. Special attention is dedicated to Time-History representation of the seismic action and calculation of interstory drifts using computer program SAP2000.

Ključne riječi: Evrokod 8, Vremenska analiza, REXEL, SAP2000, Relativna spratna pomjeranja

1. UVOD

Tema ovog rada je analiza vremenske istorije seizmičkog dejstva. Za dinamičku analizu, kod koje se određuje vremenski tok odgovora konstrukcije, ulazni podatak mora biti kompletan akcelrogram očekivanih oscilacija tla na lokaciji objekta. Postoji više mogućnosti za odabir akcelograma.

Mogu se upotrijebiti postojeći akcelrogrami sa iste (ako postoje) ili sa različitih lokacija, po potrebi odgovarajuće modifikovani, tako da odgovaraju predviđenim karakteristikama očekivanog kretanja tla na istraživanoj lokaciji. Izračunat odgovor konstrukcije je neminovno do neke mjere zavisao od detalja akcelograma. Zbog toga je analizu potrebno izvršiti uvijek sa većim brojem različitih akcelograma i kod projektovanja, u zavisnosti od tražene sigurnosti, uzeti u obzir srednje vrijednosti ili anvelope. Posebna pažnja posvećena je modeliranju konstrukcije. Principi modeliranja i kompleksnost modela se znatno razlikuju od ustaljenih pravila modeliranja za potrebe linearne statičke analize. S obzirom da rezultati vremenske analize konstrukcije nisu korišćeni za dimenzionisanje elemenata, nego samo za provjeru uslova po deformacijama, opterećenja su svedena na stalno i korisno.

2. OPŠTI PODACI O KONSTRUKCIJI

Razmatrana AB konstrukcija je objekat spratnosti Su+Pr+5, sa dimenzijama u osnovi 27,5x17,0m. U daljem tekstu je pravac po većoj dimenziji objekta usvojen kao X pravac, a po manjoj dimenziji Y pravac.

NAPOMENA:

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

Glavni konstruktivni sistem objekta je AB skeletna konstrukcija. Tip konstruktivnog sistema u pogledu ponašanja konstrukcije pod horizontalnim seizmičkim dejstvom se razlikuje u X i Y pravcu. U X pravcu konstrukcija se ponaša kao okvirni sistem, a u Y pravcu kao dvojni sistem sa dominantnim zidovima.



Slika 1. Izgled konstrukcije

Međuspratna konstrukcija je AB ploča $d=15\text{cm}$, oslonjena na grede dimenzija $30\times 60\text{ cm}$ i $30\times 40\text{ cm}$. Dimenzije poprečnih presjeka stubova su $30\times 50\text{ cm}$, $50\times 50\text{ cm}$ i $60\times 60\text{ cm}$. Zidovi za ukrućenje $d=25\text{cm}$ postavljeni su u Y pravcu. Temeljnu konstrukciju čini temeljna ploča debljine 60 cm . Svi navedeni konstruktivni elementi betoniraju se betonom C25/30, a armiranje se vrši armaturom B500B. Na slici 1 prikazan je izgled analizirane konstrukcije.

3. MODELIRANJE KONSTRUKCIJE

Definisanje modela konstrukcije je jedan od najbitnijih koraka pri analiziranju vremenske istorije ponašanja konstrukcije. U zavisnosti od kompleksnosti modela, proračun može da traje od nekoliko sekundi do nekoliko mjeseci. Zbog toga je još prije početka modeliranja konstrukcije potrebno znati koji su potrebni izlazni rezultati, kao i koja je tačnost izlaznih rezultata zadovoljavajuća, čime se dolazi do optimalnog odnosa utrošeno vrijeme – kvalitet.

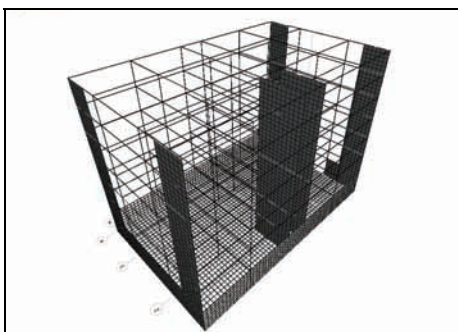
Jedna od bitnih pretpostavki pri modeliranju konstrukcije za potrebe analize seizmičkog dejstva je da su međuspratne tavanice apsolutno krute u svojoj ravni. Ova pretpostavka je tačna ako su, uz modeliranje realne fleksibilnosti tavanice u sopstvenoj ravni, dobijena horizontalna pomjeranja takva da ne prelaze za više od 10% horizontalnih pomjeranja koja bi se dobila u slučaju da se tavanica modelira kao beskonačno kruta [1]. Provjera datog uslova u ovom radu neće biti urađena, već se usvaja da je identički tačna i u modelu se uticaj fleksibilnih površinskih horizontalnih elemenata zamje-

njuje krutim horizontalnim dijafragmama, tj. pri analizi se izjednačavaju pomjeranja svih čvorova vertikalnih elemenata u horizontalnim ravnima gdje se prema planu nalaze tavanice. Na taj način, broj površinskih konačnih elemenata (dimenzije jednog površinskog konačnog elementa su 0,5x0,5m) se smanjuje sa 19000 na 5000. S obzirom da je broj konačnih elemenata smanjen 4 puta, očekivano trajanje proračuna je skraćeno 16 puta, u slučaju ove analize sa 4 mjeseca na 7 dana.

Moguće je i dalje pojednostavljenje modela, modeliranjem vertikalnih površinskih elemenata kao linijskih, zamjenom površinskih oslonaca (Winklerov model) sa tačkastim osloncima, itd. U ovom radu je odlučeno da je optimalan model postignut samo sa „ukidanjem“ međuspratnih tavanica, tako da gore navedena pojednostavljenja nisu implementirana u model konstrukcije, ali je u daljem tekstu dat kratki osvrt na njihov uticaj na trajanje i rezultate vremenske analize na primjeru zapisa 000335 Alkion X.

-Model sa površinskim vertikalnim elementima i površinskim osloncima (slika 2):

- broj površinskih konačnih elemenata: 4958
- broj linijskih konačnih elemenata: 435
- trajanje analize: 2h 56 min
- pomjeranje poslednje etaže: 19,26 cm



Slika 2. Model sa površinskim vertikalnim elementima i površinskim osloncima

-Model sa svim površinskim elementima (slika 3):

- broj površinskih konačnih elemenata: 18953
- broj linijskih konačnih elemenata: 435
- trajanje analize (procjena): 147h 05min
- pomjeranje poslednje etaže: (nije izračunato)

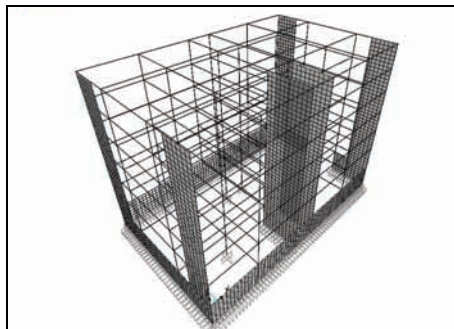


Slika 3. Model sa svim površinskim elementima

-Model sa tačkastim osloncima i površinskim vertikalnim elementima (slika 4):

- broj površinskih konačnih elemenata: 2986
- broj linijskih konačnih elemenata: 435
- trajanje analize (procjena): 0h 20min

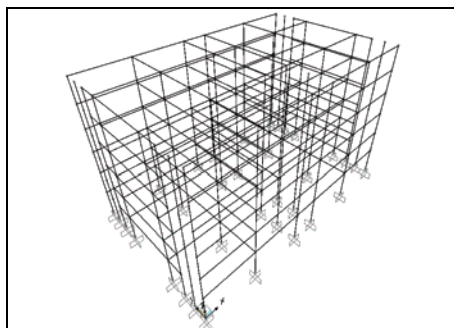
- pomjeranje poslednje etaže: 18,7 cm



Slika 4. Model sa tačkastim osloncima i površinskim vertikalnim elementima

-Model bez površinskih elemenata (slika 5):

- broj površinskih konačnih elemenata: 0
- broj linijskih konačnih elemenata: 418
- trajanje analize: 0h 1,5min
- pomjeranje poslednje etaže: 14,20 cm



Slika 5. Model bez površinskih elemenata

Zaključuje se da se pojednostavljenjem modela skraćuje trajanje proračuna, ali i dobijaju manja pomjeranja, što može mnogo da utiče na konačne rezultate analize i zaključke koji iz nje proizilaze. Projektantu konstrukcije se ostavlja da prema ličnom iskustvu odredi adekvatan model, uz očuvanje „realnih“ rezultata.

3. KRUTOST NOSEĆIH ELEMENATA

Osnovna pretpostavka u odredbama EC8 vezane za proračun u pogledu disipacije energije i duktilnosti je da je globalni neelastični odgovor konstrukcije na monotone bočne sile bilinearan, skoro elasto - „savršeno plastičan“ [3]. Elastična krutost koja se koristi u analizi bi trebala da odgovara krutosti elastičnog dijela takvog bilinearnog globalnog odgovora „sila – deformacija“. To znači da je upotreba u analizi pune vrijednosti elastične krutosti betonskog elementa bez prslina potpuno neprimjerena. Iz ovog razloga Evrokodom 8 se zahtjeva da se pri analizi AB zgrada krutost nosećih elemenata treba, u opštem slučaju, odrediti uzimajući u obzir efekte prslina. Dalje se nalaže da, osim u slučaju primjene tačnije analize elemenata sa prslinama, u analizi betonskih konstrukcija za fleksione i smičuće karakteristike elemenata, mogu usvojiti vrijednosti koje su jednake 50% krutosti neisprskalih presjeka. Navedena vrijednost je prilično konzervativna. Eksperimentalno izmjerena sekantna krutost tipičnog armiranobetonskog elementa, pri početnom popuštanju, uzimajući u obzir i popuštanje veze beton-armatura, kao i efekte prodora popuštanja u čvorove, je u prosjeku 25% od krutosti presjeka bez prslina. Eksperimentalne vrijednosti su u skladu sa

vrijednostima u EC2 za proračun uticaja drugog reda u betonskim konstrukcijama:

- 20% krutosti presjeka bez prslina $E_c I_c$ ili 30% vrijednosti relativne aksijalne sile n , koje god je manje, plus krutost $E_s I_s$, ili
- pod uslovom da je procenat armiranja $\rho \geq 0,01$, 30% krutosti presjeka bez prslina $E_c I_c$.

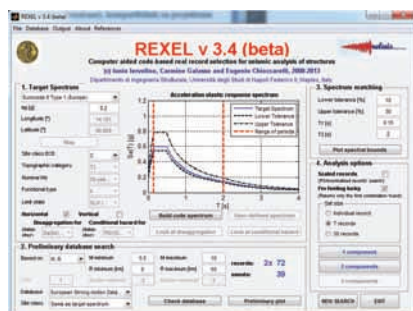
Kada se pri analizi koriste manje, eksperimentalne vrijednosti krutosti, uticaji drugog reda se uvećavaju, čime smo na strani sigurnosti u pogledu EC2. Sa druge strane, pri proračunu prema pravilima EC8, konzervativnije je da se koriste veće vrijednosti efektivne krutosti, čime se smanjuju periodi oscilovanja konstrukcije i povećavaju odgovarajuća spektralna ubrzanja na čija dejstva proračunavamo konstrukciju. Upravo iz tog razloga, prema EC8 zahtjeva se upotreba 50% krutosti presjeka bez prslina. Međutim, relativna spratna pomjeranja i P- Δ efekti izračunati sa prevelikom krutošću mogu da budu ozbiljno potcjenjeni. Upravo iz tog razloga, izračunata su i prikazana (tabela 1) pomjeranja vrha konstrukcije, kao i prvi period oscilovanja konstrukcije za različite vrijednosti fleksione i smičuće krutosti.

Tabela 1. Period oscilovanja i pomjeranje konstrukcije za različite krutosti

Krutosti elemenata	Prvi period oscilovanja $T[s]$	Pomjeranje u x-pravcu vrha konstrukcije [cm]
0,3 $E_c I_c (G_c A_c)$ – EC2	1,88	21,3
0,5 $E_c I_c (G_c A_c)$ – EC8	1,48	16,7
0,5 do 0,7 $E_c I_c (G_c A_c)$ – ASCE [4]	1,42	16,1
1,0 $E_c I_c (G_c A_c)$	1,07	12,1

4. DEFINISANJE GRUPA ZAPISA ZEMLJOTRESA POMOĆU PROGRAMA REXEL

Prema propisima je pri proračunu i procjeni seizmičkih dejstava često dozvoljena upotreba stvarnih zapisa zemljotresa kao ulaznih podataka za linearnu ili nelinearnu seizmičku analizu. Ipak, preporuke kako implementirati ove zapise su teško primjenljive u praksi. Da bi se olakšala primjena stvarnih zapisa razvijen je softverski alat za odabir zapisa zemljotresa, REXEL (slika 6), koji omogućava pretragu zapisa zemljotresa iz raznih baza podataka, među kojima je i Evropska baza zabilježenih zemljotresa, kompatibilnih sa projektnim spektrom prema EC8.



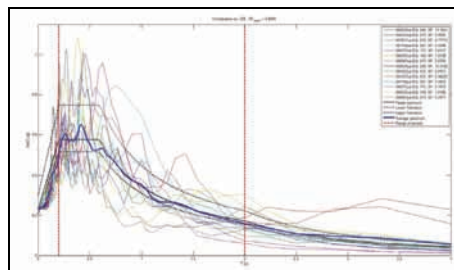
Slika 6. Korisnički interfejs programa REXEL

4.1. Ulazni podaci

Target spectrum:	Eurocode 8 Type 1
$ag(g)$:	0,2
Site Class EC8:	C
Based on:	M, R
M_{min} :	5,0
M_{max} :	9,0
R_{min} [km]:	15
R_{max} [km]:	100
Database:	European S-M Database
Site Class:	Same as target spectrum
Lower tolerance [%]:	10
Upper tolerance [%]:	30
T_1 [s]:	0,2
T_2 [s]:	2,0
Scaled records:	Yes
I'm feeling lucky:	No
Set size:	7 records; 2 components

4.2. Izlazni podaci

Nakon pretrage baze podataka dobija se veliki broj grupa zapisa, od kojih je potrebno izabrati grupu koja se najviše poklapa sa projektnim spektrom. Filtriranje je vršeno analizom devijacija zapisa od projektnog spektra i odabrani su spektri sa najmanjom maksimalnom devijacijom (slika 7, tabela 2).



Slika 7. Spektri odgovora

Tabela 2. Odabrani zapisi zemljotresa

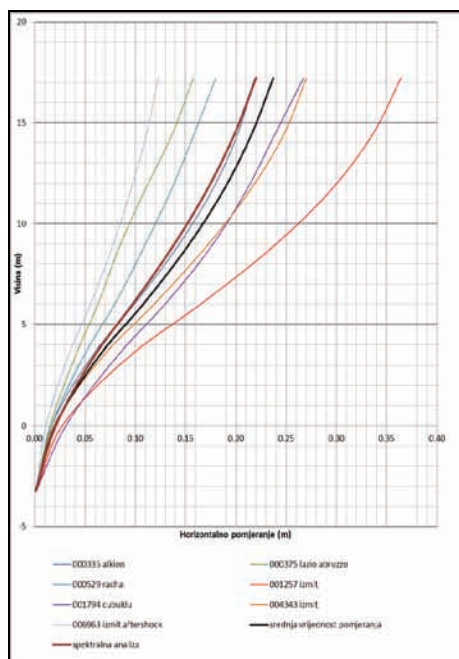
Ime zemljotresa	Datum	M_w	Mehanizam loma
Racha (aftershock)	6/15/1991	6	thrust
Izmit	8/17/1999	7,6	strike slip
Izmit	8/17/1999	7,6	strike slip
Cubuklu	4/20/1988	5,5	oblique
Lazio Abruzzo	5/7/1984	5,9	normal
Alkion	2/25/1981	6,3	normal
Izmit (aftershock)	9/13/1999	5,8	oblique

5. REZULTATI VREMENSKE ANALIZE POMOĆU PROGRAMA SAP2000

Krajnji rezultati računarskog proračuna su anvelope horizontalnih pomjeranja za 14 zapisa zemljotresa (slika 8). Dobijeni rezultati su dalje poređeni sa graničnim uslovima po pomjeranjima zahtjevanim Evrokodom 8. Takođe, izvršeno je poređenje pomjeranja dobijenih vremenskom analizom i multimodalnom spektralnom analizom.

5.1. Horizontalna pomjeranja

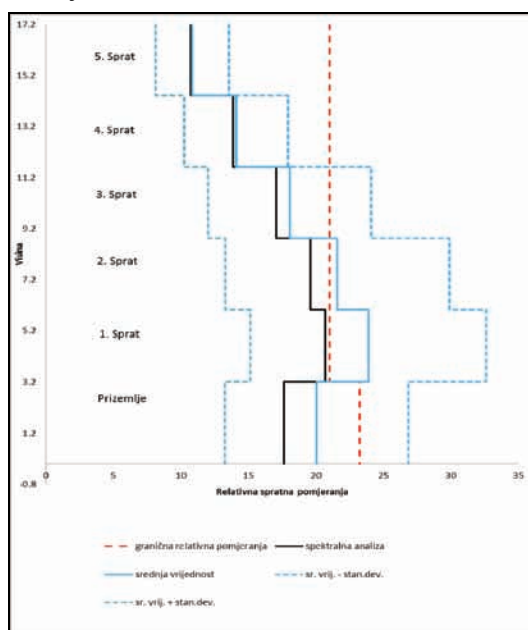
Na slici 8 prikazana su horizontalna pomjeranja konstrukcije izračunata pomoću spektralne i vremenske analize.



Slika 8. Horizontalna pomjeranja

5.2. Relativna spratna pomjeranja

Na slici 9 prikazana su relativna spratna pomjeranja konstrukcije.



Slika 9. Relativna spratna pomjeranja

6. ZAKLJUČAK

Određivanje horizontalnih pomjeranja konstrukcije pri zemljotresu, pa samim tim i relativnih međuspratnih pomjeranja je složen proces, koji umnogome zavisi od ulaznih podataka, načina analize konstrukcije, kao i od završne obrade rezultata.

Pomjeranja i relativna međuspratna pomjeranja u velikoj mjeri zavise od odabira modela konstrukcije, primjenjenog prigušenja i od krutosti elemenata. Tako se u zavisnosti od odabranog modela pomjeranja razlikuju do 30%. Razlike u rezultatima nastaju usled promjene perioda oscilovanja konstrukcije za različite pristupe modeliranju, pa se usled promjene momenata mijenjaju i spektralna ubrzanja i svi ostali uticaji u konstrukciji. Krutost

presjeka elemenata konstrukcije zahtjevana prema EC8 (50% vrijednosti krutosti presjeka bez prslina) je diskutabilna. Prema EC2 proračunska krutost se usvaja da je jednaka 25% krutosti presjeka bez prslina. Usvajanjem krutosti prema EC2 rezultati bi bili na strani sigurnosti u odnosu na EC8, barem u pogledu pomjeranja, ali s obzirom da su uslovi po pomjeranjima (relativna međuspratna pomjeranja) definisani za krutost od 50%, promjenom krutosti morali bi se korigovati i uslovi po pomjeranjima.

Mjerodavni uticaji se takođe razlikuju i zbog različitih ulaznih podataka primjenjenih u spektralnoj analizi i analizi vremenske istorije. Pri formiranju spektra zapisa za vremensku analizu u programu REXEL, nemoguće je formirati srednji spektar koji je potpuno identičan projektnom spektru. S obzirom da se dominantni periodi oscilovanja analizirane konstrukcije nalaze u rasponu od 1s do 1,5s, razlike koje se javljaju u tom dijelu spektra odgovora za posledicu imaju različite vrijednosti pomjeranja konstrukcije, kao i relativnog međuspratnog pomjeranja. Rezultati se u slučaju analiziranom ovim radom razlikuju do 15%.

Prednosti proračuna metodom vremenske istorije u odnosu na spektralnu analizu su u tome što je u svakom trenutku vremena moguće odrediti uticaje u konstrukciji i što se pri vremenskoj analizi koristi veliki broj zapisa zemljotresa, što omogućava detaljniju analizu ponašanja konstrukcije. Tako se određivanjem standardne devijacije pojedinačnih rezultata vremenske analize zaključuje da se pomjeranja konstrukcije (slika 9), kao i relativna međuspratna pomjeranja, mogu značajno razlikovati u zavisnosti od zemljotresa koji djeluje na konstrukciju i tu činjenicu je potrebno stalno imati na umu pri projektovanju objekta.

7. LITERATURA

- [1] EN 1998-1:2004; Dio 1: Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, novembar 2009,
- [2] EN 1992-1-1:2004; Dio 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, februar 2006,
- [3] M. Fardis, E. Carvalho, A. Elnashai, E. Faccioli, P. Pinto, A. Plumier: Designers' Guides to the Eurocodes; Thomas Telford Publishing; UK, 2005.
- [4] Manual for the seismic design of steel and concrete buildings to Eurocode 8; The Institution of Structural Engineers et Association Française du Génie Parasismique; 2010.

Kratka biografija:



Predrag Stojanović rođen je u Odžaku 1988. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu na odsjeku za Građevinarstvo iz oblasti Seizmička analiza konstrukcija odbranio je 2013. godine.

ПРОЦЕНА СТАЊА, ДОГРАДЊА И САНАЦИЈА СТАМБЕНЕ ЗГРАДЕ У БЕОЧИНУ ASSESSMENT, UPGRADING AND REPAIR OF RESIDENTAL BUILDING IN BEOCIN

Дејан Богнар, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У овом раду приказана је процена стања, доградња и санација зграде у Беочину. У првом делу рада је урађен детаљни визуелни преглед конструкције (изграђеног приземља) а затим је на основу детаљног прегледа зграде дата оцена стања са аспекта носивости, стабилности и трајности. После тога урађен је пројекат доградње комплетног спрата (ново-пројектовано стање П+4) са статичким прорачуном нових конструктивних елемената и провером напона у зидовима приземља и темељним спојницама након доградње. Такође, предложене су и мере санације уочених недостатака пре доградње.

Abstract – In this paper an assessment, upgrading and rehabilitation of buildings in Beocin are shown. In the first part a detailed visual inspection of the structure (previous built part of basement) was done. On the bases of a detailed survey of the building the assessment from the view of carrying capacity, stability and durability was done. After that, the entire design of upgrading building (newly designed state G+4) with the static calculation of new structural elements and checking the stresses in the walls of ground floor and in fundamental connection with soil was done. The repair measures of identified defects and damages of prior structures were suggested, also.

Кључне речи: дефекти, оштећења, процена стања, санације, зидане конструкције, доградња.

1. УВОД

Рад се састоји из два дела. У првом је приказана комплетна анализа процене стања, санације и доградње стамбене зграде у Беочину, док је други део везан за кровну конструкцију тј њену измену у циљу смањења тежине која се налази на великој висини, што је веома неповољно са аспекта асеизмичности.

2. ПРОЦЕНА СТАЊА

2.1. Увод

Објекат, који је одабран за тему мастер рада, налази се у Беочину, улица Светосавска бб. Изградња објекта је почела 2000-те године и исте је обустављена. Објекат састоји из две ламеле са засебним улазима. Обе ламеле су идентичне по садржају, а у односу на дилатацију једна ламела се огледалски окреће и заједно чине јединствен објекат.

НАПОМЕНА:

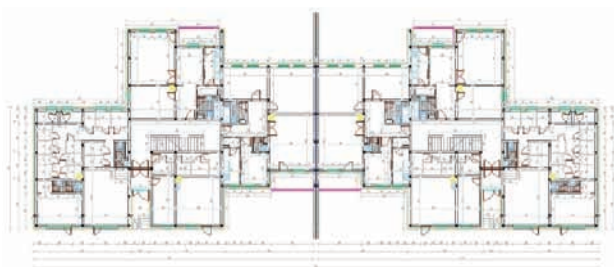
Овај рад је произтекао из мастер рада чији ментор је била проф. др Мирјана Малешев.

Габарит објекта је правоугаони, делимично разуђен, укупних димензија 54,31x11,62, односно 19,12м, предвиђене спратности П+3. На слици 1. дат је сателитски снимак објекта. Од пројектне документације је пронађен главни архитектонско-грађевински пројекат. Инвеститор је ГРАЂЕВИНСКА ДИРЕКЦИЈА СРБИЈЕ. Пројекат је израдио ДП “УРБИНГ” из Суботице.



Слика 1. Сателитски снимак објекта.

Објекат је подређен за колективно становање са праћећим садржајем. У приземљу се налазе два стана, заједничке просотрије и локали – пословни простори. На свакој наредној етажи, у оквиру ламеле, налазе се по четири стана. На слици 2. приказана је типска основа спрата.



Слика 2. Типска основа спрата.

2.2. Конструктивни систем објекта

Носећа конструкција објекта је масивна, зидана са носећим зидовима у попречном правцу, крутим међуспратним таваницама и хоризонталним и вертикалним серкљажима. Носећи зидови су на осовинском размаку 4,46м, а изведени су од носећих керамичких блокова са вертикалним шупљинама (гитер блок) д=19цм. Међуспратна конструкција је полумонтажна и се састоји од “ФЕРТ” гредица постављених на осовинском растојању од 40цм, са испуном од шупљих опекарских елемената и бетонском плочом ливеном на лицу места дебљине

4cm, МБ 25. Дебљина Ферт таванице је 20cm. У приземљу су пројектоване “пливајуће” АБ плоче од бетона МБ30, дебљине 15cm. Пуна АБ плоче од бетона МБ25, дебљине 15cm се налазе у кровној конструкцији објекта. АБ греде у објекту су разних димензија и све су пројектоване од бетона МБ 25. Степениште је армирано-бетонско, једнокрако – монтажно. Вертикални серклажи су постављени према правилима за грађење зиданих конструкција са вертикалним и хоризонталним серклажима, димензија су 20x20cm и изводе се од бетона МБ25. Хоризонтални серклажи су димензија 20x20cm, и такође се изводе од бетона МБ 25. Унутрашњи зидови су од опеке, d=12 и 7cm. С обзиром на спратност објекта и геотехничке карактеристике тла објекат је фундиран на тракастим темељима уз замену тла дубине око 60cm. Темелјни зидови у тлу се могу зидати пуном опеком или извести од конструктивно армираног бетона према детаљима арматуре. Кровна конструкција је комбинована дрвена и АБ, двоводна, у нагибу од 25°. Пројектом се предвиђају АБ роњаче димензије 25x40cm, које се пружају у подужном правцу и ослањају на попречне зидове d=19cm, размака 4,46m. Дрвену кровну конструкцију чине само рогови и венчанице.

2.3. Преглед изведеног стања објекта

Детаљним визуелним прегледом је утврђено да су радови на грађењу овог објекта давно прекинути. Изграђени су темељи, озидани су зидови приземља, изведена је међусpratна конструкција изнад приземља и степениште између приземља и sprата. Конструкција је изведена у поменутом масивном систему градње, у коме су носећи зидови сазидани од шупљих керамичких “гитер” блокова дебљине 19cm. Носећи зидови су попречни и постављени су на осном растојању од 4,46m. “Главни” подужни зидови су не носећи, сем код места где је предвиђено степениште. Извршена је замена тла дубине око 1m. Темелјење је урађено на тракастим темељима према димензијама из пројекта, темелјне траке нису дилатиране док је између два носећа попречна зида на средини објекта изведена дилатација d=5cm и исуњена “стиропором”. Степениште је једнокрако, армиранобетонско, монолитно (пројектом је предвиђено монтажно степениште). Крак степеништа се ослања на подестну греду која је скривена у међусpratној плочи. Отвор за степениште у међусpratној таваници је оивичен гредама, Такође су и остали отвори у плочама оивичени “скривеним” гредама. Међусpratна таваница је изведена као полумонтажна армиранобетонска ситноребраста типа “ФЕРТ” са испуном од шупљих керамичких блокова. Осовински размак ребара је 40cm. Дебљина АБ плоче таванице је 4cm, док је укупна дебљина међусpratне конструкције 16+4=20cm. Међусpratне таванице се ослањају на попречне зидове, сем на делу код степеништа, где се таваница ослања на подужне зидове (зидови ЦД3, ДЕ4 и ЦД2, ДЕ3) и скривену греду. Такође се један мали део таванице ослања у попречном правцу на две скривене греде између оса Е-Ф (идентично је и на другој ламели). Остали преградни зидови нису изведени, као ни АБ

“пливајуће” плоче у просторијама у приземљу. Започето је и зидање првог sprата објекта где је утрошено око 300 блокова. Неки од зидова који су сазидани на првом sprату су срушени услед дејства ветра пошто нису били повезани у другом правцу.

2.4. Детаљан визуелни преглед објекта – регистровање дефеката и оштећења

Како је грађење предметног објекта обустављено пре око 13 година, и објекат остао незаштићен од утицаја атмосфере, време је учинило своје. Стога се морају регистровати сва оштећења настала током времена и дефекти настали током градње. Визуелни преглед је обављен са спољашње стране објекта, такође су прегледани сви унутрашњи зидови, међусpratна таваница са доње и горње стране и изведена степеништа. На слици 3. је приказан изглед конструкције са северне стране.



Слика 3. Поглед на објекат са северне стране.

Детаљним визуелним прегледом уочени су следећи дефекти и оштећења:

- Дефекти:
 - Бетонска гнезда,
 - Геометријске имперфекције,
 - Мала дебљина заштитног слоја,
 - Окрњење ивице услед коришћења дашчане оплате и
 - Сегрегација бетона.
- Оштећења:
 - Круњење и љускање површине бетона,
 - Пуцање и отпадање делова керамичких блокова испуне за међусpratне конструкције,
 - Биолошка корозија бетона,
 - Кристализација соли на керамичким блоковима и
 - Корозија арматуре.

Темељи

На темељима су уочени дефекти који су настали током градње, као што су бетонска гнезда, сегрегација, мала дебљина заштитног слоја бетона до арматуре, лабава зрна агрегата итд. На слици 4. су приказани неки карактеристични дефекти са описом.

Зидови

Зидови објекта су зидани “гитер” блоком d=19cm, са вертикално орјентисаном шупљином, блокови нису трошни, нема тргова љускања, једино је уочена кристализација соли и присуство влаге на местима непосредно поред отвора на међусpratној таваници и на местима оштећења таванице где је дошло до продора атмосферске воде.



Слика 4. Бетонска гнезда, сегрегација, крупна зрна агрегата, лабава зрна агрегата, недостатак цементне пасте, корозија арматуре.

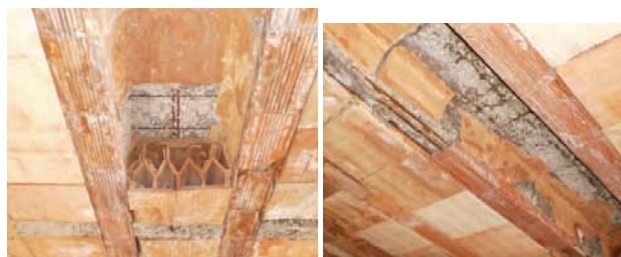
Малтерске спојнице су задовољавајуће дебљине на целокупном објекту, нису трошне и нема исцртавања. На слици 5 је приказано стање зидова на појединим местима у објекту.



Слика 5. Кристализација соли и биолошка корозија на зидовима објекта.

Међуспратна таваница

Полумонтажна таваница типа “ферт” је највише изложена дејству атмосферије, те је претрпела значајна оштећења услед процуривања воде и дејства мраза. Уочена су: разарање бетонске масе, корозија арматуре, кристализација соли, разарање блока испуне, биолошка корозија, испирање бетонске површине прањено са круњењем бетона итд. Такође су уочени и дефекти који су настали у току изградње таванице.



Слика 6. Међуспратна таваница приземља објекта.

3. САНАЦИЈА УОЧЕНИХ ДЕФЕКТА И ОШТЕЋЕЊА

Темељи

- Машинско уклањање свих “лабавих” места у бетону, зоне сегрегације и бет. гнезда.
- Чишћење кородирале арматуре методом сувог пескарена.
- Пескарење бетонских површина које су захваћене биолошком корозијом.
- Попуњавање предходно припремљених места репаратурним бетоном.

- Премазивање бетонске површине реп. малтером.
- Извођење новог слоја мршаваг бетона на местима слегања земљишта.
- Засипање темеља на пројектом предвиђену дубину фундаирања.

Зидови

- Уклањање биолошке корозије ручном методом, помоћу жичаних четки.
- Третирање зидова фунгицидним средствима.

Међуспратне таваница

Доњи део:

- Уклањање лабавих делова керамичке “ФЕРТ” испуне и каналица.
- Уклањање “лабавих” места у бетону.
- Чишћење кородирале арматуре.
- Попуњавање формираних удубљења са репаратурним бетоном или малтером.

Горњи део:

- Хидромеханичко уклањање лабавих делова бетона са горње бетонске површине.
- Извођење слоја ситнозрног бетона (уједно и изравнавајући слој).

Серклажи и отвори:

- Уклањање “лабавих” места у бетону.
- Чишћење кородирале арматуре.
- Попуњавање са репаратурним бетоном или малтером.

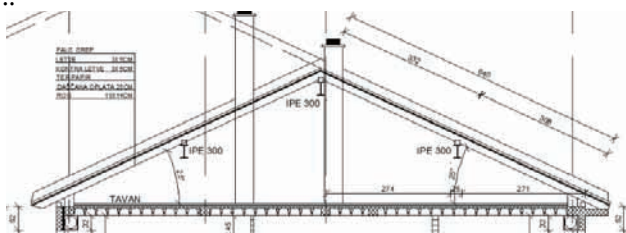
4. ДОГРАДЊА

Приступа се новом прорачуну конструкције пошто се додаје један спрат, тако да ће објект бити спратности П+4. Беоцин се налази у 7. сеизмичкој зони за повратни период од 100 година, с тим да дозвољена спратност зиданих објеката са вертикалним серклагима у овој зони износи П+4, те објект испуњава поменути услов. Кровна конструкција остаје иста као и основе приземља, I, II и III спрата. Основа додатог тј. IV спрата је иста као и основа III спрата. Четврти спрат се зида са „ГИТЕР“ блоковима исто као код осталих етажа. Након прорачуна, усвојених пресека и материјала спроведена је анализа гравитационог оптерећења чији је циљ доказ носивости конструкције након доградње четврте етаже. Контрола напона у темељним спојницама је такође показала да није потребно извршити ојачање темељних трака објекта за новопроектовано стање. Анализа сеизмичког оптерећења предметног објекта је спроведена према методи еквивалентног статичког оптерећења. Зидови у попречном правцу примају сеизмичку силу док зидови у подужном правцу немају довољну крутост па се укупна сеизмичка сила предаје АБ платну за укрупњење. На месту АБ платна је потребно проширити и продужити темељну траку да би напони у тлу остали у дозвољеним границама.

5. РЕШЕЊЕ КРОВНЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ОБЈЕКТА

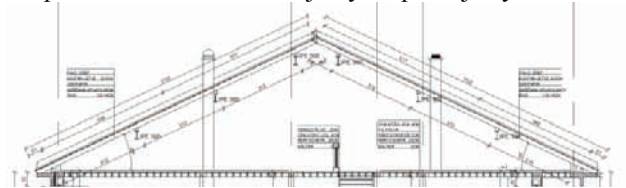
У овом делу рада је представљено варијантно решење кровне конструкције објекта. Сама измена конструкције се састоји из замене АБ греда челичним

ИПЕ носачима у циљу олакшања конструкције, кров на делу А (слика 7). Предвиђају се лаки гипс-картон или УТОНГ зидови од којих се формира стамбени простор у поткровљу. Међуспратна таваница је тако пројектована да преградни зидови могу бити распоређени на било којој позицији.



Слика 7. Кровна конструкција А са ИПЕ челичним носачима.

На делу кровне конструкције Б су уклоњене АБ греде и замењене ИПЕ челичним носачима, такође су уклоњени зидови у осама 4 и 5 као и АБ плоча изнад њих. Уместо једне АБ греде и АБ плоче на коју се ослењао рог, стављено је три челична носача на међусобном растојању од 2,60м, као што је приказано на слици 8. Челични носачи преносе оптерећење на попречне носеће зидове који су на растојању од 4,46м.



Слика 8. Кровна конструкција Б са ИПЕ челичним носачима.

Као предност челичних носача је мања сопствена тежина у односу на АБ греду, такође и рогови на делу кровне конструкције Б су усвојени мањег попречног пресека због прогушћења ослоњања на ИПЕ челичне носаче. Анализа гравитационог оптерећења, са додатком сталног оптерећења од гипс-картонских зидова за случај са челичним профилима је показала разлику у тежини од 743,13кН или 74,31т од случаја са АБ гредама. Самим тим због мање тежине на великој висини смањиће се момент од сеизмичког оптерећења, што за резултат даје мању ширину темељне траке АБ платна за 50цм.

6. ЗАКЉУЧАК О СТАЊУ ОБЈЕКТА

На основу визуелног прегледа, уочених дефеката и оштећења на започетом објекту може се закључити да је, глобално гледано, делимично нарушена носивост и стабилност објекта, како због поменутог слегања тако и због лоше уграђеног бетона у изграђени део конструкције. Најмање оштећени елементи конструкције су зидови (попречни и подужни), док је таваница најоштећенији елемент због изложености дуготрајном дејству атмосферичког.

На основу свега, раније изнетог, закључује се да наставак градње при оваквом стању конструкције није могућ, јер би у противном још више угрозили стабилност и носивост објекта, те је потребна

санација свих уочених дефеката и оштећења како би се могло наставити са доградњом. На слици 9 приказан је будући изглед објекта након санације и доградње.



Слика 9. Будући изглед објекта након санације и доградње

8. ЛИТЕРАТУРА

1. М. Малешев, В. Радоњанин: Скрипта са предавања Процена стања и одржавање грађевинских објеката, Факултет техничких наука, Нови Сад.
2. М. Малешев, В. Радоњанин: Скрипта са предавања Оштећења и санација зиданих конструкција, Факултет техничких наука, Факултет техничких наука, Нови Сад.
3. Ж. Радосављевић, Д. Бајић: Армирани бетон, Елементи армирано-бетонских конструкција, Грађевинска књига, Београд, 2004.
4. М. Мурављов, Б. Стевановић: Зидане и дрвене конструкције зграда, Грађевински факултет Универзитета у Београду, Београд, 2003.
5. М. Гојковић, Б. Стевановић: Дрвене конструкције, Грађевински факултет Универзитета у Београду, Београд, 2001.
6. Правилник о техничким нормативима за зидане зидове (сл.лист СФРЈ 87/1991).
7. Правилник о техничким нормативима за изградњу објеката високоградње у сеизмичким подручјима (Сл.лист СФРЈ 03.1.1981.).
8. З. Брујић: Скрипта са предавања Бетонске конструкције, Факултет техничких наука, Нови Сад.
9. Интернет адресе:
<http://srb.sika.com/>
<http://www.jub.rs/>
<http://www.knauf.rs/>
<http://www.knaufinsulation.rs/>
www.yubeg.com/
www.bosch-professional.com/

Кратка биографија:



Дејан Богнар рођен је у Новом Саду 1986. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарство – Модул конструкције – Процена стања и санација конструкција, одбранио је у мају 2013. год.

PROJEKAT PROCENE STANJA, FUNKCIONALNE REORGANIZACIJE I DOGRADNJE POSLOVNOG OBJEKTA**PROJECT OF ASSESSMENT, FUNCTIONAL REORGANIZATION AND UPGRADE OF BUSSINES BUILDING**Slaviša Šarkanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U prvom delu rada opisane su teorijske osnove seizmičke otpornosti zidanih konstrukcija sa vertikalnim serklažima. U drugom delu prikazana je procena stanja kao i sanacija i ojačanje postojeće konstrukcije nakon funkcionalne reorganizacije prostora i dogradnje poslovnog objekta.

Abstract – In the first part of the thesis the theoretical base of seismic resistance of confined masonry structures is described. The second part presents assessment as well as the repair and strengthening of the structure after the reorganization of the functional space and upgrade of business building.

Glavne reči: Zidana konstrukcija, seizmička otpornost, procena stanja, dogradnja objekta, statički proračun, ojačanje.

1. UVOD

Nekoliko godina nakon izgradnje poslovnog objekta stvorila se potreba Investitora za nadogradnjom postojećeg objekta, projektovanjem novog sprata. Funkcionalnim i konstrukcijskim promenama potrebno je obezbediti dodatni prostor za stanovanje, kao i dodatni kancelarijski prostor. Zbog dogradnje poslovnog objekta kao i funkcionalne reorganizacije prostora, potrebno je izvršiti celokupan statički proračun novoprojektovane konstrukcije kao i analizu svih postojećih elemenata konstrukcije. Postojeći elementi sa nedovoljnom nosivošću su ojačavani. Cilj ovog rada jesu specifičnosti pri projektovanju i izvođenju dogradnje objekta i sanacije (ojačanja) postojećih elemenata konstrukcije.

2. SEIZMIČKA OTPORNOST ZIDANIH KONSTRUKCIJA SA VERTIKALNIM SERKLAŽIMA

Zidane zgrade su najrasprostranjeniji objekti kod nas. Zgrade sa običnim zidovima imaju malu otpornost na horizontalna seizmička dejstva, i za umerene zemljotrese imaju ozbiljna oštećenja. Razlog tome je krutost elemenata za zidanje i velike mase zidova koje indukuju velike seizmičke sile. Primena ukrućenih zidova bitno poboljšava ponašanje konstrukcije prilikom zemljotresa, a spratnost se u odnosu na konstrukcije sa običnim zidovima može povećati.

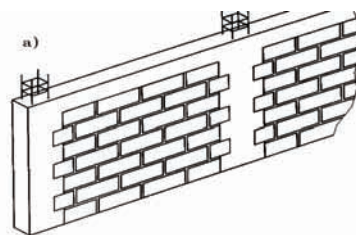
NAPOMENA:

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

2.1. Ukrućeni zidovi

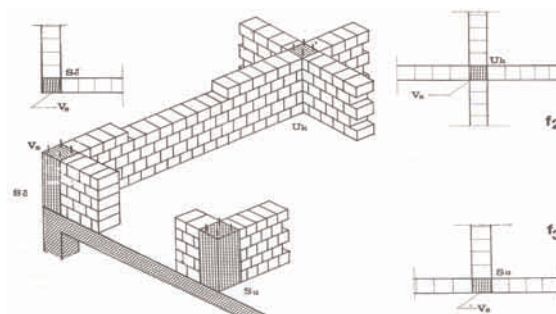
„Uokvireni“ zidani zidovi (*confined masonry*) su zidovi obezbeđeni (uokvireni) elementima od armiranog betona ili armiranim zidanim elementima, koji su postavljeni u horizontalnom i vertikalnom pravcu.

Vertikalni serklaži po svojim dimenzijama moraju biti jednaki debljinama zidova i obavezno se postavljaju na svim uglovima objekta, na mestima sučeljavanja nosivih zidova, kao i na slobodnim krajevima zidova čija je debljina $d > 19\text{cm}$. Pored ovoga, vertikalni serklaži se primenjuju i u slučajevima zidova većih dužina, veći otvori se takođe završavaju vertikalnim serklažima. Razmak ovih serklaža ne sme biti veći od 5.0m. Vertikalni serklaži se uvek betoniraju posle zidanja uz ostvarivanje veze „na zub“ (Slika 2.1). Presek ovih serklaža ne sme da bude manji od 19/19cm. Što se tiče armature, vertikalni serklaži se armiraju sa minimalno 4Ø14mm i uzengijama Ø6mm na 25cm.



Slika 2.1. Veza zidova i armiranobetonskih serklaža „na zub“

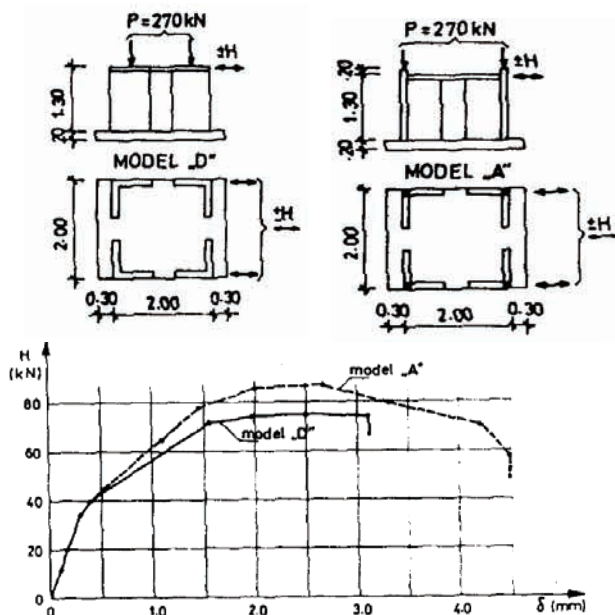
Da bi se postiglo efikasno zatvaranje zidova serklaži treba da se nalaze na svim uglovima, na svim promenama konture zidova, na slobodnom rubu zida. Takođe prema EC8, vertikalni serklaži su potrebni sa obe strane otvora većeg od 1.5m^2 , na razmaku ne većem od 4.0m i na ukrštanju zidova (slika 2.2). Što se tiče stabilnosti zidova na prevrtanje usled seizmičkih sila upravnih na njihovu ravan, zidovi treba dobro da su povezani u oba pravca.



Slika 2.2. Raspored vertikalnih serklaža na ukrštanju i sučeljavanju zidova

2.2. Proračun nosivosti

U kombinaciji sa AB vertikalnim i horizontalnim serklažima zidovi imaju veću duktilnost i manji pad čvrstoće pod cikličnim opterećenjem. Takođe, zidovi imaju povećanu stabilnost na seizmičke potrese upravne na ravan i u ravni zida. Vertikalni i horizontalni serklaži nemaju ulogu okvirne konstrukcije, nego zajedno sa zidom daju nosivost konstrukciji. Posmatrajući ponašanje dva modela prikazana na slici, jedan sa i drugi bez vertikalnih serklaža, dolazi se do zaključka da prisustvo vertikalnih serklaža u zidanoj konstrukciji značajno povećava duktilnost te konstrukcije (slika 2.3).



Slika 2.3. Dijagram koji predstavlja uticaj vertikalnih serklaža na povećanje duktilnosti

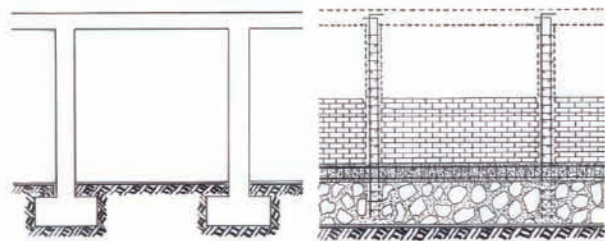
Prema Evrokodu 6 pri proveru nosivosti uokvirenih zidova na horizontalnu poprečnu silu zanemaruje se sva armatura vertikalnih i horizontalnih serklaža, što znači da u slučaju delovanja potresa nosivost se proračunava tako da se uzimaju u obzir samo zidovi.

Duktilnost zidanih konstrukcija se može obezbediti isključivo postupkom armiranja. Uokvirene zidane konstrukcije bolje podnose seizmička opterećenja, imaju veću aseizmičnost i pri zemljotresima ne ispoljavaju karakteristiku krtoeg loma koji praktično označava kolaps običnih zidanih konstrukcija. Uokvirene zidane konstrukcije omogućavaju da se pri svim ostalim istim uslovima grade konstrukcije koje imaju veću spratnost od običnih zidanih konstrukcija u seizmički aktivnim područjima. U našoj tehničkoj regulativi ne postoji zvaničan dokument koji se bavi ovakvim objektima, tako da je iz tih razloga uputno koristiti odredbe Evrokoda 6 i 8.

2.3. Razlike između okvira sa ispunom i uokvirenih zidova

Izgled gotovog uokvirenog zida i AB okvira sa zidanom ispunom može podjednako da izgleda, međutim ova dva sistema su izgrađena bitno drugačije. Glavne razlike se odnose na način građenja gde se kod AB okvira sa ispunom, ispunja zida kada je već izgrađen okvir, a kod uokvirenih zidova AB serklaži se betoniraju nakon što se ozidaju noseći zidovi (slika 2.4). Treba istaći da je najvažnija razlika između ova dva sistema ta da je ispunja

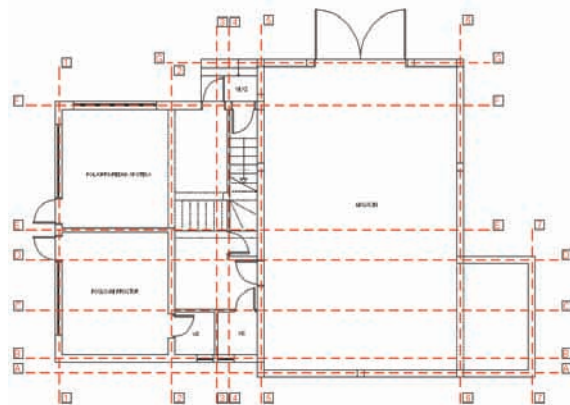
kod AB okvira nenoseći element dok su zidovi kod uokvirenih zidova noseći elementi.



Slika 2.4. AB okvir i uokvireni zid

3. TEHNIČKI OPIS KONSTRUKCIJE

Predmetni objekat je poslovne namene, dimenzija u osnovi 17.45x10.50m (slika 3.1). Spratnost objekta je P+0 a projektovan je u formi dva dela koji su povezani u jednu celinu. Jedan deo predstavlja prodajni prostor, dok je drugi deo objekta magacinski prostor. Konstruktivni sistem objekta je klasični zidani sistem sa nosivim zidovima ukrućenim AB horizontalnim i vertikalnim serklažima.



Slika 3.1. Šematski prikaz osnove objekta sa usvojenim sistemom osa

Fundiranje je na temeljnim trakama i zidovima. Temeljne trake visine $h=50\text{cm}$ izrađene su od nabijenog betona marke MB20, a fundirane su na koti -140cm od kote poda prizemlja. Iznad temeljnih traka izvode se AB temeljni zidovi na koti -90cm od kote poda prizemlja, preko kojih se postavljaju AB horizontalni serklaži u visini podne ploče prizemlja. AB horizontalni serklaži MB20 rade se i u visini međuspratne konstrukcije.

Horizontalni serklaži su dimenzija $b/d=25/20\text{cm}$ armirani sa $\pm 2R\emptyset 12$ i uzengijama $U\emptyset 6/20$. Vertikalni serklaži su dimenzija $b/d=25/25\text{cm}$ armirani sa $4R\emptyset 14$ i uzengijama $U\emptyset 6/20$.

Zidovi debljine $d=25\text{cm}$ se izvode od giter blokova 19/19/25cm u produžnom malteru 1:2:6. Pregradni zidovi su debljine $d=10\text{cm}$.

Međuspratna konstrukcija iznad prodajnog dela je polumontažna sitnorebrasta konstrukcija tipa "FERT" sa ukupnom debljinom $16+4\text{cm}$.

Stepenište je jednokrako, armiranobetonsko.

Krovnja konstrukcija je metalna. Preko čeličnih nosača postavljene su drvene rožnjače dimenzija $b/d=12/14\text{cm}$. Krovni pokrivač daščana oplata pokrivena jednostrukim trapezastim limom.

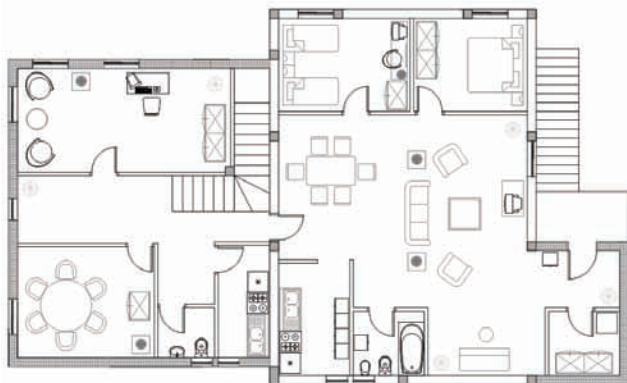
Fasada objekta je malterisana u produžnom cementnom malteru, nije završno obrađena. Unutrašnji zidovi i plafoni su malterisani u dva sloja, grubi i fini, krečeni poludisperzivnim bojama izuzev u sanitarnom čvoru gde su obrađeni keramičkim pločicama. Podovi su završno obrađeni keramičkim pločicama izuzev u magacinskom delu.

4. PROCENA STANJA OBJEKTA

Detaljnim vizuelnim pregledom fasade, svih zidova i stepenišnog prostora registrovani su defekti (betonska gnezda, mala debljina zaštitnog sloja, geometrijske imperfekcije) i oštećenja (horizontalne i vertikalne pukotine, mrežaste pukotine, otpadanje malterskog sloja). Na osnovu analize podataka prikupljenih detaljnim vizuelnim pregledom dostupnih delova konstrukcije zaključeno je da uočeni defekti i oštećenja ne ugrožavaju stabilnost, nosivost i funkcionalnost konstrukcije, ali delimično narušavaju trajnost noseće konstrukcije i fasade objekta.

5. STATIČKI PRORAČUN

Postojeći tavanski prostor iznad poljoprivredne apoteke i poslovnog prostora menja namenu i adaptira se u kancelarijski prostor i salu za sastanke. U tom delu objekta predviđena je čajna kuhinja kao i WC (slika 5.1). Konstruktivni sistem objekta nije izmenjen, tako da i kod novoprojektovanog stanja glavni noseći elementi ostaju zidani zidovi. Nova međuspratna tavanica tipa "FERT" projektovana je iznad magacinskog dela a oslonjena je na postojeće noseće zidove i nove projektovane grede. Prostor iznad magacinskog dela koji je dobijen projektovanjem sprata predviđen je za stambeni prostor u kome se nalaze dečija i spavaća soba, prostran dnevni boravak, kuhinja, kupatilo i ostava.



Slika 5.1. Raspored prostorija novoprojektovanog sprata

Opterećenja koja su korišćena pri proračunu su: stalno opterećenje prema SRPS U.C7.123/1988, korisno opterećenje prema SRPS U.C7.121/1988, opterećenje vetrom i opterećenje snegom.

Opterećenje vetrom definisano je standardima SRPS U.C7.110/1991, SRPS U.C7.111/1991 i SRPS U.C7.112/1991. Predmetni objekat ispunjava uslove za nisku krutu zgradu. Opterećenje od snega uzeto je $s=0.75\text{kN/m}^2$.

Krovna konstrukcija iznad novoprojektovanog sprata ostaje ista kao i kod postojećeg stanja. Promena je u nagibu krovne ravni, smanjenjem sa postojećih 27° na 12° . Na taj način, menjanjem ugla nagiba krovne ravni dobijamo potrebnu spratnu visinu novoprojektovanog

dela. Proračun krovne konstrukcije je sproveden softverski korišćenjem programa za softversku analizu konstrukcija Tower 6.0. Stalno i povremena opterećenja su naneta linijski na rožnjače koje su statičkog sistema proste grede. Nakon toga reakcije od rožnjača su prenete na glavni rešetkasti krovni nosač.

Proračun i dimenzionisanje međuspratne "FERT" konstrukcije, AB greda, AB stepeništa, AB stubova i AB temelja samaca izvršeno je saglasno važećim propisima [3], [4], [5], [8] i [10] prema uticajima merodavnih graničnih kombinacija opterećenja. Pri dimenzionisanju ovih elemenata korišćena je MB30 i usvojena je RA400/500, izuzev dimenzionisanja temelja samaca gde je korišćena MB20 i GA240/360.

6. OJAČANJE I NADOGRADNJA KONSTRUKCIJE

6.1. Sistem ankerovanja

Ankerovanje armature nadogradnje obaviće se naknadnim ugrađivanjem metalnih ankera u predhodno izbušene rupe u postojećoj AB konstrukciji. Kod ovakvog sistema ankerovanja athezija se ostvaruje pomoću materijala za zalivanje ili injektiranje. Kao masa za ostvarivanje prionljivosti upotrebiće se epokside. Ugrađeni ankeri se ne smeju pomerati sve dok masa za zalivanje – injektiranje ne očvrstne. Različiti materijali za nalivanje – injektiranje imaju različita vremena vezivanja i zahevaju različite uslove ugrađivanja (temperatura i vlažnost podloge) o čemu se mora voditi računa.

6.2. Ankerovanje armature vertikalnih serklaža

Ankerovanje armature se vrši za vertikalne serklaže u osama A, B, F, G, 1, 6 i 7. Prvo je potrebno štemovanjem ukloniti zaštitni sloj betona do armature u oslonačkim zonama postojećeg vertikalnog serklaža i obaviti uklanjanje odstranjenog betona. Pošto je armatura u oslonačkim zonama postala vidljiva može se pristupiti bušenju rupa za ankere. Ukupna dužina jednog ankera je jednaka zbiru dužine preklapanja l_p armaturnih šipki vertikalnih serklaža i dužine sidrenja l_s armaturne šipke ankera. Nastavljanje armature vertikalnih serklaža izvršiće se preklapanjem.

6.3. Veza između postojećeg vertikalnog i horizontalnog serklaža i novoprojektovane grede

Prvo je potrebno štemovanjem ukloniti zaštitni sloj betona do armature postojećeg vertikalnog serklaža i obaviti uklanjanje odstranjenog betona. Pošto je armatura postala vidljiva može se pristupiti bušenju rupa za ankere. Ukupna dužina jednog ankera jednaka je zbiru dužine preklapanja l_p sa armaturnim šipkama grede i širine vertikalnog serklaža kroz koji se postavlja anker. Na kraju se vari čelična ploča. Veza između podužne armature novoprojektovane grede i ankera na dužini preklopa se ostvaruje zavarivanjem.

6.4. Veza između postojećeg horizontalnog serklaža i novoprojektovane "FERT" međuspratne konstrukcije

Da bi se mogla osloniti "FERT" tavanica na postojeći zid u osama A, G i 7, potrebno je odštemati horizontalni serklaž da bi se napravilo mesta za oslanjanje "FERT" gredica. Štemanje se vrši manjim ručnim električnim čekićem i štema se 10cm. Potrebno je pažljivo štemati

kako bi se što manje oštetila armatura i izbegle mikroprrsline na betonu koji se uklanja.

6.5. "FERT" međuspratna konstrukcija

Međuspratna konstrukcija je polumontažnog tipa "FERT" i sastoji se od gotovih AB gredica i ispune koja je od glinenih elemenata visine 16cm (slika 6.1). Na licu mesta se betonira AB ploča betonom MB30 debljine 4cm koja se armira mrežastom armaturom Q131. Rebra se takođe betoniraju betonom MB30. Statički sistem "FERT" tavanice je prosta greda. Kod "FERT" tavanica kod kojih je raspon veći od 4m na sredini raspona se radi rebro za ukrućenje. Rebro se armira sa 4 šipke RØ14 raspoređene po uglovima i sa uzengijama URØ6/20cm.

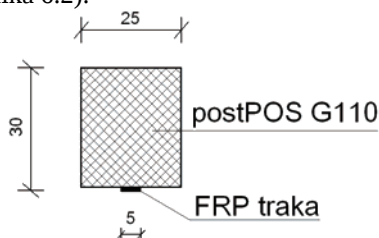


Slika 6.1. Blok ispuna i gredica za "FERT" tavanicu

6.5. Ojačanje postojeće grede FRP trakom

Fiber Reinforced Polymer – polimeri ojačani vlaknima (FRP materijali) su savremeni materijali za ojačavanje AB elemenata. Prednosti ovih kompozitnih materijala su te što su laki za rukovanje, imaju veliku čvrstoću i elastičnost, otporni su na koroziju i imaju malu težinu. Ovi materijali se mogu postavljati lepljenjem FRP trake na betonsku površinu ili usecanjem i postavljanjem FRP materijala u zaštitni sloj betona. Za ojačanje predmetne grede odabrano je lepljenje FRP trake sa donje strane.

Da bi se traka zalepila, potrebno je prethodno pripremiti površinu betonske grede. Postojeća greda je vidljiva iz prostorije poljoprivredne apoteke te je pristup gredi slobodan. Donju ivicu grede potrebno je orapaviti brušenjem. Površinska vlažnost betona pri lepljenju FRP trake može biti maksimalno 4%. Lepljenje se može izvoditi samo pri temperaturama većim od 10°C. Lepljenje karbonske trake vrši se pomoću epoksidnih lepкова koje isporučuje proizvođač zajedno sa FRP trakama (slika 6.2).

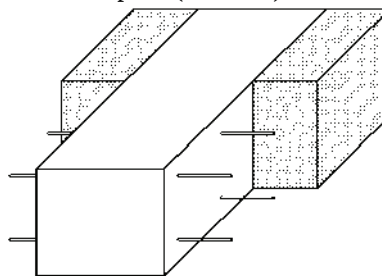


Slika 6.2. Poprečni presek kroz gredu *postPOS G110*

6.5. Ojačanje temeljne trake proširivanjem temelja

Prvi korak prilikom izvođenja proširivanja temelja je uklanjanje temeljne trake na mestu gde se nalazi temeljna traka iz drugog pravca. Nakon toga vrši se otkopavanje zemlje celom dužinom i visinom temeljne trake da bi ona bila čista sa obe strane. Kroz temelj se buše rupe za postavljanje armature RØ10 na 30cm. Dužina ovih šipki treba da je duža sa obe strane temeljne trake po 25 odnosno 15cm za traku u osi 5 i 6 respektivno. Nakon postavljanja armature, rupe se popunjavaju epoksidom da bi se armature spojila sa temeljom. Postavljanje oplata se vrši na odstojanju od 30cm za temeljnu traku u osi 5,

odnosno na odstojanju od 20cm za traku u osi 6. Betoniranje se vrši iz delova a nakon očvršćavanja betona temeljna traka se zatrpava (slika 6.3).



Slika 6.3. Način proširivanja temeljne trake

7. ZAKLJUČAK

Nakon što je Investitor zahtevao dogradnju objekta kao i funkcionalnu i konstrukcijsku reorganizaciju prostora, izvršena je procena stanja, celokupan statički proračun, konstrukcijska sanacija (ojačanje) te su na taj način stvoreni uslovi za izvršenje radova. Ovim projektom poslovni objekat dobija i svoj stambeni deo te su tako zadovoljeni svi uslovi i potrebe Investitora i budućih stanara.

8. LITERATURA

- [1] V. Radonjanin, M. Malešev: Materijal sa predavanja iz predmeta TRAJNOST I PROCENA STANJA BETONSKIH KONSTRUKCIJA, Novi Sad, 2011.
- [2] V. Radonjanin, M. Malešev: Materijal sa predavanja iz predmeta SANACIJA BETONSKIH KONSTRUKCIJA, Novi Sad, 2011.
- [3] Grupa autora: BETON I ARMIRANI BETON prema BAB 87, knjiga 1, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [4] Grupa autora: BETON I ARMIRANI BETON prema BAB 87, knjiga 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [5] Ž. Radosavljević, D. Bajić: ARMIRANI BETON 3, Građevinska knjiga, Beograd, 2008.
- [6] M. Muravljov, B. Stevanović: ZIDANE I DRVENE KONSTRUKCIJE – deo za zidane konstrukcije, Građevinska knjiga, Beograd, 2003.
- [7] B. Zarić, D. Buđevac, B. Stipanić: METALNE KONSTRUKCIJE U GRAĐEVINARSTVU, Građevinska knjiga, Beograd, 2004.
- [8] J. Sklena, N. Vujadinović: PRORAČUN TEMELJA, Principal marketing, Novi Sad, 1998.
- [9] M. Trivunić, Z. Matijević: TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA GRAĐENJA, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2009.
- [10] ZBIRKA SRPSKIH PRAVILNIKA I STANDARDA ZA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE: Srpski standard sa obaveznom primenom od 1992 – opterećenje vetrom (SRPS U.C7.110 – 112)
- [11] Evrokod 8 – Projektovanje seizmički otpornih konstrukcija, 2009.

Kratka biografija:



Slaviša Šarkanović rođen je u Gradačcu (BiH) 28.08.1988. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Građevinarstvo – Procena stanja i sanacija konstrukcija, odbranio je 2013. godine.

**PROJEKAT INDUSTRIJSKE HALE SA ANALIZOM OPTEREĆENJA USLED KRANA
PO EVROKODU****THE PROJECT OF THE INDUSTRIAL BUILDING WITH ANALYSIS OF THE LOAD
INDUCED BY CRANE ACCORDING EUROCODE**

Ognjen Vlačić, Đorđe Ladinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj: U radu je prikazan projekat industrijske montažno - monolitne armirano betonske hale u Novom Sadu. Projekat je rađen sa analizom opterećenja po Evropskim standardima, EN 1991-1. Analiza opterećenja usled dejstva kрана vršena je prema EN 1991-3. Objekat je fundiran na tlu kategorije C sa usvojenim seizmičkim ubrzanjem od $a_g=0.2$.

Abstract – This paper presents an project of industrial precasted - monolithic reinforced concrete hall in Novi Sad. The project was done with the analysis of the load according to the European standards EN 1991-1. Analysis of loads induced by crane operations carried out in accordance with EN 1991-3. The industrial hall is founded on the ground category C with assumptive seismic acceleration $a_g = 0.2$.

Ključne reči: industrijska hala, armiranobetonska konstrukcija, analiza opterećenja, dejstva kрана, Evropski standardi, seizmička dejstva.

1. UVOD

Projektnim zadatkom je predviđeno projektovanje Industrijske jednobrode hale po Evropskim standardima EN. Industrijsku halu obslužuje kран nosivosti 250 KN, cijelom svojom dužinom. Kран se oslanja na dva nosača kranske staze 'T' presjeka. Objekat se nalazi u Novom Sadu u industrijskoj zoni i izvodi se monolitnim-montažnim načinom gradjenja. Izvršena je detaljna analiza opterećenja usled dejstva kрана na nosač kranske staze prema Evrokodu [5].

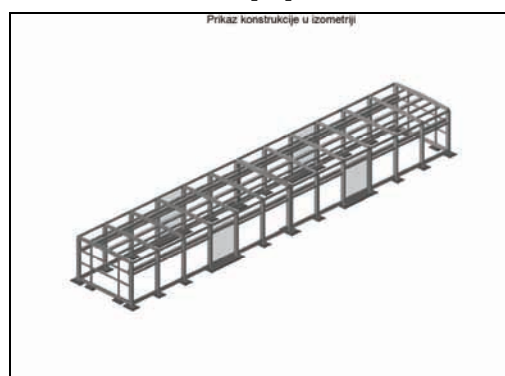
2. OPIS KONSTRUKCIJE**2.1. Projektni zadatak i konstruktivno rešenje**

Industrijska hala je konstruisana od poprečnih ramova na međusobnim razmacima od 8.0 m. Ukupan broj polja hale je $n=12$, iz čega sledi njena dužina $L=96.0$ m. Poprečni ramovi se izvode monolitno, dok su grede između njih prefabrikovani elementi, sistema proste grede. Osovinska širina hale iznosi 16.0m, dok je visina hale 10.0m. Poprečni ram se sastoji od stubova dimenzija $b/d=50/95$ cm, visine $h=10.0$ m od kote terena. Glavni nosač koji spaja stubove je promjenljivog poprečnog presjeka. Na početku, kod stuba je dimenzija $b/d=50/60$ cm, dok je na sredini $b/d=50/100$ cm.

Poprečni ramovi su povezani rožnjačama koje se oslanjaju na glavni nosač. Rožnjače su "T" presjeka na međusobnim razmacima od $\lambda=2.6$ m i sistema su proste grede. Slemene rožnjače su istih dimenzija kao i rožnjače.

U podužnom pravcu, poprečni ramovi su povezani fasadnim gredama koje su na visini od 7.8 m dimenzija $b/d=25/50$ cm. Nosač kranske staze se nalazi na visini od 7.0 m i T je presjeka, visine $h=80$ cm, debljine rebra $d=40$ cm i širine gornjeg pojasa $b=55$ cm. Na nosač kranske staze se postavlja šina visine $h=95$ mm. Kratki element je u spoju sa stubom i dimenzija je $b/d=50/80$ cm. Rastojanje između unutrašnje ivice stuba i NKS je 10.0 cm, kao što i daje propis za dati kран. Temeljna greda je oslonjena na stubove i u dodiru je sa gornjom ivicom temelja samaca. Temeljnoj gredi nije pridružen linijski oslonac i njena primarna uloga je da prima opterećenje od fasade kao prosta greda. Dimenzije temeljne grede su $b/d=30/90$ cm. Temelji samci su debljine $d=50$ cm.

Kalkanski ram je formiran od poprečnog rama sa dvije fasadne grede dimenzija $b/d=25/40$ cm. Prva fasadna greda se nalazi na 4.2 m, dok se druga nalazi na visini od 7.2 m. Prva je opterećena samo fasadom od šuplje opeke, a gornja od fasade gdje je predviđeno staklo. Takođe u kalkanu su predviđena dva fasadna stuba dimenzija $b/d=35/35$ cm na osovinskom razmaku od 8.4m i visine 10.0 m. Kalkanski ram se u potpunosti izvodi monolitno.



Slika 1. Izometrijski prikaz noseće konstrukcije

Glavni konstruktivni sistem hale je skeletni, sa predviđenim zidnim platnima u podužnom pravcu. Uloga zidnih platana jeste da primi horizontalne seizmičke sile i prenese ih na temelje, da smanji pomjeranja u podužnom pravcu i da poveća cjelokupnu krutost konstrukcije. Debljina zidnih platana iznosi $b=20$ cm.

2.2. Modeliranje konstrukcije

Konstrukcija je modelirana u programskom softveru Tower 6 koji je baziran na metodi konačnih elemenata.

NAPOMENA:

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

Modeliranje je izvršeno u skladu sa Evrokodom. Krutost elemenata je smanjena 50%. Mase u proračunskom modelu su određene prema gravitacionim opterećenjima koja se javljaju u kombinacijama dejstava prema jednačini (1), kao što je definisano u [1].

$$\Sigma G_{k,i} + \Sigma \Psi_{E,i} \cdot Q_{k,i} \quad (1)$$

Svi uticaji u konstrukciji određeni su na osnovu proračunskog modela koji dovoljno realno predstavlja stvarnu konstrukciju i njeno ponašanje pod dejstvima. Svi armirano-betonski zidovi su linijski uklješteni. Prilikom projektovanja korišćen je beton kvaliteta C25/30 i armature kvaliteta S 400 i S 500.

3. ANALIZA OPTEREĆENJA

3.1 Stalno opterećenje

Industrijska hala je pokrivena sendvič limom.

- težina krovnog pokrivača: $q=0.35 \text{ kN/m}^2$

Površinsko opterećenje je konvertovano u linijsko, duž svakog linijskog elementa. Kao fasada je usvojen zid debljine $d=25\text{cm}$, od šuplje opeke. Fasada od opeke se nalazi od temeljne grede, pa sve do donje ivice fasadne grede. Na visini iznad fasadne grede se predviđa staklena fasada sve do krajnje visine objekta.

- težina zida od šuplje opeke $g=4.0 \text{ kN/m}^2$

- težina stakla $g=1.0 \text{ kN/m}^2$

3.2 Opterećenje snijegom

Opterećenje snijegom je aplicirano kao površinsko

- jednakopodeljeno opterećenje inteziteta $s=1.0 \text{ kN/m}^2$.

Površinsko opterećenje je konvertovano u linijsko duž svake rožnjače.

3.3 Opterećenje vjetra

Analiza opterećenja vjetra je izvršena prema [2].

- Pritisak vjetra koji djeluje na spoljašne površine w_e treba da bude određen iz izraza (2):

$$w_e = q_p(z) \cdot c_{pe} \quad (2)$$

- Pritisak vjetra koji djeluje na unutrašnje površine w_i treba da bude određen iz izraza (3):

$$w_i = q_p(z) \cdot c_{pi} \quad (3)$$

$$c_{pi} = \pm 0.3$$

$$q_p(z) - \text{udarni pritisak vjetra}$$

3.4 Seizmičko opterećenje

Usvojena kategorija tla je C pri čemu je korišćen tip 1 elastičnog spektra odgovora. Pretpostavljeno seizmičko ubrzanje tla je $a_g=0.2$. U zavisnosti od perioda vibracija objekta, ordinate projektnog spektra odgovora mogu se dobiti iz jednačine (4).

$$T_c \leq T \leq T_d : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[\frac{T_c}{T} \right] \quad (4)$$

Ovde je q faktor ponašanja za horizontalna seizmička dejstva i koristi se za smanjenje sila dobijenih linearnom analizom, u namjeri da se uzme u obzir nelinearan odgovor konstrukcije, a u vezi sa materijalom, konstrukcijskim sistemom i postupcima projektovanja.

Ovaj faktor se određuje prema jednačini (5).

$$q = q_0 \cdot k_w \geq 1.5 \quad (5)$$

Prema zahtjevu da se objekat radi kao konstrukcija srednje duktilnosti (DCM), dobijena je vrijednost faktora ponašanja $q=3.3$, za seizmičke sile u X - pravcu, a $q=3.0$ za seizmičke sile u Y - pravcu.

Izvršena je modalna analiza za poseban seizmički model gdje je uzeta u obzir u potpunosti sopstvena težina elemenata hale, snijeg i sopstvena težina kрана. Dobijeni su periodi vibracija za dva nezavisna pravca.

3.4.1 Određivanje i raspored horizontalnih seizmičkih sila

Metodom ekvivalentnih bočnih sila su dalje određene horizontalne seizmičke sile za oba pravca. Pretpostavljeno je da su mase koncentrisane u dva nivoa. Prvi nivo je na visini nosača kranske staze $h=7.0\text{m}$, a drugi na vrhu hale $h=10\text{m}$. Analizirano je koliko mase pripada određenom tipu rama. Konstrukcija sadrži tri različita tipa rama, a to su: karakteristični poprečni ram, kalkanski ram i ram spojen sa seizmičkim zidom. Ukupna seizmička smičuća sila F_b u osnovi, za svaki horizontalni pravac za koji se objekat analizira, u ovom slučaju X i Y pravac, određena je prema izrazu (6).

$$F_b = S_d(T_1) \cdot m \cdot \lambda \quad (6)$$

Raspodjela seizmičkih sila po visini objekta je izvršena prema izrazu (7), kao što je definisano u [4].

$$F_i = F_b \cdot \frac{z_i \cdot m_i}{\sum z_j \cdot m_j} \quad (7)$$

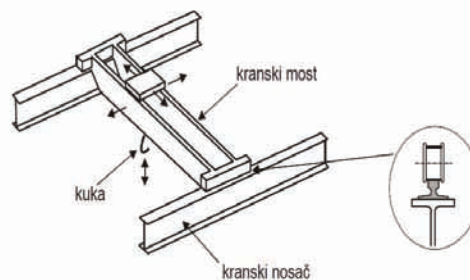
z_i, z_j - visine masa m_i, m_j iznad nivoa seizmičkog dejstva

4. OPTEREĆENJA IZAZVANA KRANOM

Kod projektovanja industrijskih hala s kranovima, podaci o potrebnim slobodnim gabaritima u hali i tehnički podaci o kranu od ključne su važnosti za projektiranje cijele hale. Za veće terete se najčešće koriste tzv. mostni kranovi kod kojih se konstrukcija kрана oslanja preko posebnih nosača (kranskih nosača) na stubove hale. Rade se i ovješene dizalice kod kojih su nosači kрана ovješeni na konstrukciju hale, a postoje i neke druge varijante sa vlastitom konstrukcijom i sl. Mostni kranovi se uobičajeno rade u dvije varijante:

- kranovi koji se kreću po gornjem pojasu kranskih nosača (eng. Top running bridge cranes, Slika 2).

- kranovi koji se kreću po donjem pojasu kranskih nosača (eng. Underslung bridge crane).



Slika 2. Prikaz kрана koji se kreće po gornjem pojasu
Proračun kranskog nosača ima neke specifičnosti u odnosu na uobičajene konstrukcijske elemente hale koje su predstavljene u [5], pa tako treba razmatrati:

- kombinaciju poprečnih sila (zbog koncentriranih opterećenja) i momenata savijanja - bočno-torzijsko izvijanje,

- uticaj bočnih (horizontalnih) opterećenja,
- torzijska naprezanja zbog ekscentriciteta šine i horizontalnih sila - kontrolu zamora i slično.

Dominantno opterećenje kranskog nosača je vertikalno, a iduće dominirajuće opterećenje je poprečno (horizontalno) djelovanje na kranski nosač. Opterećenje koje nastaje djelovanjem kranova ima statičku i dinamičku komponentu, a obje su u funkciji vremena i mijenjaju se zavisno od položaju kрана i intezitetu tereta kojeg prenose i položaju tereta na kranskom mostu. Dinamičke sile koje nastaju pri pokretanju i zaustavljanju kрана, podizanju tereta i eventualnog zapinjanja tereta.

Spomenuti dinamički uticaji se u propisima uzimaju u obzir na način da se poznato statičko opterećenje množi odgovarajućim dinamičkim faktorima čija se vrijednost kreće od 1,0 do 2,0. Zakošenje kрана pri kretanju rezultuje bočnim opterećenjima, dok se pri pokretanju i zaustavljanju kрана javljaju uzdužne sile. Branici na krajevima kranskih nosača moraju biti proračunati na preuzimanje udarne sile.

4.1 Određivanje težine kрана i mačke

Određivanje težine kрана i mačke nalazi se preko sistema jednačina za dva slučaja, odnosno položaja mačke. Prvi slučaj je kada se mačka nalazi lijevo i maksimalno je opterećena. Drugi slučaj jeste kada se mačka nalazi lijevo, neopterećena. Iz uslova da je suma momenata u osloncu proste grede jednaka nuli i iz uslova ravnoteže vertikalnih sila dobijene su vrijednosti težine mačke i težine kрана, kao što je prikazano (Slika 3.).

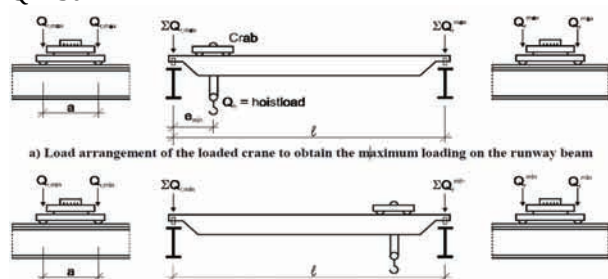
$$P1_{max}=177.0 \text{ KN}$$

$$P2_{max}=172.0 \text{ KN}$$

$$P1_{min}=53.0 \text{ KN}$$

$$P2_{min}=51.0 \text{ KN}$$

$$Q=250 \text{ KN}$$



Slika 3. Prikaz određivanja težine kрана i mačke

4.2 Definisanje grupa opterećenja

Opterećenja kranovima se uopšteno može razmatrati kao promjenjivo i kao izvanredno opterećenje pa su dati načini modeliranja za svaki od ta dva slučaja. Pri normalnim uslovima korištenja opterećenje radom kрана može se smatrati promjenjivim pa ono uključuje gravitacijska opterećenja, inercijske sile nastale zbog ubrzanja/usporenja i zakošenja kranskog mosta, te ostale dinamičke uticaje. Ti se uticaji generalno mogu podijeliti na:

- promjenjiva vertikalna opterećenja uzrokovana sopstvenom težinom kрана i korisnim teretom

- promjenjiva horizontalna opterećenja uzrokovana ubrzavanjem/usporenjem i zakošenjem pri kretanju, te ostale dinamičke uticaje.

Dinamičke sile zbog vibracija i inercijskih sila pri djelovanju kрана uzimaju se u obzir množenjem statičkih vrijednosti sila odgovarajućim dinamičkim faktorima φ prema izrazu (8):

$$F_{\varphi,k} = \varphi_i \cdot F_k \quad (8)$$

- φ_i - dinamički faktor

- F_k - karakteristična statička komponenta opterećenja kranom.

Evrokod u definisanju opterećenja od mostnih dizalica podrazumeva jednake pritiske po točku na jednoj šini kao i razdvajanje vrednosti pritiska po točku od konstrukcije „mosta“ kрана, od „kolica“ kрана i od korisnog tereta.

Mogućnost istovremenog djelovanja više opterećenja kranom uzima se u obzir na način da se formiraju određene grupe opterećenja, pa se svaka od tih grupa može smatrati jednim karakterističnim opterećenjem kranom koje se onda može kombinovati s ostalim vrstama (nekranskih) opterećenja.

Grupe opterećenja i dinamički faktori koje treba uzeti u obzir za modeliranje djelovanja kрана kao jednog karakterističnog opterećenja prikazani su u Tabeli 1.

Tabela 1. Slučajevi opterećenja sa dinamičkim koeficijentima

		Simbol	Standard	Granična stanja									
				Granična stanja nosivosti							Test opt.	Incidentuo	
				1	2	3	4	5	6	7			8
1	Sopstvena težina	Q_k	EN 1991-3 2008	φ_1	φ_1	1	φ_2	φ_2	φ_2	1	φ_3	1	1
2	Teret	Q_k		φ_2	φ_2	-	φ_3	φ_3	φ_3	$\eta^{(1)}$	-	1	1
3	Kočenje i pokretanje kрана	H_k, H_T		φ_3	φ_3	φ_3	φ_3	-	-	-	φ_3	-	-
4	Bočni udari	H_k		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
5	Kočenje i pokretanje kolica	H_T		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
6	Vetar	F_w^{**}		1	1	1	1	1	-	-	1	-	-
7	Test opterećenje	Q_T		-	-	-	-	-	-	-	φ_4	-	-
8	Udari u odbojnice	H_B		-	-	-	-	-	-	-	-	φ_5	-
9	Zapinjanje tereta	H_{TA}		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
NAPOMENA vetra nema jer je kran u zatvorenom a zapinjanje tereta nije moguće													
¹ η Proporcionalni deo tereta (recimo magnetni blok) koji nije ušao u sopstvenu težinu kрана													

NAPOMENA: vetra nema jer je kran u zatvorenom a zapinjane tereta nije moguće

¹ η Proporcionalni deo tereta (recimo magnetni blok) koji nije ušao u sopstvenu težinu kрана

4.3 Vertikalna opterećenja

Pri određivanju vertikalnog opterećenja na kranski nosač zbog kretanja mačke po kranskom mostu potrebno je analizirati različite položaje mačke (sa i bez tereta) te na taj način pronaći minimalne i maksimalne vrijednosti vertikalnog opterećenja koje se modelira kao pokretna koncentrirana sila na mjestima točkova. Vertikalna opterećenja potrebno je povećati tako da se izmnože sa odgovarajućim dinamičkim faktorima koji su prikazani u tabeli 1, kao što je prikazano u [6].

4.4 Horizontalna opterećenja

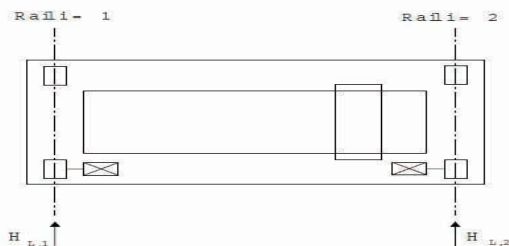
Horizontalna opterećenja koja treba uzeti u obzir su:

- horizontalne sile koje nastaju zbog ubrzanja i usporavanja kretanja kranskog mosta po šinama
- horizontalne sile koje nastaju zbog ubrzanja i usporavanja kretanja mačke po kranskom mostu
- horizontalne sile koje nastaju zbog zakošenja pri kretanju kranskog mosta
- udarne sile u branike zbog kretanja kрана
- udarne sile zbog kretanja mačke.

4.4.1 Određivanje horizontalne sile „vožnje“ $H_{l,i}$

Horizontalna sila $H_{l,i}$ izazvana ubrzanjem i kretanjem kрана po šini djeluje u kontaktu šine sa točkovima kрана duž nosača kranske staze kao što je prikazano na Slici 4. Horizontalna sila $H_{l,i}$ se određuje pomoću izraza (9) :

$$H_{l,i} = \varphi_5 \cdot K \cdot 1/n_r \quad (9)$$



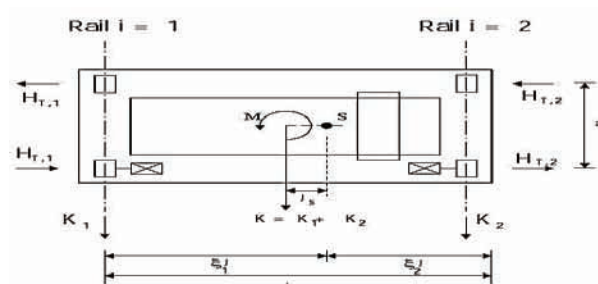
Slika 4. Horizontalna sila $H_{l,i}$

4.4.2 Određivanje horizontalne sile „vožnje“ $H_{T,i}$

Horizontalna sila $H_{T,i}$ izazvana ubrzanjem i kretanjem kрана po šini djeluje u kontaktu šine sa točkovima kрана upravno na pravac pružanja nosača kranske staze, kao što je prikazano na Slici 6. Horizontalna sila $H_{T,i}$ se određuje pomoću izraza (10), (11), kao što je dato u [6]:

$$H_{T,1} = \varphi_5 \cdot \zeta_2 \cdot M/a \quad (10)$$

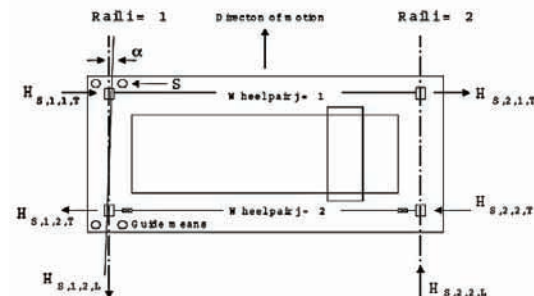
$$H_{T,2} = \varphi_5 \cdot \zeta_1 \cdot M/a \quad (11)$$



Slika 5. Horizontalna sila $H_{T,i}$

4.4.3 Određivanje horizontalne sile bočnog udara $H_{S,i,j,k}$

Podužne i poprečne sile $H_{S,i,j,k}$ izazvane usled krivljenja šine mogu da se pojave u nivou šine prilikom kretanja kрана duž nosača kranske staze. Ova opterećenja izazvana su usled reakcije točkova na kontaktu sa šinama, zbog nemogućnosti normalnog kretanja točkova duž nosača kranske staze, kao što je prikazano na Slici 6.



Slika 6. Horizontalna sila $H_{S,i,j}$

Pravac djelovanja horizontalnih sila zavisi od vrste šine, pravca kretanja kрана i vrste točkova kрана.

Horizontalne sile $H_{S,i,j,k}$ mogu se odrediti na osnovu sledećeg izraza (12), kao što je dato u [6].

$$H_{S,1,j,L} = f \cdot \lambda_{S,1,j,L} \cdot \Sigma Q_r \quad (12)$$

4.5 Određivanje dinamičkih faktora

Definisanje dinamičkih faktora zavisi od grupe opterećenja za proračun. Postoji više vrsta dinamičkih faktora, kao što je prikazano u Tabeli 2.

Tabela 2. Definisanje dinamičkih faktora

DINAMIČKI FAKTOR	UČINCI KOJI SE RAZMATRAJU	PRIMENJUJE SE NA
φ_1	Vibracijska pobuda konstrukcije kрана zbog podizanja tereta s tla	Vlastitu težinu kрана
φ_2	Dinamički učinak podizanja tereta od tla do kрана	Teret koji se diže
φ_3	Dinamički učinak naglog otpuštanja korisnog opterećenja ako se koriste kljesta ili magnet	Teret koji se diže
φ_4	Dinamički učinci zbog kretanja po tračnicama ili kranskoj stazi	Vlastitu težinu kрана i teret koji se diže
φ_5	Dinamički učinci uzrokovani pogonskim silama i odnose se na horizontalne sile (horizontalne uzdužne i poprečne), a koje se pojavljuju prilikom kretanja ili kočenja kрана po tračnicama	Vodne sile
φ_6	Dinamički učinak zbog kretanja probnog tereta po kranskom mostu koji se kreće	Probni teret
φ_7	Dinamički elastični učinak udarca na odbojnice	Sile u odbojniku

5. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog rada jeste bio da se prikaže primarna analiza opterećenja usled dejstva kрана po Evrokodu. Osim toga, projekat sadrži potpunu analizu opterećenja prema Evropskim standardima. Pored prikazanog 3D modela, korišćen je još jedan 2D model sa izdvojenim ramom, i za njega je izvršena analiza. Izvršeno je poređenje dobijenih rezultata i usvojene su odgovarajuće vrijednosti za dimenzionisanje elemenata prema [3].

6. LITERATURA

- [1] EN 1990 Evrokod 0: Osnove proračuna konstrukcija
- [2] EN 1991 Evrokod 1. Dejstva na konstrukcije
- [3] EN 1992 Evrokod 2 ; Proračun betonskih konstrukcija
- [4] EN 1988 Evrokod 8: Proračun seizmičke otpornosti konstrukcija
- [5] EN 1991-3: Dejstva izazvana kranovima
- [6] Proračun kranskih nosača prema eurokod normama, Mario Joketović, Ivan Radić i Damir Rarkulak

Kratka biografija:



Ognjen Vlačić rođen je u Vlasenici 1988.god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Seizmička analiza konstrukcija odbranio je 2013.god.



Đorđe Ladinović rođen je u Šidu 1956 godine. Redovni je profesor za užu naučnu oblast Teorija konstrukcija. Od 2004. god. je šef Katedre za konstrukcije, a od 2012. rukovodilac Departmana za građevinarstvo i geodeziju.

**ULOGA DIGITALNOG POTPISA U UNAPREĐENJU ELEKTRONSKOG POSLOVANJA
POŠTE SRBIJE****ROLE OF DIGITAL SIGNATURE IN IMPROVEMENT OF E-BUSINESS**

Milan Mirčetić, Momčilo Kujačić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Potreba za diverzifikacijom usluga koje pružaju poštanski operatori, dovela je do uvođenja različitih vrsta elektronskih servisa i razvoja elektronskog poslovanja u poštanskom saobraćaju. Sigurnost korisnika i bezbednost u prenosu elektronskih saopštenja je imperativ elektronskog poslovanja. Ovaj rad se bavi uvođenjem i razvojem elektronskih usluga na bazi primene digitalnih sertifikata. Razmatraju se različite mogućnosti primene i predlaže se konkretno rešenje za odabranu uslugu.

Abstract – Diverzifikacion need for services provided by postal operators, has led to the introduction of different types of electronic services and the development of electronic commerce in the postal service. Customer safety and security in the transmission of electronic communications is imperative for e-business. This paper deals with the introduction and development of electronic services based on the application of digital certificates. It discusses the various possible applications and propose a concrete solution for the selected service.

Ključne reči: Elektronsko poslovanje, digitalni potpis, pošta

1. UVOD

Dugi niz godina poslovanja u neizmenjenim uslovima, kao i odgovarajuća zaštita države sa druge strane uslovio je spor odgovor Pošte na novonastale situacije u poslednjem periodu. Pošta se našla u sasvim novim uslovima poslovanja kojima je morala da se prilagodi da bi sačuvala svoju poziciju lidera na tržištu.

Ključni faktori koji su izmenili uslove poslovanja su ukidanje monopola, što je stvorilo uslove za postojanje novih operatera koji preuzimaju deo tržišta, čineći konkurenciju Pošti, pojava Interneta i nagli razvoj novih tehnologija i usluga koje predstavljaju savremen način komunikacije umesto dosadašnjeg "papirnog".

Suočena sa postepenom liberalizacijom tržišta i pojavom konkurencije privatnih operatera i razvojem elektronskih komunikacija,

Pošta je bila prinuđena da isprati promene u načinu funkcionisanja tržišta, te da primenom novih usluga pruži bolje uslove za realizaciju već postojećih, a sve u cilju njenog opstanka na tržištu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Momčilo Kujačić, redovni prof.

Promene su se odrazile u vidu obogaćivanja tradicionalnih servisa kao i uvođenje novih usluga. Nove tehnologije su prilika za poštanske operatere da unaprede kvalitet svojih postojećih usluga i da razviju potpuno nove usluge. Razvoj informatičkih i telekomunikacionih tehnologija omogućio je brz protok informacija i dokumenata, čime su se stvorili uslovi za sve primetniji hibridni prenos podataka.

Predmet ovog rada je digitalni potpis, usluge zasnovane na primeni digitalnog potpisa i mogućnosti unapređenja e-poslovanja kroz implementaciju novih usluga u Pošti.

Digitalni potpis omogućava identifikaciju učesnika u komunikaciji i integritet podataka.

Digitalni potpis jeste skup podataka u elektronskom obliku koji su dodati ili logički pridruženi elektronskim porukama ili dokumentima i služe kao metod za identifikaciju potpisnika. Svrha digitalnog potpisa jeste da potvrdi autentičnost sadržaja poruke (dokaz da poruka nije promenjena na putu od pošiljaoca do primaoca), kao i da obezbediti garantovanje identiteta pošiljaoca poruke.

Cilj rada je da ukaže na značaj šireg korišćenja digitalnog potpisa u obezbeđivanju elektronskih servisa pošte Srbije i razvoja elektronskog poslovanja.

Istraživanja koja su sprovedena za potrebe rada imala su za cilj potvrđivanje polazne hipoteze da će implementacija novih usluga, zasnovanih na digitalnom potpisu, doprineti unapređenju e-poslovanja, uvođenju novih usluga i smanjenju troškova mreže u Pošti.

Očekivani rezultati su prikaz stanja u razvoju e-servisa pošte u pojedinim regionima u svetu, pregled postojećih e-servisa Pošte Srbije, predlog za uvođenje novih usluga i novih ICT (informaciono - komunikacione tehnologije) servisa u Pošti, sa ispitivanjem osetljivosti u odnosu na postojeće stanje.

**2. ELEKTRONSKO POSLOVANJE I
ELEKTRONSKI POTPIS**

Poljam elektronskog poslovanja prvi je definisao IBM, opisujući ga kao delatnost koja omogućava izgradnju i primenu poslovnog modela u kome su promene katalizator rasta, a organizaciona struktura se menja zavisno od poslova. Upotreba elektronskog poslovanja omogućava konkurentnije poslovanje i povećava šansu opstanka na tržištu. Elektronsko poslovanje omogućava unutrašnju i spoljnu integraciju preduzeća. Korišćenjem Interneta omogućava se jeftin globalni marketing sa ogromnom bazom potencijalnih kupaca.

Elektronski potpis predstavlja tehnologiju čijom se primenom u sistemima elektronskog poslovanja omogućava izbegavanje brojnih zloupotreba. Elektronski potpis omogućuje proveru autentičnosti potpisnika, zaštitu

integriteta podataka koji se prenose i neporecivost elektronskog potpisivanja date poruke ili dokumenta. Dakle, analogno svojeručnom potpisu u standardnom poslovanju, elektronski potpis se koristi u elektronskom poslovanju.

Sa druge strane kvalifikovani digitalni potpis daje veću garanciju od običnog potpisa da primljeni dokument nije modifikovan.

3. POŠTA I ELEKTRONSKO POSLOVANJE

Pošte sve više reaguju na potrebe svojih klijenata, pružajući im nove mogućnosti za razvoj elektronskog poslovanja i e-usluga. Povećava se broj novih poštanskih e-usluga koje se uvode na globalnom nivou svake godine. U četiri godine između 2007 i 2010. godine broj uvedenih poštanskih e-usluga globalno se utrostručio sa 33 na 85 godišnje.

Ovo pokazuje da pošte širom sveta nastoje da razviju nove usluge kako bi zadovoljili zahteve korisnika i obezbedile prednost u vidu elektronskog poslovanja.

Istraživanje iz kojeg je proistekao Global Information Technology Report (Dutta and Mia, 2010) je pokazalo direktnu zavisnost razvoja poštanskih elektronskih usluga od prisustva regulative koje se odnose na elektronske usluge.

Tamo gde postoje propisi koji detaljno uređuju oblast informacionih i komunikacionih tehnologija, posebno elektronsku trgovinu, digitalni potpisi zaštitu potrošača, značaj i prisustvo poštanskog sektora u segmentu elektronskih usluga su izraženiji.

Razvoj elektronskog poslovanja i e-servisa Pošta Srbije je pokrenula strateškim razvojem Centra za elektronsko poslovanje – Cepp. Danas je taj centar jedna od vodećih platformi elektronskog poslovanja, elektronske trgovine, elektronskog bankarstva i mobilnog bankarstva. Cepp je multimedijalni centar servis provajder, koji pruža usluge u oblasti elektronskog poslovanja kreirane prema potrebama korisnika uz vrhunski sistem zaštite elektronskih transakcija i prenetih informacija.

Uspех elektronskog poslovanja zavisi od zaštite Internet komunikacija, odnosno, od mogućnosti zaštite on-line transakcija.

Internet pruža velike mogućnosti u oblasti elektronskog poslovanja, ali sa druge strane donosi problem zaštite podataka i mrežnih resursa. Infrastruktura javnih ključeva (Public Key Infrastructure - PKI) je kompleksan sistem koji se sastoji od kriptografskih tehnologija, protokola, standarda, politika, procedura, servisa i aplikacija.

Javno preduzeće PTT saobraćaja "Srbija" (Pošta Srbije) je izgradilo infrastrukturu javnih kriptografskih ključeva (Public Key Infrastructure) i prvo zvanično sertifikaciono telo Pošte (Certification Authority - CA) koje je ovlašćeno za izdavanje kvalifikovanih elektronskih sertifikata i vremenskih žigova (Time Stamping Authority - TSA) u republici Srbiji.

Za PKI sistem i sertifikaciono telo Pošte izabrano je rešenje kompanije Entrust, koja je svetski lider u oblasti PKI sistema i zaštite elektronskog poslovanja, a za sistem izdavanja vremenskih žigova primenjuje se rešenje kompanije Thales e-security.

4. ULOGA DIGITALNOG POTPISA U RAZVOJU USLUGA POŠTE

Uloga digitalnog potpisa u unapređenju elektronskog poslovanja pošte je dvojaka. Primenom digitalnog potpisa mogu se unaprediti tradicionalne usluge pošte (pismonosne i paketske), ali istovremeno njegovom primenom mogu se kreirati i nove komercijalne usluge/servisi za korisnike.

4.1. Usluge Pošte Srbije na bazi digitalnog sertifikata

Razvojem elektronskog poslovanja Pošta Srbije će pravnim i fizičkim licima biti u mogućnosti da ponudi sve više servisa zasnovanih na elektronskim sertifikatima. Ove usluge će moći da se obavljaju elektronskim putem, od kuće ili sa posla, bez odlaska na šaltere što će korisnicima značajno uštedeti vreme i novac.

Ministarstvo za telekomunikacije i informatičko društvo upisalo je Javno preduzeće PTT saobraćaja "Srbija" - Sertifikaciono telo Pošte u evidenciju sertifikacionih tela, pod rednim brojem jedan. To je Pošti Srbije obezbedilo značajnu konkurentsku prednost u odnosu na ostala sertifikaciona tela.

Sertifikaciono telo Pošte izdaje sledeće vrste elektronskih sertifikata:

- Kvalifikovani sertifikat,
- WEB sertifikat,
- SER sertifikat za Web server,
- Unified Communications sertifikat,
- TSA sertifikat za Timestamp server,
- VPN sertifikat za VPN server,
- Code Signing sertifikat

Kvalifikovani sertifikati su standardni mogu se koristiti za kreiranje i verifikovanje kvalifikovanog elektronskog potpisa. Ovi sertifikati od posebnog značaja su za razvoj e-uprave, posebno servisa u vezi sa carinskom procedurom, što za posledicu ima skraćanje carinskih procedura i rokova prenosa pošiljaka u međunarodnom poštanskom saobraćaju saobraćaju.

WEB sertifikati mogu da se koriste u okviru Microsoft aplikacija za autentifikaciju, šifrovanje /dešifrovanje i potpisivanje/verifikovanje potpisanih datoteka, elektronskih pisama i transakcija. Ove sertifikate, prema istraživanju koje sam obavio, koriste mnoge pošte u svetu radi potpisivanja e-pošiljaka pošte i razvoja poštanskih e-servisa.

SER sertifikati za Web servere se koriste za konfigurisanje SSL (Secure Sockets Layer) i/ili TLS (Transport Layer Security) protokola na Web serverima. Namena SSL i TLS protokola je uspostavljanje zaštićenog komunikacionog kanala između Web servera i Web klijenata. Ovi sertifikati mogu biti značajni za razvoj zaštićenih privatnih računarskih mreža, koje Pošta Srbije može ponuditi na bazi postojeće PostNet mreže.

TSA sertifikati za Timestamp servere su sertifikati koji mogu da se koriste za kreiranje i verifikovanje elektronskog potpisa vremenskih žigova.

Neki od konkretnih primera primene kvalifikovanih elektronskih sertifikata su :

- elektronsko podnošenje poreske prijave
- elektronsko podnošenje prijave poreza na godišnji prihod građana
- elektronsko prijavljivanje radnika/odjavljivanje radnika na portalu Republičkog fonda za zdravstveno osiguranje
- pristupanje portalu e-uprave
- kvalifikovano potpisivanje XML izveštaja za potrebe Narodne Banke Srbije – poslovne banke, osiguravajuća društva dostavljaju izveštaje Narodnoj Banci Srbije potpisane korišćenjem kvalifikovanih elektronskih sertifikata
- elektronsko poslovanje sa Upravom carina - Uvođenjem portalnih rešenja učesnicima u carinskom postupku, omogućena je elektronska identifikacija i potpisivanje dokumenata korišćenjem kvalifikovanih elektronskih sertifikata
- **novi elektronski servisi Pošte** - Kvalifikovani elektronski sertifikat se koristi za autentifikacija korisnika i pristup novom servisu koji će omogućiti kreiranje elektronskih pisama, sigurnu e-mail razmenu elektronskih dokumenata uz pridruživanje vremenske dimenzije (vremensko žigosanje).
- **elektronska identifikacija u aplikaciji „Post export„ namenjenoj za podršku usluge izvoza i uvoza robe preko Pošte Srbije**

Pošta Srbije, iako pvo sertifikaciono telo, ne obezbeđuje kvalifikovani sertifikat za sve ove usluge, nego to čine pojedinačni organi kojima su ovakve usluge neophodne. Neophodnost razvoja usluga, zasnovanih na digitalnom potpisu, potvrđena je i kroz anketu potencijalnih korisnika (Prilog su rezultati ankete). Jedinstven sistem izdavanja, evidentiranja, praćenja digitalnog potpisa je više nego potreban u razvoju bezbednog, pouzdanog i održivog elektronskog poslovanja u Srbiji.

Možemo zaključiti da je razvoj novih servisa Pošte, zasnovanih na digitalnom potpisu neophodan uslov za razvoj e-poslovanja u Pošti, ali i za razvoj e-društva u Srbiji.

Kroz konkretan primer, ukazaćemo na osetljivost primene digitalnog potpisa u svakodnevnom poštanskom poslovanju.

4.1.1. Primena sertifikata u razvoju usluge e-direct mail

Usluge direktne pošte (DM-Direct Mail), danas su vodeće po obimu saobraćaja u svetu. Većinu usluga direktne pošte obavljaju poštanski operatori.

Međutim, na ovom tržištu prisutne su i marketinške organizacije, omladinske i studentske zadruge i druga pravna i fizička lica koja za svoje ili potrebe drugih lica vrše prenos pošiljaka DM.

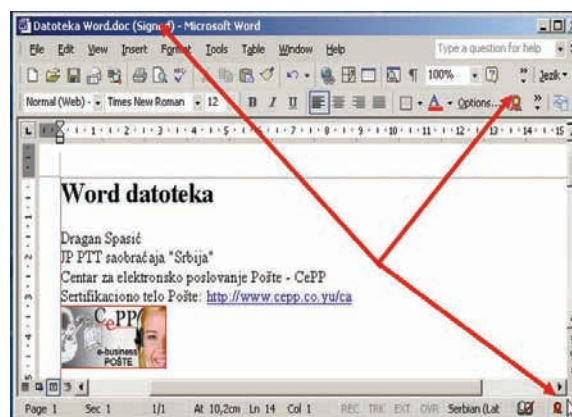
Konkurentska prednost Pošte Srbije u odnosu na konkurenciju, ogleda se jedino u rasprostranjenosti mreže. Mada, se usluga DM najviše traži u urbanim sredinama. Konkurencija pošti je u prednosti što se tiče cena usluge DM, što je odlučujuće za korisnika.

Da bi obezbedila prednost Pošta Srbije, usluge DM, treba da ponudi na drugi način, elektonski. Za korisnika je značajno da prepozna pošiljaoca DM-a i da veruje u sadržaj primljene pošiljke.

Imajući u vidu da trenutno u Srbiji oko 55% domaćinstava ima računar i pristup internetu, sadržaj DM-ova može biti i elektronski prenet i potpisan radi autentifikacije, sigurnosti i bezbednosti korisnika/ primaoca. Ovakav sadržaj bi korisniku bio stalno dostupan, bez troškova i problema oko skladištenja i čuvanja, kao što je slučaj sa DM u fizičkom obliku.

U Pošti Srbije, dnevno se prenese oko 300.000 pošiljaka adresovane direktne pošte.

Osim direktne pošte, Pošta Srbije, prenosi pismonosne pošiljke oko 1.000.000 pošiljaka dnevno, od toga pošiljaka koje sadrže račune javnih komunalnih preduzeća, banaka i drugih organizacija. oko 400.000 dnevno, u proseku.



Slika 1. Elektronski potpisan dokument

Implementacijom usluge e-direct mail, i prevođenjem fizičkog u elektronski oblik pošiljke, koja je uz to i elektronski potpisana Pošta bi imala značajne uštede u radnoj snazi i troškovima mreže.

I to:

Postojeći prenos DM pošiljaka:

- Obim dnevno: 300.000 komada DM pošiljaka**
- Norma minuta dnevno: 150.000 nm** ($300.000 * 0,5$ norma minuta za jednu pošiljku (bez dodatnih operacija))
- Potrebno radnika za uručenje dnevno: 375 radnika samo na ovom poslu** ($150.000/400=375$ radnika; 400nm je norma za jednog radnika)

Postojeće stanje ukazuje na to da Pošta Srbije, dnevno angažuje oko 375 radnika samo na ovim poslovima, tj troši godišnje oko 250 miliona dinara na zarade zaposlenih (bruto zarada 55.000 dinara).

Stanje troškova nakon uvođenja usluge e-direct maila:

Usluga e-direct mail podrazumevala bi elektronski potpisan DM koji stiže na računar primaoca. Radi realizacije potrebno je par izvršilaca u višoj i visokoj

stručnoj spremi u svakoj radnoj jedinici poštanskog saobraćaja (oko 50 izvršilaca). Bruto zarada ovih izvršilaca je oko 65000 dinara, što ukazuje na troškove zaposlenih na godišnjem nivou 39 miliona dinara.

Na ovom primeru, može se zaključiti da bi ušteda u troškovima zaposlenih bila 210 miliona dinara godišnje.

Slična usluga može se implementirati za potrebe dostave komunalnih računa.

Ova usluga stvara konkurentsku prednost pošti u smislu niže cene koju može ponuditi korisniku/pošiljaocu. Za primaoca ona ima vrednost u vidu pouzdane informacije tj. DM pošiljke koja je autentifikovana od strane SF pošte.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljeno je nekoliko primera primene digitalnog potpisa u razvoju elektronskog poslovanja u Pošti Srbije ali i u drugim zemljama. Na konkretnom primeru, razvoja e-direct mail usluge potvrđena je polazna hipoteza da će implementacija novih usluga, zasnovanih na digitalnom potpisu, doprineti unapređenju e-poslovanja, uvođenju novih usluga i smanjenju troškova mreže u Pošti.

Buduća istraživanja u ovoj oblasti treba usmeriti ka pronalaženju načina za primenu digitalnog potpisa i povećanju efikasnosti i rentabilnosti usluga koje su zasnovane na njemu.

6. LITERATURA

- [1] Momčilo Kujačić, "Poštanski saobraćaj", FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2005
- [2] <http://www.upu.int>
- [3] <http://www.posta.rs>
- [4] <http://www.cepp.rs>

Kratka biografija:



Milan Mirčetić, rođen je 1983. godine u Novom Sadu. Diplomski - master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije odbranio je 2013. godine.

POMOĆ POŠTE U RAZVOJU MALIH I SREDNJIH PREDUZEĆA

HELP POST SERBIA THE DEVELOPMENT OF SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES

Nenad Stojković, Momčilo Kujačić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Cilj projekta jeste istraživanje pomoći Pošte Srbije u razvoju malih i srednjih preduzeća. Pošta Srbije, kao javni servis, dužn je da potpomogne privredni razvoj zemlje, kao i njen ravnomerni regionalni razvoj. Fokus je pre svega na podsticanje izvoza malih i srednjih preduzeća, što bi za cilj imalo povećanje proizvodnje, više radnih mesta i povećanje ličnih dohodaka.

Abstract – The project aims at research help Post Serbia the development of small and medium-sized enterprises, Post Serbia, as a public service, is required to assist the economic development of the country, like its balanced regional development. The focus is primarily on export promotion small and medium-sized enterprises, what are aimed to increase production, more jobs and the increase of salaries.

Ključne reči: Mala i srednja preduzeća, Pošta Srbije, Post Eksport, Poštanski saobraćaj, Izvoz robe.

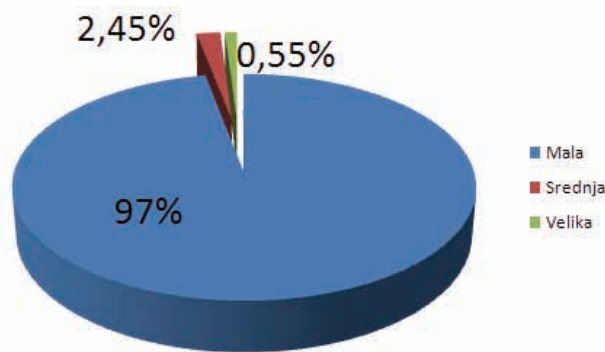
1. UVOD

Pomoć Pošte Srbije u razvoju malih i srednjih preduzeća. U ovom radu proučavaju se uloga i značaj malih i srednjih preduzeća u oživljavanju privredne aktivnosti Srbije. U radu se polazi od stava da mala i srednja preduzeća ne mogu biti glavni nosilac privrednog razvoja, ali da imaju veoma značajnu ulogu u podršci datom razvoju. U tom smislu, u radu se proučavaju glavne karakteristike malih i srednjih preduzeća, uloga malih i srednjih preduzeća u procesu tranzicije kao i položaj malih i srednjih preduzeća u privredi Srbije. Najveća pažnja posvećena je pomoći pošte pri izvozu robe u inostranstvo preko poštanske usluge pojednostavljenog izvoza robe, odnosno Post Eksporta.

2. MALA I SREDNJA PREDUZEĆA U SRBIJI

Najveći broj preduzeća u svakoj privredi su mala preduzeća. U zemljama EU čak 98,7% preduzeća su mala preduzeća. U Srbiji trenutno 97% privrednih subjekata čine preduzetnici i mala preduzeća, dok velika i srednja preduzeća obuhvataju svega 3%.

Na osnovu udela MSP u privredi Republike Srbije možemo zaključiti da je MSP sektor generator razvoja privred Republike Srbije.



Grafik 1. Udeo MSP u privredi Srbije u 2011. godini

2.1. Poređenje osobenosti malih i srednjih preduzeća

Mala preduzeća osnivaju se u skoro svim oblicima privrednih društava. Ipak većina preduzeća ima oblik ortačkog, komanditnog i društva sa ograničenom odgovornošću. U malim preduzećima, proizvode se proizvodi koji zahtevaju veliku preciznost i znaju onih koji ga proizvode. Primer za ovakva preduzeća možemo uzeti u Austrijskim radionicama za proizvodnju violina, ili recimo Švajcarskih radionica za proizvodnju satova.

Jedna od najvažnijih prednosti malih preduzeća u odnosu na velika jeste njihova fleksibilnost. Mala preduzeća su sposobna da se prilagode promenam na tržištu za relativno kratko vreme, a razlog tome jesu mali proizvodni kapaciteti, kao i neposredni kontakt sa potrošačima sto dovodi do bržeg protoka informacija.

Sa druge strane, sve ove prednosti malih preduzeća nekada predstavljaju i nedostatke. Jedan od najvećih problema kod malih preduzeća jeste taj što u velikoj meri zavise od ključnih ljudi. Poslovanje preduzeća je vezano za vlasnika i još nekoliko čelnih ljudi, a u slučaju odlaska jednog od njih iz preduzeća, nije lako naći zamenu i uklopiti je u proizvodnju, što može dovesti čak i do prestanka rada preduzeća.

Verovatno najveći problem pri poslovanju malog preduzeća jeste pribavljanje finansijskih sredstava. Malim preduzećima nisu dostupni svi izvori finansiranja kao velikim.

2.2. Iskustva u promociji MSP i preduzetništva u zemljama u tranziciji

Većina zemalja u tranziciji (Češka, Mađarska, Poljska, Slovačka i Slovenija) prihvatile su da su MSP suštinski deo reformi. Dosadašnja iskustva tih zemalja pokazala su sledeće:

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Momčilo Kujačić, red.prof.

- MSP su generator ekonomskog razvoja;
- Razvoj MSP je bio krucijalan element industrijskog restrukturiranja, što se potvrđuje već u početnoj fazi ekonomskih transformacija.

Iako mnoge ekonomije u tranziciji smatraju da je razvoj MSP važan faktor u procesu reformi, vlade se radije bave pitanjem privatizacije u odnosu na preduzetništvo i MSP. Zemlje u tranziciji imaju nekoliko prepreka u formulisanju prihvatljive politike za MSP. To pre svega podrazumeva to što zemlje u tranziciji nemaju rešenu zakonsku regulativu, imaju ograničeno razumevanje preduzetništva kao i manjak infrastrukturnih i finansijskih mogućnosti.

2.3. Pojam i izvori finansiranja malih i srednjih preduzeća u Srbiji

Pod pojmom finansiranja malih i srednjih preduzeća može se podrazumevati utvrđivanje optimalno potrebnih sredstava (kapitala) za njegovo tekuće i razvojno poslovanje i iznalaženje optimalne kombinacije izvora za obezbeđivanje tih sredstava, kao i blagovremeno realizovanje njihove nabavke, kao i profitabilno ulaganje. Veliki značaj u postavljanju i sprovođenju finansijske politike preduzeća imaju pravila finansiranja, čija je primena obavezna ukoliko želimo da sopstvenu finansijsku politiku nazovemo dobra finansijska politika. Značaj pravila finansiranja je u tome što se njima upravlja sa: principom likvidnosti, rentabilnosti, sigurnosti, nezavisnosti i elastičnosti finansiranja preduzeća. Prema tradicionalnim pravilu finansiranja, treba težiti tome da odnos sopstvenog i tuđeg kapitala bude 1:1, mada se neretko teži tome da taj odnos bude 2:1 ili 3:1 u korist sopstvenog kapitala.

Međutim, savremena teorija finansiranja smatra da se odnos kapitala ne može unapred zadati niti kvantitativno odrediti za svako preduzeće, već da ono zavisi od

- 1) organskog sastava sredstva preduzeća,
- 2) tekuće inflacione stope,
- 3) tekuće rentabilnosti,
- 4) likvidnosti preduzeća.

Izvore finansiranja možemo posmatrati kao:

1. Sopstveni kapital - obuhvata sve vrste imovine u preduzeću i deli se na:

- Kapital od vladinih ulagača,
- Kapital od privatnih ulagača:
 - preduzetnička preduzeća,
 - velika preduzeća,
 - ostali izvori.

2. Eksterne ili spoljne izvore finansiranja (pozajmljeni, tuđi kapital) - postoji više načina putem kojih MSP mogu pozajmiti novac.

Možemo govoriti o kapitalu koji se pribavlja od:

- Privatnih zajmodavaca:
 - banke,
 - finansijska društva,
 - osiguravajuća društva.
- Zajmovi koje odobrava Vlada

2.4. Uticaj Republike Srbije na razvoj MSP

Republika Srbija je značajno pomogla razvoj MSP pre svega usvajanjem važnih nacionalnih i razvojnih strategija, kao i njihovom primenom od strane nadležnih državnih institucija. Neke od tih strategija su:

- Strategija razvoja konkurentnih i inovativnih MSP za period od 2008. do 2013. godine,
- Nacionalna strategija privrednog razvoja Republike Srbije od 2006. do 2012. godine,
- Nacionalna strategija održivog razvoja,
- Strategija regionalnog razvoja Republike Srbije za period od 2007. do 2012. godine,
- Strategija za smanjenje siromaštva,
- Strategija regulatorne reforme za period od 2007. do 2012. godine i dr.

Najznačajnije institucije za sprovođenje konkretnih programa za razvoj sektora MSP su Ministarstvo ekonomije i regionalnog razvoja, Nacionalne agencije za regionalni razvoj, Fond za razvoj Republike Srbije, Agencija za strana ulaganja i promociju izvoza i Agencija za osiguranje i finansiranje izvoza.

Strategija regulatorne reforme u Republici Srbiji od 2007. do 2012. godine je od posebnog značaja za otklanjanje i smanjenje administrativnih prepreka poslovanju MSP. Njenom punom realizacijom administrativni troškovi smanjiće se za čak 25%.

3. CARINSKO-PРАВNA REGULATIVA

Ošta pravila i propisi koji se odnose i primenjuju na robu koja se izvozi ili uvozi u carinsko područje Republike Srbije definisana su Carinskim zakonom.

Ovaj zakon primenjuje se na promet robe između carinskog područja naše zemlje i carinskog područja bilo koje druge zemlje.

Carinskim zakonom, uz pomoć propisa iz drugih oblasti, uređuju se carinske radnje i postupci, kao i prava i obaveze carinskih organa i lica, koji iz tih propisa proističu.

Stavljanje robe u redovan carinski postupak. Da bi se roba stavila u carinski postupak neophodna je deklaracija za taj postupak. Roba koja se iz Srbije izvozi u inostranstvo biće pod nadzorom od trenutka stavljanja pod carinski postupak pa sve do trenutka napuštanja carinskog prostora naše zemlje.

Carinska deklaracija je izjava kojom lice zahteva da se roba stavi u carinski postupak, na propisan način i u propisanoj formi

Deklaracija se podnosi:

- u pismenoj formi,
- elektronskim putem,
- usmeno.

Jedinstvena carinska isprava (JCI) je propisani obrazac koji se podnosi kao pismena deklaracija, predviđena članom 166. JCI se upotrebljava kao obrazac za pismene deklaracije za stavljanje robe u neki od carinskih postupaka, kao i za ponovni izvoz robe iz carinskog područja

4. POJEDNOSTAVLJEN IZVOZ ROBE POSREDSTVOM POŠTANSKOG SERVISA (POST EXPORT)

Usluga pojednostavljenog izvoza robe malih i srednjih preduzeća originalno je formirana od strane države Brazil i njene poštanske uprave. Ideja je bila da se omogući MSP izvoz robe do ograničene vrednosti, koja je u Brazilu iznosila 10 000 USD. Ideja njihove države bila je podsticanje izvoza robe od strane MSP kroz olakšanu izvoznu proceduru, a samim tim i povećanje društvene aktivnosti i zaposlenosti

4.1. Proces obavljanja usluge

Osnovna ideja pojednostavljenog izvoza robe MSP jeste da se omogući usluga u svim jedinicama poštanske mreže na teritoriji Republike Srbije, bez obzira na region i njegovu privrednu razvijenost. Ova usluga se isključivo odnosi na pojednostavljen izvoz robe vrednosti sa fakture do 1000 EUR.

Obavljanje usluge se može podeliti u četiri koraka i to :

Korak 1. Sklapanje ugovora između korisnika i Pošte Srbije. Da bi privredni subjekat postao registrovani korisnik ove usluge, najpre mora da potpiše ugovor sa Poštom Srbije. Da bi Pošta Srbije potpisala ugovor sa potencijalnim korisnikom najpre mora proveriti da li potencijalni korisnik zadovoljava sve uslove, odnosno da li je poslovanje zainteresovaog privrednog subjekta u skladu sa zakonom. U slučaju postojanja bilo kakvih nepravilnosti u poslovanju privrednog subjekta, Pošta Srbije neće potpisati ugovor sa njim jer bi to uticalo na loš imidž Pošte Srbije i države Srbije. U koliko u poslovanju privrednog subjekta ne postoje nikakve nepravilnosti, Pošta će sa njim potpisati ugovor.

Korak 2. Popunjavanje izvoznih dokumenata. Po potpisivanju ugovora između korisnika i Pošte Srbije na red dolazi samo obavljanje usluge, odnosno kontakt između korisnika i radnika Pošte Srbije. Korisnik svoju robu komercijalnog karaktera usmeno deklarise i izvozi je u jednom ili više paketa, na osnovu Izvoznog carinskog lista i Fakture ukupne vrednosti do 1000 EUR koja glasi na jednog primaoca. Ukoliko korisnik robu šalje za dva ili više primaoca, dužan je da podnese Fakturu za svakog primaoca posebno.

Prvi korak obavljanja usluge jeste predavanje robe na šalteru pošte i elektronsko popunjavanje obrasca.

Izvozno-carinski list se popunjava na obrascu CP-72. Maksimalna masa i visina označene vrednosti svakog paketa određene su od strane svake poštanske uprave posebno.

Dva načina na koje se može obaviti ova usluga su :

- Dolaskom u jedinicu poštanske mreže, predajom robe i popunjavanjem obrasca na licu mesta;
- Popunjavanjem obrasca od kuće ili iz kancelarije putem internet aplikacije.

Korak 3. Prijem i otprema paketa.

Kod pojednostavljenog izvoza robe prijem paketa obavlja se u skladu sa uslovima koji važe za određenu zemlju u skladu sa Međunarodnom paketskom tarifom, u pogledu mase i visine označene vrednosti , kao i u pogledu usluga koje određena zemlja prihvata. Ukoliko nisu ispunjeni uslovi za prijem, pošta može odbiti prijem paketa. Vrlo je bitno napomenuti da se paketi primaju isključivo otvoreni i da se zatvaraju ispred radnika pošte koji tom prilikom pregleda ispravnost pošiljke.

Korak 4. Nakon otpreme pošiljke iz jedinice poštanske mreže u poštu carinjenja, vrši se carinska kontrola i ukoliko je sve po propisima, ukoliko se slažu podaci sa izvozne fakture sa stvarnim sadržajem pošiljke, paket se usmerava dalje i ide u standardne tokove međunarodnog paketskog saobraćaja.

5. MERE POBOLJŠANJA USLUGA KOJE POŠTA OBAVLJA ZA MSP

5.1. Slanje pošiljaka kod pojednostavljenog izvoza robe sa kućne adrese

Slanje pošiljaka kod usluge Post Exporta u Srbiji obavlja se isključivo predajom paketa na šalter Pošte. Ovo je otežavajuća okolnost za korisnike usluge. Pojedina MSP, pogotovo zanatske radionice, ne poseduju svoja vozila za prenos tereta pa u slučajevima većeg broja pošiljaka moraju koristiti usluge prevoznika što stvara dodatni trošak. Za razliku od Srbije, u Peru, čija je Poštanska uprava u ovoj oblasti možda i najviše odmakla, pošiljke se mogu predavati i kuriru Pošte na kućnoj adresi. Na sajtu Poreske uprave Perua nalaze se obrasci Export Facile koji se mogu popuniti od kuće, odnosno iz kancelarije, a pošiljka se pored šaltera može predati i kuriru na adresi pošiljioca.

5.2. Poboljšanje dostupnosti informacija o robi čije je slanje zabranjeno

Može se desiti da već proizvedenu robu, namenjenu izvozu i sa već pripremljenom ambalažom korisnik vrati sa poštanskog šaltera. Da bi se ovakve pojave sprečile neophodno je korisnicima omogućiti da na lak i brz način provere mogućnost slanja određene robe u određenu zemlju.

S obzirom da određene vrste robe nije dozvoljeno slati u pojedine zemlje, korisnicima treba omogućiti lako dobijanje informacija o robi koja se u pojedine zemlje ne može slati

5.3. Poboljšavanje marketinga

Inovacije u poštanskim uslugama vrlo sporo dolaze do potencijalnih korisnika poštanskih usluga, odnosno većina potencijalnih korisnika nema predstavu o pojedinim poštanskim uslugama, njihovim prednostima u odnosu na usluge koje oni koriste, kao i o novim uslugama koje su se pojavile. Mali broj ljudi, čak i onih čija delatnost jeste proizvodnja i prodaja proizvoda, zna šta znači Post Export, čemu ta usluga služi i koje su njene prednosti.

Pošta Srbije mora iskoristiti svoje potencijale i sadašnje i potencijalne korisnike češće nego do sad informisati o promenama i poboljšanjima postojećih, kao i o uvođenju novih usluga.

5.4. Omogućavanje praćenja pošiljaka

Pri obavljanju usluge pojednostavljenog izvoza robe u Srbiji nije moguće pratiti pošiljku na njenom putu između prijema na šalteru Pošte i njenog uručjenja primaocu. U Pošti Srbije postoji sistem za praćenje pošiljaka Track & Trace, međutim on se za sada ne primenjuje kod usluge Post Exporta.

Postupak praćenja pošiljke počinje u prijemnoj fazi tako što se na pošiljku lepi bar kod koji predstavlja i prijemni broj pošiljke. Pri ostalim fazama transportnog procesa ovaj bar kod se očitava, što sistemu daje informaciju o tome u kojoj fazi transportnog procesa se pošiljka nalazi i u koje vreme je ta faza otpočela.

5.5. Omogućavanje plaćanja sa pouzecom

Pošiljka sa otkupninom ima veliku primenu u unutrašnjem saobraćaju i ona se može predati na slanje kao preporučena pošiljka, vrednosno pismo i kao paket. Kod pošiljke sa povratnicom pošiljioc zahteva da se prilikom predaje pošiljke primaocu od njega naplati otkupni iznos u korist pošiljioca. Pošta Srbije omogućava ovu uslugu ali samo za unutrašnji saobraćaj dok je to još uvek nemoguće za međunarodni. Proširivanje usluge i na međunarodno tržište u velikoj meri bi poboljšalo i olakšalo uslugu Post Exporta.

Pored slanja pošiljaka sa otkupninom, pomoć Pošte korisnicima pri naplati potraživanja mogla bi se pružiti i modifikacijom usluge PayPal koja se sada koristi samo pri uvozu robe, odnosno pri kupovini strane robe naših kupaca.

6. ZAKLJUČAK

Veoma je važno stvaranje pozitivnog političkog i ekonomskog ambijenta pogodnog za stvaranje jakog MSP sektora. Visoko učešće malih preduzeća u privredi visoko razvijenih zemalja i njihovo intenzivno povećanje, ukazuju na njihove ekonomske prednosti koji proističu iz njihovih tehničko-tehnoloških i ekonomskih karakteristika.

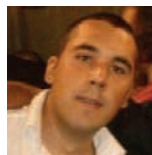
Povećanje izvoza jedan je od prioriteta Vlade Republike Srbije. Da bi do povećanja izvoza došlo, neophodno je otkloniti probleme sa kojima se MSP sreću pri izvozu. U ove probleme najčešće spadaju komplikovana izvozna procedura, visoka cena, kao i vreme utrošeno na izvozni postupak.

Republika Srbija i Pošta su u cilju rešavanja problema sa kojima se susreću proizvođači koji pripadaju MSP sektoru, plasirali uslugu pojednostavljenog izvoza robe za mala i srednja preduzeća, za ukupni iznos do 1000 EUR.

7. LITERATURA

- [1] prof.dr Momčilo Kujačić, "Poštanski saobraćaj", Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 2005.godina
- [2] dr Kokeza G. „Uloga i značaj malih i srednjih preduzeća u oživljavanju privrede Srbije”, Beograd 2010.
- [3] Carinski zakon Republike Srbije, "Službeni Glasnik Republike Srbije br. 18/10
- [4] „Integrisana izvozna poštanska usluga“, Projekat Vlade Republike Srbije i JP PTT saobraćaja „Srbija”

Kratka biografija



Nenad Stojković rođen je u Banatskoj Palanci 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – PST Saobraćaj brani 2013. godine.

AKTIVNO POTISKIVANJE BUKE U AUTOMOBILU**ACTIVE NOISE SUPPRESSION IN CARS**Miroslav Mitrović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada razmotren je štetni uticaj buke na vozača i putnike unutar putničkog automobila, kao i načini za njenu aktivnu kontrolu (ANControl), odnosno potiskivanje (ANCancellation). Stoga su najpre detaljno opisane dve osnovne vrste ANC sistema (sa kontrolom unapred i kontrolom unazad) i njihovi delovi, a zatim i odgovarajući adaptivni algoritmi koji se primenjuju kako bi kontrola buke bila aktivna. Pored toga predstavljeni su primeri sa rezultatima iz automobilske industrije, gde se aktivno potiskivanje buke uspešno primenjuje duži niz godina. Na kraju rada, uz primenu LMS adaptivnog algoritma u MATLAB programskom okruženju, izvršene su određene simulacije sa stvarnim ulaznim podacim koji su prethodno dobijeni u putničkom automobilu.

Abstract – In this paper we review the harmful effects of noise on the driver and passengers inside the car, as well as methods for its active control (ANC) or cancellation. Firstly we describe in detail the two basic types of ANC systems (feedforward and feedback) and their parts, and secondly we describe the corresponding adaptive algorithms used to keep control active. Furthermore, we present some examples from the automotive industry, a domain where active noise cancellation has been applied successfully for many years. At the end of the work, using the LMS adaptive algorithm in MATLAB programming environment, some simulations were performed with real input data that have been recorded in a passenger car.

Ključne reči: Buka, ANC sistem, Zvučni profil automobila, LMS algoritam, Feedforward kontrola.

1. UVOD

Pod bukom se podrazumeva štetan i neželjen zvučni talas. Efekti nastali tokom delovanja buke uglavnom su negativni efekti, štetni za zdravlje ljudi. Pod ovim se podrazumevaju zvuci koji dovode do oštećenja organa sluha, povećanja krvnog pritiska, stresa i sličnih problema. Uticaj buke na vozača ili putnika se do sada uglavnom posmatrao objedinjeno kroz analizu uticaja vibracija na čoveka.

Međutim smanjivanje vibracija nužno ne dovodi do smanjenja buke u vozilu. Istraživanja dejstva buke na čoveka, kada su u pitanju automobili uglavnom su vršena u domenu uticaja saobraćajne buke, dok uticaj buke unutar samog vozila nije značajno tretiran [1]. Generalno, postoje četiri moguća rešenja zaštite od buke unutar automobila, koja se klasifikuju na sledeća dva načina:

- Prema mestu realizacije u odnosu na izvor:
 - Primarna zvučna zaštita - mere koje se sprovode direktno na izvoru,
 - Sekundarna zvučna zaštita - mere koje se sprovode na putu prostiranja zvučnog talasa,
- Prema načinu delovanja:
 - Pasivna zvučna zaštita - fizička izolacija i
 - Aktivna zvučna zaštita - smanjivanje nivoa buke destruktivnom interferencijom.

2. AKTIVNA KONTROLA BUKE (ANC)

Teorijske osnove aktivne kontrole buke postavljene su relativno davno, ali je tek ubrzani razvoj tehnika za digitalnu obradu signala omogućio praktičnu realizaciju ovakvih sistema. Aktivna kontrola buke (ANC - Active Noise Control) jeste metoda za umanjivanje ili uklanjanje opsega neželjene akustične smetnje uz pomoć automatski ili ručno kontrolisanih sekundarnih izvora zvuka. Zvuk koji emituje sekundarni izvor kreira se tako da se usled interferencije sa zvukom koji emituje primarni izvor dva zvučna talasa poništavaju, a rezultat toga je u idealnom slučaju signal jednak nuli, slika 1.



Slika 1. Destruktivna interferencija

Uspešna primena aktivne kontrole buke zahteva dobru prostornu i vremensku podudarnost između polja primarnog i sekundarnog izvora zvuka [2]. Zbog toga aktivna kontrola buke ima najveću primenu u zonama niskih frekvencija (do 1kHz), gde su talasne dužine velike, a pasivna kontrola buke nije efikasna. Jedan efikasan ANC sistem čine sledeće komponente: sekundarni izvor, najmanje jedan senzor i kontrolni sistem koji je obično analogni filter ili DSP. Sekundarni izvor može biti zvučnik, dok su senzori najčešće mikrofoni, akcelerometri, tahometri i sl.

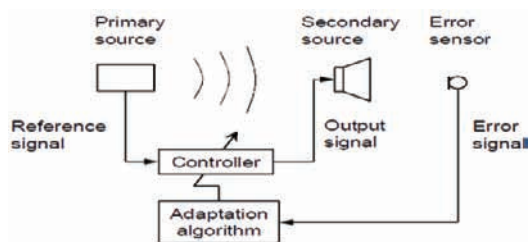
2.1. Feedforward i feedback kontrola

Kontrola unapred (*feedforward*) koristi se u slučajevima kada na osnovu trenutne situacije možemo dobiti određene podatke na osnovu kojih u određenoj meri možemo predvideti buduće ponašanje primarnog izvora buke. Ovi podaci nazivaju se referentni signali i dobijaju se uz pomoć referentnog senzora, koji se nalazi u blizini ili unutar primarnog izvora buke. Na slici 2 prikazana je blok šema ANC feedforward sistema. Ovakvi sistemi tipično su adaptivni sistemi, tako da se kontroler automatski podešava ukoliko dođe do varijacija na

NAPOMENA:

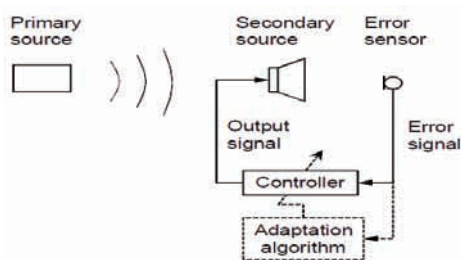
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milan Sečujski, docent.

primarnom izvoru buke. Kod adaptivnih sistema senzor greške služi da detektuje preostalu buku i da taj signal greške koristi za prilagođavanje kontrolera. Pošto se jasno definisan referentni signal može dobiti stalnim praćenjem rada motora aktivna kontrola buke u automobilu uglavnom je *feedforward* tipa.



Slika 2. ANC Feedforward sistem

Kod ANC sistema sa povratnom spregom (*feedback*) senzor signala greške nalazi se na ulazu kontrolera. Senzor šalje signale, koji su ujedno i referentni signali, ka kontroleru koji dalje vrši obradu i pretvara ih u izlazne signale. Sistem ANC feedback prikazan je na slici 3. Najznačajnija prednost ovih sistema je to što oni ne zahtevaju klasični referentni signal. Međutim, zavisno od situacije ova prednost vrlo lako može prerasti u najveću manu, jer kontrola nije selektivna. Drugim rečima, neće biti smanjeni samo oni zvučni signali koji nam smetaju, nego svi signali iz okoline. Druga mana je to što se senzor greške mora smestiti vrlo blizu sekundarnog izvora zvuka, jer kašnjenje između njih mora biti minimalno [3].



Slika 3. ANC Feedback sistem

3. AKTIVNA KONTROLA BUKE U AUTOMOBILU

Problem buke motora skoro je nemoguće rešiti isključivo upotrebom pasivne zaštite. Savremeni trendovi u automobilske industrije kreću se ka sve lakšim karoserijama sa jedne strane, i sve jačim i bučnijim motorima sa druge strane. Rešenje je bilo sledeće. Referentni signal uzima se sa motora i njime se preko ANC sistema sa kontrolom unapred napajaju zvučnici koji već postoje u automobilu u okviru audio sistema. Zatim, ti zvučnici generišu zvučne talase, koji će uz pomoć interferencije smanjiti ili poništiti delovanje buke. Dakle, protiv buke se borimo bukom. Generisanjem zvučnih talasa istog inteziteta ali suprotne faze učinkovito se može pobediti buka u automobilu. Takođe, time se može dodatno uštedeti na skupoj i teškoj zvučnoj izolaciji, a vožnja postaje ugodnija i sigurnija jer do vozača dolaze samo zvuci koji upozoravaju na opasnost u vožnji. Promena faze zvučnih talasa ne može se, na žalost, primenjivati približno ili parcijalno. Ako talasi tzv. *antibuke* nisu precizna slika u ogledalu talasima buke, efekat može biti suprotan od željenog – buka se može pojačati. Da bi se stvorila precizna antibuka, potrebno je

odrediti frekvenciju i strukturu spektra izvornog talasa. Dosad je na automobilima uspešno primenjeno potiskivanje niskofrekvencijskih zvukova motora, koji odgovaraju nižim harmonicima spektra signala buke [4], jer što je ton niži, veća je amplituda njegovih talasa, pa ih je zbog toga lakše interpretirati. Mnogo je teže sa visokim frekvencijama, koje stvaraju vrlo kratke talase malih amplituda. Stoga, aktivna kontrola buke ne može ukloniti buku potpuno, nego je samo osetno snižava (potiskuje) na određeni nivo. ANC sistem koristi optički ili magnetni senzor postavljen na motoru, koji neprestano meri broj obrtaja i druge bitne parametre. Slični senzori postavljaju se na šasiju, uz svaki točak, izduvni sistem, itd., kako bi precizno mogli meriti zvučne signale na njihovim izvorima. Istovremeno su u unutrašnjosti automobila postavljeni mikrofoni, koji buku hvataju u obliku u kojem je čuju putnici. Prikupljene informacije se obrađuju u glavnom procesoru, a zatim šalju ka sekundarnim izvorima koji stvaraju odgovarajuću zvučnu pobudu. Najvažniji signali su oni koji odgovaraju harmonicima u opsegu od 30 do 200 Hz, jer oni generišu najveće zvučne poremećaje.

3.1. Uskopojasna i širokopojasna buka

Osnovni izvor uskopojasne buke u autu je motor. Najveći deo buke motora u putnički prostor dolazi putem cevovoda za dovod vazduha, dok se ostatak te buke prenosi putem poklopca motora i prednjeg stakla. Spektar buke koju generiše motor sastoji se od najmanje 2 harmonika određena brojem obrtaja motora i frekvencijom paljenja. Frekvencija paljenja predstavlja i najvažniji faktor za efikasno potiskivanje, jer upravo od nje najviše zavisi kakav će se referentni signal kreirati, pošto frekvencija paljenja odgovara poziciji fundamentalnog harmonika u spektru signala buke. U četvorocilindričnom automobilu sa četvorotaktnim motorom frekvencija paljenja pri 2000 obrtaja iznosi:

$$f = \frac{2000 \text{ RPM}}{60 \text{ s}} * 2 \text{ paljenja} \approx 67 \text{ Hz} \quad (1)$$

Problem buke motora može se rešiti relativno uspešno, ali se postavlja pitanje šta raditi sa ostalom širokopojasnom bukom. Primera radi, buka nastala usled interakcije između guma i putne podloge predstavlja veoma jak izvor neželjenog zvuka, a sadrži velike količine energije u sub-audio opsegu. Tokom godina razvijeni su mnogi aktivni kontrolni sistemi koji se bave problemom buke nastale usled interakcije guma-put. Većina tih sistema koristi *feedforward* tehnike sa referentnim signalima merenim preko akcelometara postavljenih na vešanje i telo vozila. Buka koju stvara vetar je mnogo manje značajna pri malim brzinama nego buka nastala usled interakcije guma-put, ali sa povećanjem brzine pravila se menjaju, tako da na putevima gde su prosečne brzine iznad 90 km/h različite aerodinamičke strukture automobila pobuđuju buku veoma širokog spektra frekvencija.

4. AKTIVNI ZVUČNI PROFIL AUTOMOBILA

Kada je reč o aktivnoj kontroli buke, u poslednje vreme javili su se novi trendovi, tako da sad umesto kontrole neželjene buke aktivna kontrola podrazumeva kontrolu ukupnog kvaliteta zvuka. Postoji mnogo situacija u kontroli kvaliteta zvuka kada nam određeni zvučni talasi ne smetaju i nema potrebe za njihovim potiskivanjem ili

ponišćavanjem. Štaviše, u određenim trenucima potrebno je da se zadrži ili čak poboljšaju neke frekvencije iz datog spektra. Aktivna kontrola kvaliteta zvuka generalno podrazumeva kontrolni sistem koji pokreću mikrofoni postavljeni u putničkom prostoru automobila. Osnovni zadatak ovog sistema je postizanje određenog cilja koji ne mora uvek biti minimiziranje, nego stvaranje određenog zvučnog profila u automobilu.

5. ANC U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI

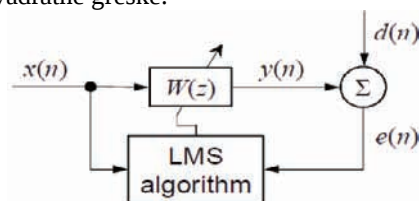
Akustičnost automobila je oduvek predstavljala važan marketinški problem za proizvođače, naročito luksuznih, automobila. Dugo je u automobilske industrije primenjivana samo pasivna kontrola buke, dok se aktivna kontrola nije ni razmatrala. Iako je to obično doprinosilo povećanju težine i potrošnje goriva, proizvođači automobila nisu mnogo vodili računa o tome. Međutim, tokom poslednje dve decenije situacija se promenila u korist aktivne kontrole. Koncept gde su spojeni elektronika i digitalna obrada signala sa mehaničkim sistemima postao je prihvatljiv u celini. Troškovi ugradnje ANC sistema znatno su smanjeni zahvaljujući jeftinom DSP hardveru i mogućnosti da se ovaj sistem integriše sa drugim sistemima u automobilu (npr. sa audio-sistemom). Danas ANC sisteme, uglavnom u luksuzne modele, ugrađuju skoro svi proizvođači automobila. Međutim, treba napomenuti da najveće zasluge za razvoj i primenu ovih sistema idu stručnjacima i inženjerima iz sledećih grupacija: BMW, Mercedes, Lotus, Nissan, Toyota, Honda, Cadillac, GM i Hyundai.

6. LMS I OSTALI ADAPTIVNI ALGORITMI

Zadatak adaptivnog algoritma trebalo bi da bude aktivno zvučno profilisanje, pod uslovom da se održi visoka tačnost, pouzdanost i stabilnost ANC sistema. Najpoznatiji adaptivni algoritam je LMS (*Least Mean Squares*), prikazan na slici 4. Ovaj algoritam minimizuje signal greške u sistemu u pogledu srednje kvadratne greške. Svi adaptivni algoritmi koje ćemo spomenuti u daljem tekstu potiču od LMS algoritma i predstavljaju njegove napredne verzije, uključujući FXLMS, EEFXLM, LFXLM, CFXLM, IMFXLM, SCFXLM i PCFXLM. Nabrojani algoritmi međusobno se razlikuju na osnovu pojedinih karakteristika. Te karakteristike i karakteristike okruženja predstavljaju glavne parametre prilikom izbora najpogodnijeg algoritma. Inače, osnovni algoritam u aktivnom zvučnom profilisanju je komandni-FXLMS (C-FXLMS) algoritam, koji je opet proširena verzija FXLM algoritma, najčešće korišćenog kod aktivnog potiskivanja buke [3], [5].

Pošto su karakteristike akustičnog izvora buke i buke koja se javlja u okruženju vremenski promenljive, snaga, osnovna učestanost i struktura spektra neželjene buke nisu stacionarne vrednosti. Stoga, ANC sistem mora biti adaptivan kako bi se suočio sa ovim varijacijama. Adaptivnost se postiže upotrebom raznih adaptivnih algoritama, a jedan od njih je i LMS algoritam za čiju su adaptivnost zaslužni adaptivni filtri. Adaptivni filtri prilagođavaju vrednosti svojih koeficijenata tako da se signal greške minimizuje transferzalno ili rekursivno. Najčešći oblik adaptivnog filtra kod LMS algoritma jeste transferzalni filter sa konačnim impulsnim odzivom (FIR). Kada se govori o adaptivnom filtriranju, LMS

algoritam se obično naziva standardnim algoritmom. Ovaj algoritam zasnovan je na metodi najstrijemijeg pada, gde se adaptacija vrši rekursivno koristeći gradijentni vektor kvadratne greške.



Slika 4. Blok šema LMS algoritma

Cilj je da se poremećaj u željenom signalu $d(n)$ u što većoj meri poništi izlaznim signalom adaptivnog filtra $y(n)$. Signal greške $e(n)$, koji je zbir signala $d(n)$ i $y(n)$, koristi se za prilagođavanje adaptivnog filtra $W(z)$ kako bi se greška svela na minimum. Pored ovih signala, za adaptaciju je potreban i referentni signal $x(n)$. Referentni signal sadrži informacije o poremećaju s obzirom da je u korelaciji s njim, pri čemu, ukoliko bi referentni signal upravo bio jednak poremećaju, poremećaj bi mogao biti sveden na minimum. Inače, poremećaji se međusobno poništavaju samo na frekvencijama gde su signali međusobno korelisani. Signal greške se izražava kao

$$e(n) = d(n) + y(n) = d(n) + w^T(n)x(n), \quad (2)$$

gde je $w(n)$ vektor koeficijenata adaptivnog filtra (težinski vektor). Srednja kvadratna greška može da se napiše kao

$$\xi(n) = E[e^2(n)] \quad (3)$$

dalje je

$$\xi(n) = E[d^2(n)] + 2p^T w(n) + w^T(n)Rw(n), \quad (4)$$

gde je p vektor korelacije između signala poremećaja i referentnog signala, a R je autokorelaciona matrica referentnog signala. S obzirom da jednačina (4) zahteva mnogo računanja ovaj problem se prevazilazi korišćenjem metoda najstrijemijeg pada. Koeficijenti filtra sukcesivno se ažuriraju prema najnižim vrednostima gradijenta (u smeru najstrijemije opada)

$$w(n+1) = w(n) - \frac{\mu}{2} \nabla \xi(n), \quad (5)$$

gde je μ veličina koraka algoritma kojom se kontroliše stabilnost i brzina konvergencije. Trenutna verzija kvadratne greške, $e^2(n)$, koristi se za procenu srednje kvadratne greške $\xi(n)$, a tada procena gradijenta izgleda ovako

$$\nabla \xi(n) = 2[\nabla e(n)]e(n) = 2x(n)e(n). \quad (6)$$

Zamena jednačine 6 u jednačinu 5 kao gradijenta daje novu jednačinu

$$w(n+1) = w(n) - \mu x(n)e(n), \quad (7)$$

koja predstavlja osnovni korak LMS algoritama [1]. Veličina koraka algoritma mora biti odabrana tako da je

$$0 < \mu < \frac{2}{L_w P_x}, \quad (8)$$

gde je $P_x = E[x^2(n)]$ snaga referentnog signala, a L_w dužina vektora koeficijenata adaptivnog filtra. Dakle, faktori koji ograničavaju korak algoritma su dužina filtra i snaga referentnog signala.

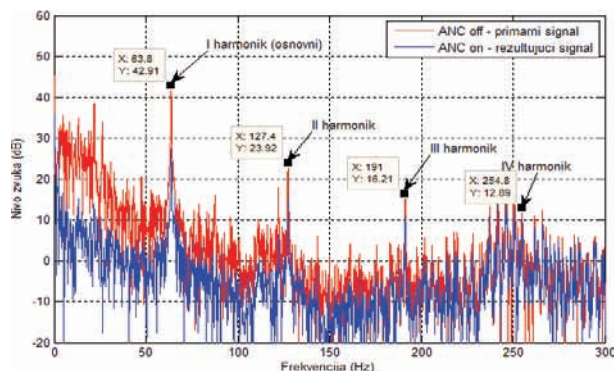
7. SIMULACIJE

Cilj ovog odeljka jeste predstavljanje jednog konkretnog problema u realnom vremenu. Za simulacije je korišćeno programsko okruženje Matlab. Kao što je poznato, postoji više različitih izvora koji stvaraju buku u kabini automobila. U celokupnom spektru najizraženija je buka koju proizvodi motor, posebno ako se radi o manjim

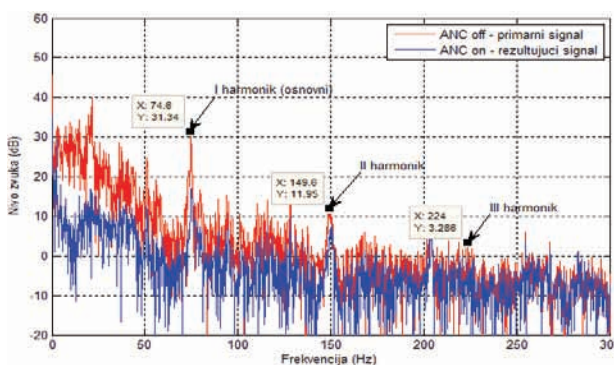
brzinama kretanja (ispod 80 km/h). Shodno tome, praktični deo rada usmeren je na uklanjanje i potiskivanje uskopojasne buke koju proizvodi motor, dok se širokopojasna buka zanemaruje. Za potrebe kontrolnog sistema uzet je osnovni oblik LMS algoritma čiji je adaptivni filter dužine 20, a korak algoritma $\mu = 0.5$. Buka je snimana na mestu suvozača, u automobilu čija je frekvencija paljenja u opsegu od 28 do 266 Hz.

7.1. Rezultati simulacija

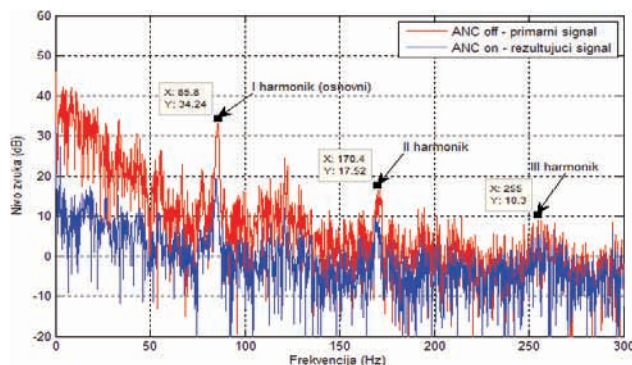
Na osnovu snimljenih podataka sprovedena su 4 simulaciona testa. Postignuti rezultati prikazani su na 4 slike, gde su dati spektri primarnog i rezultujućeg signala pri različitim brzinama kretanja automobila.



Slika 5. Automobil se kreće brzinom od 30 km/h



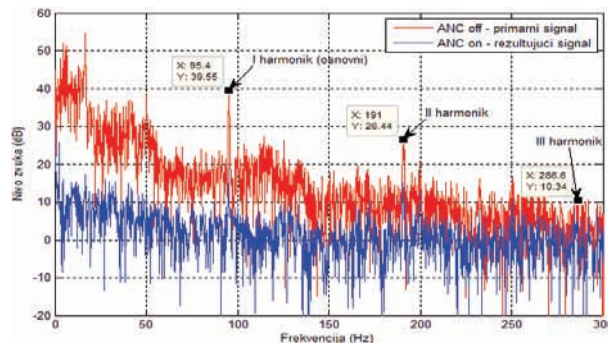
Slika 6. Automobil se kreće brzinom od 50 km/h



Slika 7. Automobil se kreće brzinom od 80 km/h

Na svim slikama se vide prvi, drugi i treći harmonik signala buke, a pored toga vidi se i da je postignuto značajno potiskivanje. Konkretno na slici 5. potiskivanje u okolini prvog harmonika (63 Hz) iznosi oko 20 dB, drugog 15 dB i trećeg 10 dB. Međutim, pošto je i korisni signal (željeni signal) značajno potisnut ukupna dobit je znatno manja. Primarni signal nastaje kao kombinacija željenog signala i signala buke, i to je zapravo ono što se

čuje u kabini u toku rada automobila kod kog je ANC sistem isključen ili uopšte ne postoji. Rezultujući signal, odnosno signal nakon potiskivanja, dobija se kada se primarni signal oslobodi od neželjene buke ili se njeno prisustvo bar smanji uz pomoć referentnog signala. U idealnom slučaju signal nakon potiskivanja je identičan željenom signalu.



Slika 8. Automobil se kreće brzinom od 120 km/h

8. ZAKLJUČAK

Dizajniranje automobila sa što efikasnijom potrošnjom goriva postaje opšti trend poslednjih nekoliko godina. To se najčešće postiže redukcijom težine automobila. Poznato je da redukcija težine neminovno degradira njegovu sposobnost da umani buku niske frekvencije u kabini, jer su se u tu svrhu dugo godina koristile pasivne metode koje podrazumevaju upotrebu teških apsorbujućih materijala. Dakle pasivni sistemi podešeni su za samo određene frekvencije, a pored toga značajno povećavaju težinu vozila, te je smer ka lakšim automobilima pružio veliku šansu ANC sistemima. Ovaj rad potvrđuje poznati stav da je spektar primene aktivne kontrole buke veoma širok, ali i da su ANC sistemi najkorisniji na niskim frekvencijama, zbog čega bi se u budućnosti trebalo pozabaviti sa ANC sistemima koji će potisnuti buku i na visokim učestanostima.

9. LITERATURA

- [1] S. Babić, R. Pantić, R. Pešić, B. Milosavljević, *Protection systems for noise in motor vehicles*, IMK-14 - Istraživanje i razvoj, pp.19-23, Trstenik 2011.
- [2] K.H. Liu, L.C. Chen, G. Bellala, K. Chu, *Active Noise Cancellation project*, EECs 452, Winter 2008.
- [3] Jari Kataja, *Development of a robust and computationally – efficient active sound profiling algorithm in a passenger car*, VTT Technical Research Centre of Finland, FI-02044 VTT, 2012.
- [4] S.J. Elliott, *A Review of Active Noise and Vibration Control in Road Vehicles*, ISVR Technical Memorandum No 981, December 2008.
- [5] L. E. Rees, S. J. Elliott, *Adaptive Algorithms for Active Sound-Profiling*, IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing, Vol. 14, No 2, pp. 711-719, March 2006.

Kratka biografija:



Miroslav Mitrović rođen je u Brčkom, 1988. god. Diplomski-Bachelor rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije odbranio je 2011. god., dok je diplomski-Master rad odbranio 2013. god.

ЉУДСКИ ФАКТОРИ У БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА**HUMAN FACTORS IN TRAFFIC SAFETY**

Данијел Димитријевић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Улога особина личности у понашању возача је проблем који је привукао пажњу бројних истраживача, нарочито због тога што се људски фактор показује као најзначајнији узрок саобраћајних незгода. У раду ће бити представљени људски фактори који утичу на процес одлучивања током вожње пружајући увид у људске могућности, ограничења грешака у вези са тим процесом.

Abstract – The role of personality in driver behavior is a problem that has attracted the attention of many researchers, especially because it shows the human factor as the most important cause of traffic accidents. This paper will be presented to the human factors that influence the decision making process during the ride by providing insight into human capabilities, limitations errors in that process.

Кључне речи: Људски фактори, безбедност саобраћаја.

1. УВОД

Посматрајући систем човек-возило-пут-окружење, човек је најзначајнији фактор чије карактеристике на различите начине утичу на активну и пасивну безбедност саобраћаја. Међу овим карактеристикама посебно се истичу способност, знање, ставови и понашање. Када се анализирају разлози због којих човек, као учесник у саобраћају, може бити узрочник саобраћајне незгоде, може се закључити да на неке од њих се не може утицати као што је узраст, искуство, пол и др. Док други, као што је конзумирање алкохола, дроге и других опојних средстава, умора услед дуготрајне вожње, директно зависе од човека и његове воље и на њих се може утицати у великој мери. У даљем раду ће бити представљени неки од најважнијих елемената и карактеристика возача и њихов утицај на активну и пасивну безбедност саобраћаја, као што су:

- пол;
- старост;
- способност;
- знање-обука;
- ставови;
- искуство;
- понашање;
- вожња под утицајем алкохола и опојних средстава;
- умор и др.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр.проф.

2. УТИЦАЈНИ ЕЛЕМЕНТИ ЉУДСКОГ ФАКТОРА**2.1 Пол**

Мушкарци и жене се разликују по многим обележјима што утиче и на разлику у њиховом ризику учешћа у саобраћајним незгодама.

Код млађих возача не постоје битне разлике између мушкараца и жена у броју саобраћајних незгода, ако се узме у обзир њихова пређена километража. Жене, у просеку, боље схватају опасности и мање су склоне ризицима. Такође, више се придржавају саобраћајних прописа, дефанзивно возе, са повећаном опрезношћу и критичношћу, у саобраћајним ситуацијама имају бољу финоћу покрета руку и ногу, али се теже обучавају и теже стичу прва искуства у вожњи јер су мање склоне трагању за узбуђењима и ризичним ситуацијама у саобраћају. Због тога се може закључити да су ставови и понашање одлучујући елементи који доприносе смањењу ризика код жена, а не неке разлике у способностима и знању.

Док мушкарци, у улози возача, учествују у саобраћајним незгодама са тежим последицама, офанзивно возе и чешће додају гас и коче, возе близу разделне линије, али су бољи у брзини реаговања и обраде информација преко инструменталних показивача.

2.2 Старост

Различите старосне групе имају различита знања, ставове, способности, понашања, изложеност саобраћају и др. Када се посматра популација возача према старости, истичу се две групе које су највише заступљене у учесталости незгода, а то су млади возачи до 25 година и особе старије од 60 година. Ова зависност је слична код мушкараца и жена, али постоје и две разлике. Млади мушкарци имају знатно већи ризик него младе жене, како у апсолутним вредностима, тако и у односу на возаче средњег узраста. Код старијих возача је ситуација другачија, наиме старије жене имају приближну вредност ризика као и старији мушкарци.

Посматрајући ове две групе учесника у саобраћају може се рећи да млади и стари људи немају ничег заједничког. Млади људи су способнији, здравији, брже реагују, боље чују тако да у основи њиховог ризика је њихово неискуство, склоност ка ризичном понашању и почетничке грешке. Млађи возачи нису довољно упознати са ризицима у саобраћају, олако бирају ризична понашања (веће брзине, пијанство, непоштовање сигнализације, агресивна вожња) и потцењују ове ризике. Док старији возачи добро познају ризике, имају веће искуство, како животног

тако и саобраћајног, али биолошка старост умањује њихове психофизичке способности спорије реагују, ослабљен им је вид и др. Зато се старији возачи тешко сналазе на раскрсницама и сложеним ситуацијама. Код старијих возача јавља се проблем који је повезан са схватањем о слабењу способности што је у основи повећаног ризика старих учесника у саобраћају. Способности возача слабе са старошћу, брже него што они сматрају.

2.3 Способност

Када се говори о способностима оне могу бити урођене или стечене. За безбедност саобраћаја су најзначајније сензорне, психомоторне и менталне способности. У сензорне способности спадају способности које су у вези са чулима вида, слуха, мириса и додира. Преко 90% најзначајнијих информација за учешће у саобраћају прима се чулом вида, због тога је веома важна оштрина вида, видно поље, периферни вид, адаптација и др.

Човек селективно опажа односно бира шта ће опазити и на шта ће реаговати. Само опажање је у директној вези са очекивањем и пажњом, стога човек веома лако опажа оно што очекује и оно што сматра потенцијалном опасношћу по себе.

Нормално видно поље је ширине 170° до 190° хоризонтално, 60° изнад и 70° испод. Међутим, са повећањем брзина ширина видног поља се знатно смањује. Такође, и при малим концентрацијама алкохола у крви видно поље и периферни вид се сужава. Веома је важна кординација средишњег и периферног вида јер се предмети прво уочавају периферним видом, а затим се усмерава поглед и предмет препознаје.

Способност реаговања је свесно понашање личности у вези са дражима које на њу делују. Способност реаговања не подразумева само време реакције него и сигурност саме реакције. Брзо реаговање није увек и најважније. Сигурност реакције се састоји у томе да возач из великог броја информација које делују на њега изабере само оне на које треба реаговати. На време реаговања утичу индивидуалне особине, године старости, јачина дражи, сложеност саобраћајне ситуације, физичка и психичка кондиција и стабилност, пажња, умор, расположење и др.

Психомоторне способности се огледају у усклађивању визуелних опажања са покретима руку и ногу и у брзини и спретности извођења покрета. Особе које нису у стању да складно врше покрете, не смеју учествовати у саобраћају. Са годинама старости, под утицајем алкохола, лекова, опојних средстава, умора ове способности се смањују.

2.3 Знање

На безбедност саобраћаја утичу обим и структура знања учесника у саобраћају, али не у толикој мери колико утичу ставови, вештине и искуство. Ипак за безбедно учешће у саобраћају потребан је одређени минимум знања као и минимум познавања саобраћајних прописа јер недостатак минимума знања повећава ризик учешћа у саобраћајним незгодама код свих категорија учесника.

Када је у питању образовање и обука постоје два основна проблема, први проблем се односи на то да се

људи обучавају да положи возачки испит, а не да возе безбедно и други проблем је тај што преовлађује став да учење вожње престаје након полагања возачког испита.

С обзиром да структура и ниво знања утичу на активну и пасивну безбедност, квалитетнија обука свих учесника у саобраћају, а посебно возача смањује тежину незгода.

2.5 Ставови

Ставови имају већи утицај на безбедност саобраћаја у односу на знање. Због тога се улажу велики напори за изградњу и укоренивање исправних ставова о безбедности саобраћаја. Посебно су значајни ставови о величини ризика у саобраћају, о могућности управљања безбедношћу саобраћаја, о личној и друштвеној одговорности за безбедност саобраћаја, о значају поштовања прописа, о опасностима појединих радњи у саобраћају и др. Ставови се формирају и укоренјују од рођења, због тога пресудну улогу имају породица, добри узор и најранија искуства.

Међутим, веома је важно да се систематски и континуирано утиче на изградњу позитивних ставова, почевши у вртићима и предшколским установама, у току основног и средњег образовања, путем радио и ТВ емисијама и кампањама о безбедности саобраћаја. Са нагласком да то деловање треба бити континуално и прилагођено узрасту, менталитету, врсти и нивоу образовања.

2.6 Искуство

Укупно животно, а посебно искуство у саобраћају значајно утичу на ризик саобраћајне незгоде. То је присутно код свих категорија учесника у саобраћају, али је највише изражено код возача и пешака. Возачко искуство или другим речима возачки стаж се може изражавати на различите начине и то као број пређених километара, број сати вожње, број година интензивне вожње и др. С обзиром да је веома компликовано утврђивати број сати проведених у вожњи као и број година интензивне вожње, за потребе истраживања, се најчешће прикупљају подаци о возачком стажу односно период од полагања возачког испита.

Овај номинални возачки стаж може се поделити на неактиван и активан возачки стаж. Неактивни возачки стаж се односи на период поседовања возачке дозволе у коме возач не вози или мало вози. Док се активни возачки стаж односи на период у коме возач интензивно вози.

Према номиналном возачком стажу, сви возачи се могу поделити у пет група, и то [4]:

1. неискусни возачи- са возачким стажом до 5 година;
2. недовољно искусни возачи- од 6 до 10 година возачког стажа;
3. искусни возачи- од 16 до 20 година возачког стажа;
4. врло искусни возачи- од 21 до 25 година возачког стажа и
5. стари возачи- преко 25 година возачког стажа.

Поред тога што возачко искуство смањује ризик учешћа у саобраћајним незгодама, такође смањује и последице саобраћајних незгода.

2.7 Понашање

Понашање учесника у саобраћају, а посебно у погледу поштовања прописа, има највећи утицај на безбедност саобраћаја. Посебно су опасна следећа понашања у саобраћају:

- **значајно прекорачење ограничења брзине**- непоштовање ограничења брзине је врло поуздан показатељ склоности ка саобраћајним незгодама. Наиме, возачи који су склони да возе пребрзо, праве и друге саобраћајне прекршаје. Са порастом сударних брзина повећава се и тежина саобраћајних незгода. Такође, разлика између брзина возила у саобраћају утиче на број саобраћајних незгода на путу. Ако су брзине уједначене онда се догађа мањи број незгода, са друге стране ако су брзине неуједначене онда расте број конфликта брзина, расте број потреба за претицањем, возачи се више замарају и нервирају што доприноси стварању опасних ситуација па самим тим и незгода;
- **непоштовање светлосне сигнализације (пролазак на црвено светло)**- На местима где долази до укрштања саобраћајних токова у нивоу јављају се места угрожене безбедности и смањене проточности. Из тог разлога је потребно извршити уређење права првенства пролаза. Првенство пролаза може се регулисати саобраћајним знаком „СТОП“, семафорима или знацима које дају овлашћена службена лица која непосредно регулишу саобраћај. Светлосни сигнални уређаји се постављају на површинским раскрсницама када то захтевају разлози проточности или безбедност саобраћаја. Непоштовање светлосних саобраћајних знакова је веома опасно јер се тиме нарушава начело поверења између учесника у саобраћају. Саобраћај се одвија тако што сви учесници очекују од других да поштују сигнализацију, пролазак било ког учесника у саобраћају на црвено светло је веома опасно јер се ствара опасна ситуација и конфликт са другим учесницима;
- **претицање на местима забрана и у опасним ситуацијама**- претицање на местима где је то забрањено и у условима када то није безбедно је веома опасно. Најчешће се незгоде догађају на путевима где саобраћа много спорих возила, непосредно после дужих забрана претицања и после деоница са смањеном прегледношћу;
- **непоштовања првенства пролаза**- незаустављање приликом наилаaska на знак „СТОП“ и непоштовање првенства пролаза у раскрсници је веома значајан прекршај који доводи до великог броја саобраћајних незгода, укључујући и незгоде са најтежим последицама;
- **неодржавања безбедног растојања између возила**- веома су честе незгоде где долази до судара возила која се крећу у истом смеру. Недржањем безбедног одстојања, у односу на возило испред, проузрокује ометање возача предњег возила и повећава се ризик налетања возила од позади ако предње возило кочи, а посебно ако форсирано кочи.

2.8 Алкохол и друга опојна средства

Дејством алкохола, погоршавају се физиолошке способности, слаби оштрина вида, продужава се

време реакције, слаби координација и прецизност покрета. Са друге стране, под дејством алкохола слаби пажња, повећава се самоувереност, слаби критичност и расте склоност ка ризицима.

Утицај алкохола зависи од концентрације у крви односно мозгу. Са порастом концентрације алкохола у крви повећава се ризик од учешћа у саобраћајним незгодама и ризик од смртог исхода саобраћајних незгода.

Употреба алкохола и други фактори ризика могу повећати ризик настанка саобраћајне незгоде.

Слични утицај имају дроге и друга опојна средства. Сви лекови и дроге слабе возачку способност, у зависности од врсте, количине и брзине којом се ти лекови и дроге метаболишу у организму човека. У најширој употреби, од медикамената, су седативи и пилуле за спавање и средства за умирење. Под утицајем седатива и пилула за спавање слаби пажња, долази до поспаности, продужава се време реакције, слаби моторна координација, нема емоционалне контроле и долази до агресивног понашања. Док, средства за умирење која доводе до смирења у стресним ситуацијама, утичу на функције вида и способности обраде информација.

2.9 Умор

Умор изазива слабљење физиолошких и психолошких функција човека. Раздражљивост, тромост, безвољност, смањена концентрација и успореност у опажању, схватању, одлучивању и реаговању су рани знаци умора који већ утичу на ризик настанка саобраћајне незгоде. Поспаност, оптичке илузије, падање главе, сан су касни и веома опасни знаци умора.

Управљење возилом је веома напоран посао који захтева сталну пажњу и концентрацију. Умор доводи до чешћих грешака у вожњи, слаби опажање и процене, омета прецизне и координиране покрете, продужава време реаговања и др. Посебно је опасно нагомилавање умора. Мада се возачи после дуже вожње прилагођавају на умор, кратке паузе не елиминишу последице умора, што ствара веома опасне ситуације, а да возачи нису свесни опасности.

2.10 Спознаја

Осећаји се доживљавају у одређеним целинама, као предмети и појаве, које се зову перцепције или опажаји. Другим речима перцепција је одраз слике неког предмета и појаве у свести човека која настаје у току опажања. Опажање је психички процес и функција којим човек својим чулима захвата и доживљава предмете, појаве, догађаје у непосредној и посредној околини. Утицај алкохола и дроге имају веома неповољан утицај на опажање током вожње. Возачи под дејством алкохола поред смањене способности опажања, размишљања и закључивања нису у стању да процене удаљеност, брзину, могућност управљања возилом и др.

Код возача су карактеристичне три фазе спознаје, а то су:

1. перцепција информација о околини;
2. обрада тих информација;
3. реакција на основу тих информација.

Због изразито сложених саобраћајних ситуација возачи су суочени са бројним и различитим опажајима, тј. перцепцијама. Мешањем перцепција са другим психичким процесима настају импресије. Оне су комбинација перцепције и осећања и могу умањити опрезност и безбедност саобраћаја.

Опажање и процена простора је изразито значајно за возаче и један од предуслова за безбедно и успешно управљање возилом. Огледа се у способностима и могућностима оријентације у простору, процене растојања, одржавање правца кретања и других активности возача и других учесника у саобраћају.

2.11 Концентрација

Пажња је селективно усмеравање људске свести и активности на извесне садржаје као што су предмети, појаве, збивања и процеси из непосредне и посредне околине. У процесу опажања, али и у свим другим процесима, пажња има значајну улогу. На њој се заснива опажање и памћење. Због тога се за пажњу може рећи да је један од основних психичких процеса који омогућавају снажање у простору.

Саобраћајни услови су све сложенији и захтевају од возаче сталну будност и концентрисаност пажње. На концентрацију возача утичу други фактори као што су: дужина активности; њихова сложеност; монотонија; самоћа; поспаност; бука и др.

2.12 Доношење одлука

Људске психичке, физиолошке функције, активности и понашања су веома повезани. Свако опажање возача, пропраћено је размишљањем и закључивањем, а на основу тога доношење одређених одлука. Одлучивање се може дефинисати као основа планирања и оно представља одабир неког смера деловања између више алтернатива.

У току вожње, код возача је неопходно да:

- уочи проблеме;
- разуме их, схвати, уочи факторе који га одређују;
- пронађе решење;
- процени ситуацију и реализује своју одлуку.

Постоје два различита модела одлучивања. Први модел се заснива на рационалном схватању или израчунавању вероватноће успеха и процене потенцијалних губитака и користи које произилазе из конкретне одлуке. Међутим, људи не морају увек да бирају оптималну одлуку.

Овај нормативни модел је често повезан са одређеним теоријским моделима и концептима.

Чињеница да људско одлучивање често није у складу са рационалним размишљањем, које је у основи нормативног модела, довело је истраживаче да развију други модел доношења одлука такозвани описни модел. Разлог развијања описног модела огледа се у томе да су истраживачи схватили да је рационално разматрање свих фактора повезаних са свим могућим исходима изискује превише времена и труда.

Описни модел сугерише да возачи користе једноставнији и мање компликовани процес доношења одлука. Као недостатак овог модела може се навести да што је једноставнији алгоритам доношења одлука велика је вероватноћа доношења погрешних одлука.

3. ЗАКЉУЧАК

Безбедност саобраћаја представља својство које одређује могућност или вероватноћу извршења појединих активности без негативних последица по живот и здравље свих учесника у саобраћају. Један од чиниоца општег развоја саобраћаја и његове безбедности је човек са својим карактеристикама и одговарајућим психофизичким својствима.

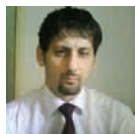
Особине човека су релативно трајне карактеристике и у зависности од средине и њихове активности могу да се мењају и трансформишу. Могу се поделити у позитивне и негативне особине. У позитивне особине могу се сврстати спретност у руковању возилом, емоционалност, уздржаност, солидарност, хуманост, исправни ставови и др. У негативне особине спадају погрешна одлука реаговања, управљање великом брзином, касно реаговање, несигурност, несавесност, неодговорност, агресивност, погрешни ставови и др.

На побољшање безбедности у саобраћају велики утицај могу имати превентивне мере које су усмерене ка едукацији људи као учеснике у саобраћају. Првенствено те мере се односе на саобраћајно васпитање и образовање деце, омладине и одраслих, обуку возача и др. С обзиром да у саобраћају учествују све старосне категорије, васпитно-образовни процес мора почети од узраста када се стичу основни појмови о околини, па до дубоке старости. Деца прве појмове о саобраћају и понашању стичу у породици и предшколским установама и тај процес је потребно наставити и у току основног и средњег образовања. Када је у питању обука возача потребно је будуће возаче оспособити за њихово безбедно учешће у саобраћају и обучити их како да предвиде и избегну евентуалне грешке других учесника. Из тог разлога је код возача обуком потребно развијати навике разумног понашања, свест о опасностима, будност и запажање и способност благовременог реаговања.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Fuller, R, Santos, J. (2002). „Human Factors For Highway Engineers“
- [2] Absel, N. (2008). „Advanced Traffic Monitoring“
- [3] Giannopoulos, G., Panou, M., Bekiaris, E. (2006). „Driver Cognitive Engineering and Challenges for the Future“
- [4] Липовац, К. (2008). „Безбедност саобраћаја“
- [5] Инић, М., Јовановић, Д. (2005). „Феноменологија и етиологија саобраћајних незгода“
- [6] Костић, Б. (2011). „Утицај психофизичких карактеристика човека на превентиву безбедности саобраћаја и повреде“

Кратка биографија:



Данијел Димитријевић рођен је у Димитровграду 1986. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранио је 2013. 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.

ПРИМЕНА ЗАЈЕДНИЧКЕ САОБРАЋАЈНЕ ПРИНУДЕ НА ПОДРУЧЈУ ЕВРОПСКЕ УНИЈЕ**JOINT APPLICATION OF TRAFFIC ENFORCEMENT IN THE EUROPEAN UNION AREA**

Дарко Радуловић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Основни део стратегије безбедности саобраћаја свих земаља чланица ЕУ, јесте побољшање и усклађеност саобраћајних закона, а све у циљу смањења броја погинулих на путевима ЕУ. Такође постоје значајне препреке за које треба наћи решење. Испитивање коначног извештаја примене нових процеса санкционисања могу створити основу за заједнички приступ преко граничном санкционисању широм ЕУ.

Abstract – The main part of the traffic safety strategy for all EU member states, is to improve and compatibility of traffic laws, all in order to reduce the number of deaths on the roads of the EU. There are also significant barriers to find a solution. Testing of the final report of implementation of new sanctions process can form the basis for conjoint approach across borders sanctions wide in the EU.

Кључне речи: Конвенција, прекогранично санкционисање

1. УВОД

Европска комисија покушава да оствари амбициозни план смањења броја погинулих на путевима у Европи. Део стратегије усмерен је на кориснике путева који не поштују саобраћајне прописе, одредбе и национална законодавства држава чланица. Процедуре држава чланица за одређивање, изрицање и извршење казни су припремљене за прекршиоце који имају пребивалиште у држави где су починили саобраћајни прекршај. Међутим, од оснивања Европске уније (ЕУ) дошло је до повећања прекограничног саобраћаја и као неизбежна последица пораст саобраћајних прекршаја које су починили такозвани „нерезидентни прекршиоци“. Спровођење истог режима санкционисања које се користи за резидентне прекршиоце покреће многе правне, организационе, процедуралне и према специфичностима казне проблеме који се у многим случајевима тешко решавају.

Ефикасно изрицање и извршавање казни над нерезидентним прекршиоцима у Европској унији (ЕУ) даће значајан допринос у две области: фер и једнак третман за све учеснике у саобраћају као и максималан утицај санкционисања на безбедност у саобраћају.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је др Драган Јовановић, ванр.проф.

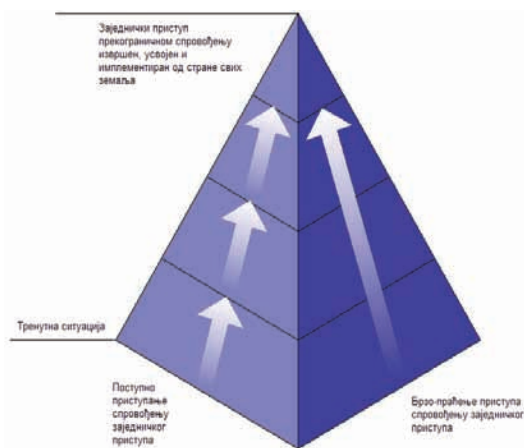
У циљу прекограничног санкционисања све државе имају одговорност према сопственим грађанима и грађанима других држава, да осигурају изрицање и извршење казни за саобраћајне прекршаје и да то буде транспарентно широм ЕУ. У складу заједничких циљева треба развити стратегију поштовања саобраћајних закона, образовање возача, одржавања путева и санкционисање.

2. ЗАЈЕДНИЧКИ ПРИСТУП

Концепт „Заједничког приступа“ (CAPTIVE) обухвата важне елементе који се морају извршавати у свакој држави на исти начин. Већина заједничких процедура се односи на сарадњу међу државама која је веома битна и неопходна.

2.1 Реалност примене

План имплементације признаје постојеће националне процесе санкционисања држава чланица (слика 1). Циљ плана имплементације је да омогући свим државама да ускладе националне процесе санкционисања са заједничким приступом у координираном начину примене.



Слика 1. Приказ практичне стварности примене

Државе ће имати обавезу:

- радити различите послове;
- радити у различитим временским оквирима;
- имати различите приступе за постизање заједничких циљева, признавајући националне културе и осетљивости и различите правне и економске системе.

3. ПЛАН СПРОВОЂЕЊА И ПРИПРЕМНИ ПОСЛОВИ ПОДРШКЕ

Без правилног управљања и координације, постоји могућност да споразуми и примена заједничког приступа прекограничном санкционисању неће бити реализована широм ЕУ. Суштина је активно учешће заинтересованих страна да заједнички приступ буде прихватљив свим државама чланицама, и да испуњава њихове захтеве за сарадњу. Спровођење заједничких приступа подразумева акције које треба предузети на националном нивоу ЕУ. Провера функционисања је важна и мора се примењивати на структуриран начин и редовно. Препорука комисије о санкционисању препоручује да свака држава чланица направи национални план санкционисања, који би имао извештај о броју нерезидената забележених за прекршаје прекорачења брзине, сигурносни појас и вожњу у алкохолисаном стању.

Препреке ефикасном прекограничном санкционисању морају се обрађивати на кооперативан начин тако да доприносе свим државама чланицама. Агенције и кључне особе у тим агенцијама са одговорношћу за прекогранично санкционисање, у свакој држави чланица биће у могућности да преговарају са другим државама, морају бити идентификовани и њихово учешће у овом процесу је осигурано. Од виталног значаја је да КОСТАГ (група заинтересованих страна) успостави и преузме своје дужности што је пре могуће. КОСТАГ треба да помогне у раду на приоритетним питањима, да створи механизме за осигурање ефикасног учешћа свих заинтересованих страна широм ЕУ. Такође пажњу треба усмерити према подизању политичког профила преко граничног санкционисања, нарочито у грађењу консензуса широм ЕУ.

4. УСАГЛАШАВАЊЕ ВИЗИЈЕ ЗА ПРЕКОГРАНИЧНО САНКЦИОНИСАЊЕ

Визија је важна из много разлога. Она ће обезбедити основу која ће користи од прекограничног санкционисања уоквирити и „продати“ заинтересованим странама. Треба да прикаже како прекогранично санкционисање може обезбедити платформу кроз коју се могу постићи сигурни циљеви комисије, која би осигурала да сви возачи буду третирани на фер и једнак начин.

Визија би се могла базирати на темама:

- Примена националних саобраћајних закона би била доследна и транспарентна свим корисницима путева без обзира где путују у Европи;
- Свака држава чланица има кохерентну стратегију санкционисања која има потребу за националним и међу-националним корисницима путева, унутар њихових националних граница, као и унутар ЕУ и шире;
- Свака национална стратегија санкционисања је доследна и усаглашена са суседним државама, осигуравајући да се санкционисање извршава без обзира на границе;
- Органи овлашћени за одређивање, изрицање и санкционисање саобраћајних закона, за потребе смањења броја настрадалих и осигурање фер и једнаког третирања;

Визија обезбеђује платформу кроз коју се могу постићи сигурни циљеви комисије, где би сви возачи били третирани на фер и једнак начин. Ако КОСТАГ и CAPTIVE договоре да је заједнички приступ неопходан и створе визију да све процедуре морају бити изведене од свих држава чланица постоји шанса за успех.

Захтеви за заједничке процедуре морају бити детаљно описани да би се могле реализовати. У дефинисању захтева за заједничке оперативне процедуре, морају се узети у обзир кључна питања:

- да су захтеви на високом нивоу, да су дефинисани у контексту националних закона и процедура,
- да су дефинисани тако да заједнички приступ може да се прошири и да заједнички приступ могу примењивати и државе које нису чланице ЕУ. Ту такође спадају захтеви за интерфејс процедуре и за минимум оперативних стандарда.

5. СТВАРАЊЕ ПРАВНЕ ПРОЦЕДУРЕ

CAPTIVE дефиниција „правних основа“ је постојеће или законодавство у припреми које дефинише правно прихватање и правно обавезујуће захтеве за извршење специфичних послова.



Слика 2. Акције за успостављање правних основа за заједнички приступ

Постоји сагласност око циљева и садржаја конвенције, која још није спроведена код свих држава чланица. Правне основе за принципе заједничког приступа, обезбедиће правне основе за око 40% потреба заједничких процедура за забране управљања, за финансијске казне и за кривична дела. Потребно је додатно законодавство за чист правни основ за примену свих аспеката заједничког приступа у радном окружењу широм ЕУ. Примарне алтернативе су:

- проширење постојећих билатералних споразума,
- проширење постојећих и
- договор и примена нових закона

Задња алтернатива укључује консолидовање правних основа за све захтеве заједничких приступа у један нови закон. Ово се односи на финансијске и нефинансијске казне, коришћене за саобраћајне прекршаје као и гаранцију да све заједничке оперативне процедуре имају договорену заједничку правну основу.

Временски оквир је једно од главних питања које се односи на имплементацију заједничког приступа прекограничном санкционисању. Данашња стварност је да државе постају свесне потребе за почетак посла према заједничком приступу прекограничном санкционисању на структуриран начин. Неопходна је брза акција, ако желимо да искористимо растућу

политичку свест и подршку на значајн начин. Кључ за успех ових приступа су привремени кораци. У привременим корацима се користе све институције, споразуми, размена информација као и сарадња са осигуравајућим компанијама.

6. ПЛАН ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ

Уклањање техничких, оперативних и правних препрека прекограничном санкционисању кроз имплементацију заједничког приступа, промениће аспекте садашњих послова овлашћених органа. Кључни део спровођења заједничког приступа је да обезбеди техничке стандарде и алате који ће помоћи овлашћеним органима и њиховим свакодневним пословима.

Имплементација заједничких техничких стандарда и алата широм ЕУ је неопходна јер они:

- су основа за осигурање конзистентне имплементације и функционисања заједничког приступа;
- обезбеђују једно од средстава функционалне сарадње међу државама;
- ће обезбедити минималан степен аутоматизације процеса нерезидентних прекршилаца. Минималан степен аутоматизације је неопходан да се осигура процесуирање очекиваног броја нерезидентних прекршаја –повећање аутоматизације такође ће повећати ефикасност процесуирања;
- Они ће олакшати „додатно“ оптерећење оперативног особља;
- Они ће омогућити управљање подацима и вршити неопходне провере где се казне изричу по захтевима националних законодавстава.

Неопходно је обезбедити основу за алате за подршку заједничком приступу. Међутим, да би ово постигли они морају испунити следеће кључне оперативне критеријуме:

- сви алати морају функционисати на језички независан начин;
- алати морају бити усаглашени са постојећим Европским препорукама за развој отворених система;
- једноставност употребе је суштинска- потреба за пребацивање података са једног система на други, да би се обрадио прекршај мора бити избегнута. Оператери би требали имати заједнички интерфејс за ове алате за подршку –интерфејс међу системима би требали бити транспарентни корисницима;
- унос података мора бити аутоматизован – двоструки унос мора бити избегнут;
- независна хардверска платформа;
- независна од уређаја – на пример, неки сервиси омогућени преко ових алата требају бити доступни овлашћеним лицима у њиховим аутомобилима кроз мобилне уређаје;
- платформа за комуникацију мора бити доступна јавним властима широм ЕУ.

Од држава се тражи да направе планове имплементације који морају имати временски оквир за увођење директиве у националне законе. Циљ праћења је да обезбеди оперативну ефикасност

заједничког приступа, идентификације, препоручи, модификује унапређења. Да би добили процену ефикасности треба применити периодични преглед статистике учинка сваке државе.

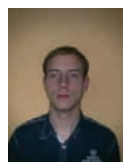
7. ЗАКЉУЧАК

Услед повећаног прекограничног саобраћаја регистровања возила за различите намене, изрицања и санкционисања казни над нерезидентним прекршиоцима CAPTIVE је показао да још није постигнут циљ на нивоу ЕУ. Упркос многим регионалним би- или мулти-латералним споразумима у Европи, који су показали да прекогранична сарадња може бити ефикасна, али многе препреке морају бити отклоњене. CAPTIVE је показао да основа за имплементацију ефикасног прекограничног санкционисања широм ЕУ мора бити конзистентна, ефикасна и координисана прекогранична сарадња међу државама чланицама. CAPTIVE је дефинисао концепт „заједничког приступа“ прекограничном санкционисању коме је циљ фер и једнак третман свих учесника у саобраћају и да се унапреди безбедност на путевима. Имплементација заједничког приступа у ЕУ захтева више послова на различитим нивоима, од различитих заинтересованих страна и са различитим временским оквирима.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] European Council Framework Decision 2005/214/JHA on the Application of the Principle of Mutual Recognition to Financial Penalties, 24 February 2005.
- [2] Vienna Convention on Road Traffic [UN Economic Commission for Europe, 1968
- [3] http://europa.eu.int/eur-lex/en/about/pap/process_and_players2.html#1
- [4] European Convention on Driving Disqualifications (98/C 216/01), 17 June 1998
- [5] White Paper – European Transport Policy for 2010: Time to Decide, Part 3, European Commission, September 2001
- [6] <http://ec.europa.eu>
- [7] <http://eur-lex.europa.eu>

Кратка биографија:



Дарко Радуловић рођен је у Врбасу 1988. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Превенција саобраћајних незгода одбранио је 2013. год.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању венредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

VREDNOVANJE REŠENJA RASKRSNICE „PETLJA NACIONAL“ U BEOGRADU EVALUATION SOLUTION OF INTERSECTION "LOOP NACIONAL" IN BELGRADE

Marko Popović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu analizirani su uslovi odvijanja saobraćaja na raskrsnici „petlja Nacional“ u postojećem stanju i u planskoj 2017. i 2022. godini. Na osnovu izmerenih i prognoziranih saobraćajnih opterećenja primenom metoda iz HCM (Highway Capacity Manual) izvršena je analiza nivoa usluge. Analizom je ustanovljeno da se saobraćaj na raskrsnici u postojećem stanju ne odvija na zadovoljavajućem nivou usluge i da će se on pogoršavati iz godine u godinu ukoliko se ne preduzmu odgovarajuće mere. Shodno tome predložena su četiri rešenja (varijante) za poboljšanje nivoa usluge na raskrsnici. Za svako predloženo rešenje izvršena je analiza nivoa usluge u 2012, 2017. i 2022. godini, a zatim su izračunati troškovi realizacije u cilju izbora optimalnog rešenja.

Abstract – In this paper, traffic flow conditions have been analyzed for the "Interchange Nacional" intersection in its current state and in plan years of 2017 and 2022. Based on the measured and predicted traffic loads, a level of service analysis has been conducted through use of methods from HCM (Highway Capacity Manual). The analysis has established that the traffic at the intersection, in its current condition, was not being carried out at a satisfying level of service, and that it will become worse each year unless appropriate measures are taken. Accordingly, four solutions (variants) have been suggested for the improvement of the level of service for the intersection. Analysis of the level of service has been conducted for 2012, 2017 and 2022 for every suggested solution, followed by calculation of realization expenses in order to select an optimal solution.

Ključne reči: Saobraćajni tok, Kapacitet, Nivo usluge, Vrednovanje projekata

1. UVOD

Da bi se smanjili zastoji u saobraćaju i posledice koje iz njih proističu, potrebno je izvršiti adekvatno planiranje i projektovanje saobraćaja.

Planiranje i projektovanje saobraćaja u gradovima je veoma složen zadatak koji se javlja na različitim nivoima, počev od planerskih razmatranja razvoja grada kao celine, pa do konkretnih tehničkih rešenja pojedinih objekata.

Predmet rada je nesemaforisana prioritetna trokraka raskrsnica („petlja Nacional“) na kojoj se ukrštaju ulice Partizanske avijacije, Bulevar Arsenija Černojevića i Studentska u Beogradu, koja je specifična u pogledu pružanja puta sa prvenstvom prolaza i svog položaja u

odnosu na gradsku mrežu, kao i saobraćajnog opterećenja koje se javlja na njoj.

Raskrsnica koja je analizirana u radu je izdvojena za analizu zbog potrebe da se poboljša odvijanje saobraćaja na njoj i poveća nivo usluge, a potom da se kroz istraživanje utvrdi mogućnost rekonstrukcije postojeće raskrsnice u semaforisanu ili kružnu raskrnicu.

Cilj rada je sagledati sve probleme odvijanja saobraćaja koji se javljaju na postojećoj raskrsnici, a potom uzimajući u obzir postojeća i prognozirana saobraćajna opterećenja predložiti varijante za rešavanje tih problema.

2. POLOŽAJ I KARAKTERISTIKE PREDMETNE RASKRSNICE U ULIČNOJ MREŽI

Raskrsnica „petlja Nacional“ (Partizanske avijacije, Bulevar Arsenija Černojevića, Studentska ulica) koja je predmet analize ovog rada nalazi se u Beogradu, u blizini trgovačkog centra „Kika“ i sportskog rekreativnog centra „11. april“.



Slika 1. Položaj prilaza raskrsnice
(<http://www.geosrbija.rs>)

U funkcionalnom smislu predmetna raskrsnica je prioritetna, trokraka i nestandardna sa znakom (IV-23) - pružanje puta sa prvenstvom prolaza. Nestandardna je iz razloga što se put sa prvenstvom prolaza pruža u pravcu prilaz 1 - prilaz 2 (Slika 1) tako da postoje kretanja pravo sa sporednog prilaza (prilaza 3 - prilaza koji nema pravo prvenstva prolaza). Specifičnost ove raskrsnice, pored toga što je nestandardna, ogleda se i u tome što na dva prilaza ima velike uzdužne nagibe, koji utiču na preglednost, a time i na bezbednost saobraćaja.

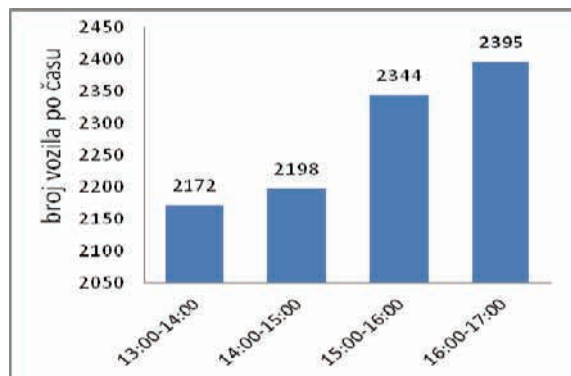
3. KARAKTERISTIKE SAOBRAĆAJNOG TOKA NA RASKRSNICI

Na grafiku 1. prikazana je časovna distribucija tokova vozila na raskrsnici. Može se uočiti da je vršni čas u periodu od 16-17 h sa 2395 vozila (2510 PAJ). Ovo se može objasniti povratkom radnika sa posla i dece iz škola, jer je većina

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je doc. dr Vuk Bogdanović.

radnih mesta stacionirana u centru grada i industrijskoj zoni grada. Najmanji broj vozila je zabeležen u periodu od 13-14 h sa 2172 vozila (2349 PAJ), jer se većina stanovništva u tom periodu nalazi na radnim mestima ili kod kuće.



Grafik 1. Časovna distribucija tokova vozila na raskrsnici

4. PROGNOZA BUDUĆEG SAOBRAĆAJNOG OPTEREĆENJA

Prognoza saobraćaja je veoma važna prilikom odabira buduće varijante nekog projekta. Ukoliko se predviđanje saobraćaja ne obavi na pravi način, tj. ako se desi da prognozirani saobraćaj ne odgovara saobraćaju koji se pojavi u narednom vremenskom periodu, izgrađeni saobraćajni objekat neće moći da zadovolji potebe za zahtevanim kapacitetom ili će biti predimenzionisan. [1] Projektovanje varijanti je proces istraživanja mogućih rešenja u kome se indikatori buduće potražnje saobraćajnih usluga usklađuju sa mogućnostima ponude po svakoj od varijanata. (Tabela 1)

Tabela 1. Prognoza saobraćajnog opterećenja na raskrsnici „petlja Nacional” u 2017. i 2022. godini u vremenskom periodu od 16-17 h – vršni čas

Godine	Prognozirano saobraćajno opterećenje (voz/čas)	
	2017	2022
Prilaz 1	661	833
Prilaz 2	1189	1499
Prilaz 3	1310	1652
Ukupno	3160	3984

5. PRORAČUN KAPACITETA I NIVOVA USLUGE NESEMAFORISANIH RASKRSNICA

5.1. Opis metode za određivanje kapaciteta i nivoa usluge nesemaforisanih raskrsnica po HCM-u 2000.

Prema metodi opisanoj u HCM-u (Highway Capacity Manual) 2000. analiza kapaciteta i nivoa usluge na nesemaforisanim raskrsnicama zavisi od jasnog opisa i razumevanja interakcije između vozača na sporednom i vozača na glavnom pravcu raskrsnice. Procedura koja je data metodom se u stvari zasniva na modelu prihvatljivog intervala sleđenja. Vozač na sporednom prilazu raskrsnice mora da odredi kada je vremenski interval sleđenja između vozila na glavnom pravcu dovoljno veliki da izvrši kretanje kroz raskrsnicu i kada je trenutak da to uradi. [2] Kako bi definisali trenutno stanje na predmetnoj raskrsnici, neophodno je proračunati kapacitet i nivo usluge na njoj. Na osnovu proračuna dobija se jasnija slika o stepenu zasićenja (odnosu postojećeg protoka vozila u vršnom času i

zasićenog toka) i nivou usluge kao kvalitativne mere uslova odvijanja saobraćaja.

Pošto se u konkretnom slučaju radi o jednoj netipičnoj (nestandardnoj) raskrsnici, a metoda iz HCM-a se odnosi na standardne raskrsnice, potrebno je izvršiti određeno prilagođavanje ove metode za konkretan slučaj. Naime, primeniće se prethodno pomenuti metod sa tom razlikom što će se neke vrednosti kritičnog intervala sleđenja i intervala sleđenja razlikovati od onih iz HCM-a 2000. To je pre svega iz razloga što se te vrednosti odnose na standardne raskrsnice. Naravno, neophodno je napomenuti i to da se razlika sastoji i u rangovima prioriteta koji se u ovom slučaju prilagođavaju predmetnoj raskrsnici.

Vremenski gubici se računaju po sledećem obrascu [2]: gde je:

$$d = \frac{3600}{C_{m,x}} + 900T \left[\frac{V_x}{C_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{V_x}{C_{m,x}} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{C_{m,x}} \right) \left(\frac{V_x}{C_{m,x}} \right)}{450T}} \right] + 5 \quad (1)$$

d - prosečni vremenski gubici (s/voz),

V_x - tok kretanja „X”,

$C_{m,x}$ - kapacitet kretanja „X”,

T - analizirani period.

5.2. Analiza nivoa usluge na raskrsnici

Proračunom je utvrđeno da nivo usluge na raskrsnici deluje prihvatljivo (nivo usluge B). Međutim, kretanja levo sa prilaza 2 i pravo sa prilaza 3 imaju nivo usluge D i F respektivno, što govori o lošem kvalitetu odvijanja saobraćaja za ova kretanja. (Tabela 2)

Ukoliko bi raskrsnica ostala u postojećem stanju za pet godina i ukoliko bi se realizovalo prognozirano saobraćajno opterećenje u 2017. godini, leva skretanja na prilazu 2 bi prevazilazila praktični kapacitet tog manevra, što znači da se ne bi mogla realizovati kretanja pravo sa prilaza 3. Iz tog razloga je praktični kapacitet manevra pravo sa prilaza tri jednak nuli pa će vremenski gubici vozila u ovom manevru biti beskonačni. Slična je situacija i u 2022. godini kada će raskrsnica kao i u 2017. godini raditi pri nivou usluge F.

Tabela 2. Nivo usluge raskrsnice bez intervencija u 2012, 2017. i 2022. godini

Godine	Nivo usluge (vremenski gubici po vozilu)		
	2012	2017	2022
Prilaz 1	A	A	A
Prilaz 2	B (14 s)	F (192 s)	F (802 s)
Prilaz 3	B (12 s)	F (∞ s)	F (∞ s)
Raskrsnica	B (11 s)	F (∞ s)	F (∞ s)

S obzirom na prognozirana saobraćajna opterećenja, sadašnje konstruktivno rešenje raskrsnice neće zadovoljiti zahtevane uslove za odvijanjem saobraćaja u 2017. i 2022. godini pa je shodno tome potrebno preduzeti određene intervencije.

6. PREDLOG REŠENJA ZA POBOLJŠANJE NIVOVA USLUGE NA PREDMETNOJ RASKRSNICI

Iz razloga pre svega funkcionalne prirode, a pri tome i vodeći računa o troškovima, potrebno je utvrditi optimalno rešenje kojim će se unaprediti i poboljšati stanje saobraćaja na raskrsnici. U tom cilju predloženo je više različitih varijanti (idejnih rešenja) čijom analizom i uporednom analizom će se izabrati odgovarajuće.

Sagledavajući realne uslove, predložene su sledeće varijante:

- Varijanta 1 - Promena položaja puta sa prvenstvom prolaza na postojećoj raskrsnici (prilaz 2 i prilaz 3 imaju prioritet u odnosu na prilaz 1).
- Varijanta 2 - Rekonstrukcija postojeće prioritetne raskrsnice u signalisanu (semaforisanu) raskrsnicu bez promene geometrijskih elemenata raskrsnice.
- Varijanta 3 - Rekonstrukcija postojeće prioritetne raskrsnice u signalisanu (semaforisanu) raskrsnicu sa promenom geometrijskih elemenata raskrsnice (proširenje prilaza raskrsnice, uvođenje još jedne posebne trake za levo na prilazima 1 i 2).
- Varijanta 4 - Rekonstrukcija postojeće raskrsnice u kružnu nesemaforisanu raskrsnicu.

6.1. Varijanta 1 - Promena položaja puta sa prvenstvom prolaza na postojećoj raskrsnici

Posmatrajući celokupnu raskrsnicu, nivo usluge u postojećem stanju (B) je veći od nivoa usluge u predloženoj varijanti (varijanta 1) gde je nivo usluge C. (Tabela 3)

Tabela 3. Nivo usluge raskrsnice u slučaju varijante 1 u 2012, 2017. i 2022. godini

Godine	Nivo usluge (vremenski gubici po vozilu)		
	2012	2017	2022
Prilaz 1	F (76 s)	F (1355 s)	F (4589 s)
Prilaz 2	A	A	A
Prilaz 3	A	A	A
Raskrsnica	C (16 s)	F (283 s)	F (960 s)

Promena položaja puta sa prvenstvom prolaza ne bi značajno promenila kapacitet i nivo usluge raskrsnice, pa i u pogledu funkcionalne prirode u petoj i desetoj godini eksploatacije, ovo rešenje (varijanta 1) ne bi zadovoljilo zahteve prognoziranog saobraćaja.

Naime, skretanje levo vozila sa prilaza 1 funkcionisalo bi na nivou usluge F.

6.2. Uvođenje svetlosne signalizacije na raskrsnici „petlja Naciona”

Osnovne prednosti svetlosnih signala u odnosu na ostale nivoe upravljanja su jednoznačnost upravljačke informacije, fleksibilnost u radu, jednostavna promena upravljanja, mogućnost rada zavisnog od niza odabranih činilaca saobraćaja i okruženja, neprekidnost rada i sl. [3]

6.2.1. Varijanta 2 - Rekonstrukcija postojeće prioritetne raskrsnice u signalisanu (semaforisanu) raskrsnicu bez promene geometrijskih elemenata raskrsnice

Koristeći odgovarajuće formule i poštujući određene uslove prema Webster metodi, kao i uz određeni broj iteracija dobijen je optimalan ciklus $C_0=100$ s. gde je raspored po fazama bio sledeći: $F_1=40$ s i $F_2=45$ s.

Rezultat proračuna za definisani plan tempiranja i saobraćajno opterećenje pokazali su da bi nivo usluge u 2012. godini na raskrsnici bio B (Tabela 4).

Međutim, skretanje levo sa prilaza 1 i 2 funkcionisalo bi pri nivou usluge C, dok bi kretanja pravo sa prilaza 3 bila na nivou usluge D.

Gledano po godinama 2012, 2017. i 2022. nivo usluge kretanja pravo sa prilaza 3 (nivo usluge D) se praktično ne menja jer se radi o malim protocima vozila koji se u budućnosti relativno malo povećavaju.

Na raskrsnici, skretanje levo sa prilaza 1 u 2017. godini će raditi sa nivou usluge E (nivo usluge pri kapacitetu), a cela raskrsnica će raditi na nivou usluge C.

Vrednost prognoziranog saobraćajnog opterećenja u 2022. godini u skretanju levo sa prilaza 1 premašuje praktični kapacitet ovog manevra, što kao posledicu ima i nivo usluge F.

Tabela 4. Nivo usluge raskrsnice u slučaju varijante 2 u 2012, 2017. i 2022. godini

Godine	Nivo usluge (vremenski gubici po vozilu)		
	2012	2017	2022
Prilaz 1	C (29 s)	E (73 s)	F (309 s)
Prilaz 2	B (18 s)	D (43 s)	F (239 s)
Prilaz 3	B (13 s)	A	A
Raskrsnica	B (13 s)	C (32 s)	F (155 s)

6.2.3. Varijanta 3 - Rekonstrukcija postojeće prioritetne raskrsnice u signalisanu (semaforisanu) raskrsnicu sa promenom geometrijskih elemenata raskrsnice (proširenje prilaza raskrsnice, uvođenje još jedne posebne trake za levo na prilazima 1 i 2).

Ukoliko bi se realizovao projekat semaforisane raskrsnice bez promene geometrijskih elemenata raskrsnice (varijanta 2) i ukoliko bi se ostvarili prognozirani zahtevi za saobraćajem u 2022. godini, tada bi raskrsnica radila na nivou usluge F što je i najniži nivo usluge na skali od A do F. Imajući to uvidu, iz razloga smanjenja vremenskih gubitaka i povećanja nivoa usluge na raskrsnici, pristupiće se proširenju prilaza i proračunu novog optimalnog ciklusa za raskrsnicu.

Takođe, korišćenjem odgovarajućih formula i poštovanjem određenih uslova prema Webster metodi, kao i uz određeni broj iteracija dobijen je optimalan ciklus $C_0=60$ (s). gde je raspored po fazama bio sledeći: $F_1=20$ (s) i $F_2=25$ (s).

Rezultat proračuna za definisani plan tempiranja i saobraćajno opterećenje pokazali su da bi nivo usluge u 2012. godini na raskrsnici bio A, skretanja levo sa prilaza 1 i 2 funkcionisala bi pri nivou usluge B, dok bi kretanja pravo sa prilaza 3 bila na nivou usluge C. (Tabela 5)

Tabela 5. Nivo usluge raskrsnice u slučaju varijante 3 u 2012, 2017. i 2022. godini

Godine	Nivo usluge (vremenski gubici po vozilu)		
	2012	2017	2022
Prilaz 1	B (13 s)	B (15 s)	B (17 s)
Prilaz 2	A (9 s)	A (10 s)	B (13 s)
Prilaz 3	A	A	A
Raskrsnica	A (6 s)	A (7 s)	A (8 s)

Nivoi usluge se po godina 2012, 2017. i 2022. ne razlikuju značajno, tako da će nivo usluge na raskrsnici 2022. godine takođe biti A, a skretanja levo sa prilaza 1 i 2 funkcionisaće pri nivou usluge B i C (respektivno), dok će kretanja pravo sa prilaza 3 biti na nivou usluge C. Uvođenjem semaforisane raskrsnice sa proširenim prilazima (varijanta 3) značajno bi se povećao kapacitet levih skretanja, a samim tim i nivo usluge raskrsnice što je i bio cilj.

6.3. Varijanta 4 - Rekonstrukcija postojeće raskrsnice u nesemaforisanu kružnu raskrsnicu

Kružna raskrsnica je kanalisana kružna raskrsnica sa zatvorenim, delimično prolaznim ili prolaznim središnjim saobraćajnim ostrvom i kružnim kolovozom koji veže tri ili

više krakova preko kojih saobraćaj teče u smeru obrnutom od kazaljke na satu.[4]

6.3.1. Izračunavanje kapaciteta i nivoa usluge po metodi HCM iz 2010. godine

Prema metodi HCM-a iz 2010. godine kapacitet kružnih raskrsnica zavisi od toga koliko je traka u kruženju, koliko traka ima na prilazu kao i od toga da li je konflikt sa jednom ili dve trake na izlazu. Sa tim u vezi, razlikujemo više formula za određivanje kapaciteta kružnih raskrsnica s obzirom na pomenute zavisnosti.[5]

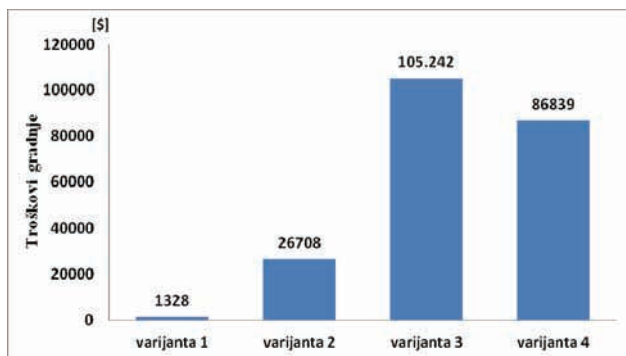
Ukoliko bi se postojeća raskrsnica rekonstruisala u kružnu, ona bi u prvoj godini eksploatacije funkcionisala na nivou usluge A, odnosno samo bi kretanje levo sa prilaza 1 funkcionisalo na nivou usluge C. Međutim, već u petoj godini eksploatacije raskrsnica bi radila na nivou usluge D, što je posledica pre svega nivoa usluge F na prilazu 1 u skretanju levo. Slična je situacija u desetoj godini eksploatacije gde raskrsnica radi na nivou usluge F. (Tabela 6)

Tabela 6. Nivo usluge raskrsnice u slučaju varijante 4 u 2012, 2017. i 2022. godini

	Nivo usluge (vremenski gubici po vozilu)		
Godine	2012	2017	2022
Prilaz 1	C (17 s)	F (107 s)	F (808 s)
Prilaz 2	A (8 s)	B (11 s)	B (15 s)
Prilaz 3	A	A	A
Raskrsnica	A (7 s)	D (27 s)	F (175 s)

7. TROŠKOVI GRADNJE

Troškovi gradnje najviše zavise od varijante za koju se računaju. Na osnovu utvrđenih troškova realizacije projekata pojedinih varijanti, uočava se da je najjeftinija izgradnja varijante 1, a da je najskuplja izgradnja varijante 3. (Grafik 2)



Grafik 2. Uporedna analiza troškova gradnje pojedinih varijanti

8. VREDNOVANJE PREDLOŽENIH VARIJANTI ZA POBOLJŠANJE POSTOJEĆEG STANJA NA RASKRSNICI

Pod pojmom vrednovanje u upravljanju razvojem i eksploatacijom putne mreže podrazumeva se procedura ocenjivanja i odlučivanja u sistemu osmišljavanja optimalnog razvoja i korišćenja putne mreže uključujući postupke definisanja pokazatelja i kriterijuma relevantnih za ocenjivanje i odlučivanje. [6]

Uporednom analizom nivoa usluge i vremenskih gubitaka raskrsnice po varijantama za 2012, 2017. i 2022. godinu uočeno je da u 2022. godini jedino varijanta 3 (uvođenje svetlosne signalizacije na raskrsnici sa proširenim prilazima) funkcionise na nivou usluge A.

Jedino prihvatljiva varijanta sa funkcionalne tačke gledišta je varijanta 3 iz razloga što nijedna od ostalih analiziranih varijanti neće uspeti da udovolji prognoziranom saobraćajnim zahtevima raskrsnice na većem nivou usluge od F.

Ako bi se uporedili troškovi gradnje pojedinih varijanti, uočice se da su troškovi gradnje varijante 3 ujedno i najveći. Međutim, da bi raskrsnica funkcionisala na većem nivou usluge od F, u slučaju realizacije saobraćajnih očekivanja u 2022. godini jedino prihvatljivo rešenje je varijanta 3.

9. ZAKLJUČAK

Nakon izvršene analize i uporedne analize predloženih varijanti ustanovljeno je da jedino varijanta 3 (rekonstrukcija postojeće prioritetne raskrsnice u signalisanu raskrsnicu sa promenom geometrijskih elemenata raskrsnice - proširenje prilaza) ispunjava funkcionalne zahteve raskrsnice u ciljnoj 2022. godini. Kako je ispunjavanje funkcionalnih uslova najviši hijerarhijski nivo u okviru vrednovanja i kako postoji samo jedno rešenje (varijanta) u okviru predloženih koje ispunjava takve uslove, to je i ujedno optimalno rešenje raskrsnice. Ukoliko bi se izabrala bilo koja druga varijanta od preostalih tri bez obzira na troškove realizacije, raskrsnica bi u ciljnoj 2022. godini radila na nivou usluge F.

14. LITERATURA

- [1]. Prof. dr Ratimir Vračarević: „Osnove planiranja saobraćaja“, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2002. godine;
- [2]. Prof. dr Ljubiša Kuzović: „Kapacitet i nivo usluge drumskih saobraćajnica“, Služba za izdavačku delatnost Saobraćajnog fakulteta, Beograd 2000. godine;
- [3]. Dr Branimir Stanić, Dr Smiljan Vukanović, Mr Miroslav Osoba: „Upravljanje saobraćajem pomoću svetlosnih signala“, Beograd, 1999. godine;
- [4]. Javno preduzeće „Putevi Republike Srpske“: „Smernice za projektovanje, građenje, održavanje i nadzor na putevima“, Sarajevo/Banja Luka, 2005.godine;
- [5]. Highway Capacity Manual, Nacional Research Council, Washington, D.C, 2010, Unsignalized Intersections (Roundabouts);
- [6]. Prof. dr Ljubiša Kuzović, dipl. inž.: „Vrednovanje u upravljanju razvojem i eksploatacijom putne mreže“, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1994. godina.

Kratka biografija:



Marko Popović rođen je u Priboju 1987. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Vrednovanje projekata odbranio je 2013. godine.

**ПРИМЕНА СТАТИСТИЧКИХ МЕТОДА У АНАЛИЗИ БЕЗБЕДНОСТИ
САОБРАЋАЈА****USE OF STATISTICAL METHODS IN ROAD SAFETY ANALYSIS**

Кристина Дубајић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Безбедност саобраћаја уопште, а посебно саобраћајне незгоде су погодне за статистичко изказивање, јер се састоје из великог броја јединица које се могу нумерички изказати. Широка доступност статистичких софтвера повећала је ризик од погрешне примене статистичких алата у области безбедности саобраћаја. У раду су представљене најзначајније статистичке методе у анализи безбедности саобраћаја.

Abstract – Traffic safety in general, especially traffic accidents are suitable for statistical representation, because they are consisted of numbers that can be displayed numerically. Widespread availability of statistical software has increased the risk of misapplying statistical techniques in safety investigations. This paper will present the most important statistical methods in the analysis of traffic safety.

Кључне речи: безбедност саобраћаја, саобраћајне незгоде, статистичке методе.

1. УВОД

Током протекле деценије учињен је значајан напредак у развоју и примени одговарајућих статистичких модела у анализи безбедности саобраћаја на путевима да би се створили неидеални услови који се често јављају, а који се не могу обрадити конвенционалним статистичким методама.

Основни циљ рада јесте да се идентификују празнине између расположивог знања и праксе анализе безбедности саобраћаја и да се обезбеди начин премोшћавања ових препрека.

Циљна група рада су појединци или групе који су директно или индиректно укључени у надлежност анализа безбедности саобраћаја на путевима. Укључују аналитичаре, менаџере који су задужени за планирање, спровођење и ревизију побољшаних програма безбедности, оне који су укључени у прикупљање и уношење података о саобраћајним незгодама.

Судећи по резултатима истраживања циљне групе ће имати широк спектар статистичког искуства. Познавање статистике је основна вештина за оне које се баве анализама безбедности саобраћаја и за саобраћајне инжењере.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр. проф.

2. ВРСТЕ СТАТИСТИЧКИХ АНАЛИЗА

Из истраживања се може закључити да постоји неколико сличних врста статистичких анализа које се користе у саобраћајним надлежностима. Врсте анализа које су извршене у одређеним саобраћајним надлежностима: **Анализа пре и после побољшања** се спроводи да би се проценила ефикасност безбедности одређеног типа побољшања или програма побољшања у целини. Добијене информације пружају повратну информацију о процесу планирања будућих побољшања безбедности саобраћаја. Домен ових студија се креће од једноставнијих поређења пре и после броја саобраћајних незгода до компликованијих, емпиријских утврђених Бајес (ЕВ) приступа. **Идентификација опасних места** је полазна тачка у процесу побољшања безбедности саобраћаја на тим местима. Евиденција о безбедности локације, заједно са другим информацијама, се користи да би се идентификовале и рангирале локације, а затим покренула истрага у циљу побољшања њихове безбедности и могућих третмана.

Cost/benefit анализа у развоју мера за побољшање безбедности саобраћаја обухвата процену и поређење трошкова безбедности и других корисних алтернативних начина отклањања безбедносних проблема који су претходно утврђени. **Анализа трендова саобраћајних незгода** има различите циљеве. Мора обратити пажњу на временске трендове да би се открила погоршања безбедности саобраћаја повезана са специфичним карактеристикама и типовима саобраћајних незгода или да се открију обрасци понашања. **Стопа саобраћајних незгода на локацијама са различитим карактеристикама** има за циљ да пружи поглед на различите карактеристике стопа саобраћајних незгода. Ефекти безбедности саобраћаја процењују се на основу различитих побољшања која су често издејствована на овај начин. Овакве студије се првенствено раде где се студија процене пре и после побољшања сматра непрактичном. **Процене попречног пресека пута** се такође раде да би се добиле процене ефеката безбедности саобраћаја за различита побољшања, користећи попречни пресек пута за разлику од података процене пре и после побољшања. Евалуација попречног пресека пута такође може попримити облик комплексног моделирања у којем се прво саобраћајне незгоде односе на регресиону једначину са мноштвом карактеристика пута, укључујући обим саобраћаја. **Поређење групних процена** укључују процене погодности нетретираних црних тачака за употребу у групним проценама у

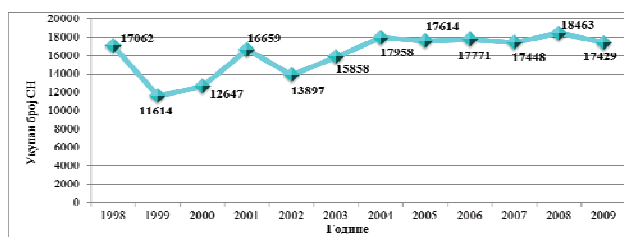
студијама процене пре и после побољшања. Упоредивање група се користи за контролу других фактора који могу да изазову промене у безбедности, када се спроводи третман. **Процена ризика/анализа/процена** је процес мера, праћења, упоређивања и вредновања нивоа ризика. То се ради кроз интегрисану серију корака који укључују комбиновање података саобраћајних незгода са подацима ризика од саобраћајне незгоде у циљу израчунавања индикатора мера перформанси путног ризика, где се оцењује тачност која је повезана са овим индикаторима, тумачењем различитих индикатора путног ризика, рачунске процене ефикасности за мере побољшања безбедности саобраћаја, дефинисање и примена методологије за мере безбедности и економске користи.

3. АНАЛИЗА ТРЕНДОВА ОБЕЛЕЖЈА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА У ВОЈВОДИНИ

Подаци истраживања о врстама саобраћајних незгода према последицама анализирани су за територију АП Војводине у периоду 1998-2009. године. Извршена је анализа тренда за укупан број саобраћајних незгода и незгода са погинулим у саобраћајним незгода за дати период за следеће врсте незгода: чеони судари, налетања на возила-удар отпозади и саобраћајне незгоде са пешацима.

3.1. Укупан број саобраћајних незгода

Укупан број саобраћајних незгода у овом периоду износи 194.420. Највећи број саобраћајних незгода се догодио 2008. године и износио је 18.463 саобраћајне незгоде. Анализом у овом временском периоду закључено је да се најмање саобраћајних незгода догодило 1999. године и износио је 11.614 незгода. Нагли пад саобраћајних незгода у овом периоду може се приписати економско-политичкој ситуацији у којој се земља налазила тих година. Анализом се може видети да број саобраћајних незгода у периоду од 2004. године до 2009. године варира од 17.429 до 18.463 саобраћајне незгоде и број саобраћајних незгода у том периоду не варира у великој мери.

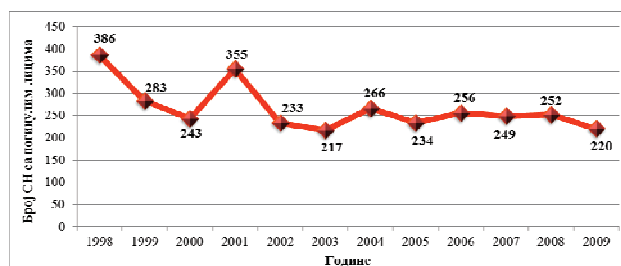


Графикон 1. Укупан број саобраћајних незгода, Војводина, 1998-2009.

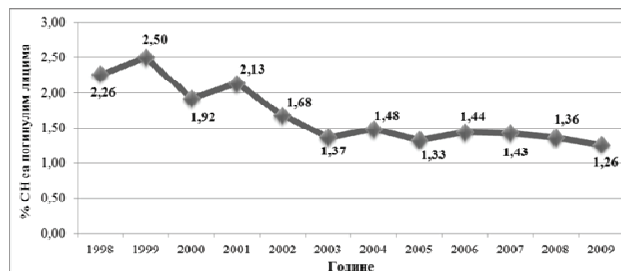
3.2. Број саобраћајних незгода са погинулим

Можемо закључити да је највећи број незгода са погинулим лицима био 1998. године и износио је 386 саобраћајних незгода, а најмањи број је био 2003. године и тада је број саобраћајних незгода износио 217. Ако се анализира удео саобраћајних незгода са погинулим лицима у укупном броју незгода можемо видети да је највећи удео био 1999. године и износио је 2,5% од укупног броја саобраћајних незгода, а

најмањи удео је био 2009. године и износио је 1,26% од укупног броја саобраћајних незгода.



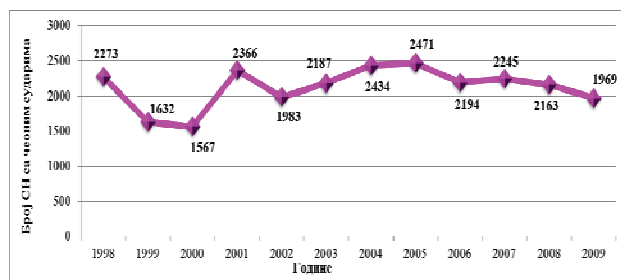
Графикон 2а. Број саобраћајних незгода са погинулим лицима, Војводина, 1998-2009.



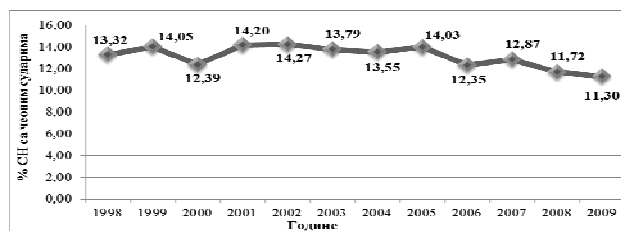
Графикон 2б. Удео СН са погинулим лицима у укупном броју саобраћајних незгода, Војводина, 1998-2009.

3.3. Саобраћајне незгоде са чеоним сударима

Анализом броја саобраћајних незгода са чеоним сударима у периоду од 1998. до 2009. године можемо видети да се највећи број саобраћајних незгода ове врсте догодио 2005. године и износио је 2.471 саобраћајних незгода, док је најмањи број саобраћајних незгода са чеоним сударима био 2000. године и број саобраћајних незгода у тој години је износио 1.567. Највећи проценат саобраћајних незгода са чеоним сударима је био 2002. године и износио је 14,27% од укупног броја саобраћајних незгода, а најмањи проценат је био 2009. године и износио је 11,30% од укупног броја саобраћајних незгода.



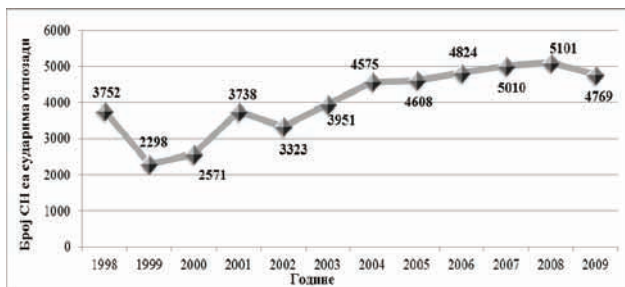
Графикон 3а. Број саобраћајних незгода са чеоним сударима, Војводина, 1998-2009.



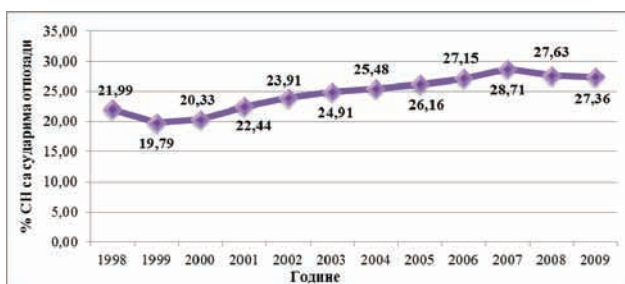
Графикон 3б. Удео СН са чеоним сударима у укупном броју незгода, Војводина, 1998-2009.

3.4. Саобраћајне незгоде са налетањима возила-удар отпозади

Анализом ових података можемо закључити да је највећи број саобраћајних незгода са налетањима возила био 2008. године и износио је 5.101 саобраћајна незгода, а најмањи број је био 1999. године и тада је број саобраћајних незгода са налетањима возила износио 2.298. Ако се анализира удео саобраћајних незгода са налетањима возила у укупном броју незгода можемо видети да је највећи удео био 2007. године и износио је 28,71% од укупног броја саобраћајних незгода, а најмањи удео је био 1999. године и износио је 19,79% од укупног броја саобраћајних незгода.



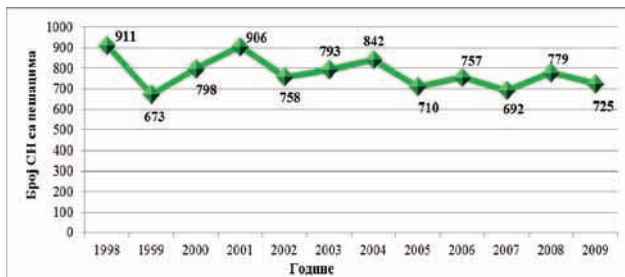
Графикон 4а. Број СН са налетањима возила-удар отпозади, Војводина, 1998-2009.



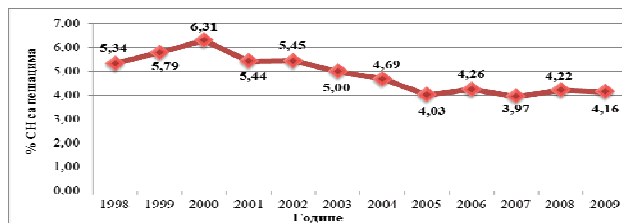
Графикон 4б. Удео СН са налетањима возила-удар отпозади у укупном броју незгода, Војводина, 1998-2009.

3.5. Саобраћајне незгоде са пешацима

Из анализе ових података може се видети да се највећи број саобраћајних незгода са пешацима догодио 2001. са укупним бројем саобраћајних незгода од 906, а најмањи 1999. године са 673. За дати период највећи удео саобраћајних незгода био је 2000. године и износио је 6,31% од укупног броја саобраћајних незгода, а најмањи удео је био 2007. године са 3,97% од укупног броја саобраћајних незгода.



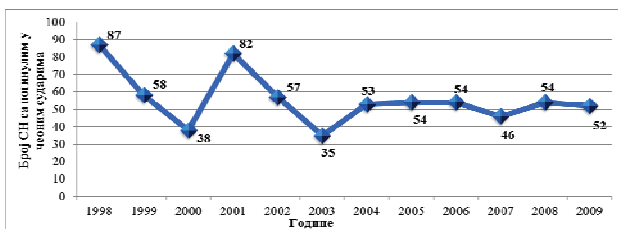
Графикон 5а. Број СН са пешацима, Војводина, 1998-2009.



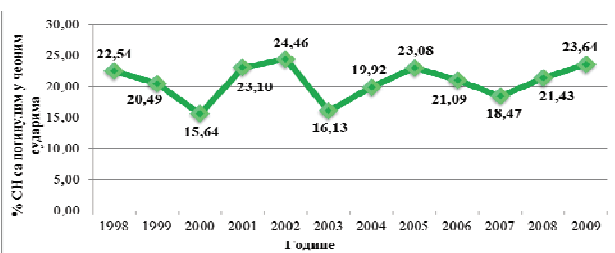
Графикон 5б. Удео саобраћајних незгода са пешацима у укупном броју незгода, Војводина, 1998-2009.

3.6. Број саобраћајних незгода са погинулим лицима у чеоним сударима

У овој анализи можемо увидети да је највећи број погинулих у овој врсти саобраћајних незгода 87 и догодио се 1998., а најмањи 38 незгода које су се догодиле 2000. године. Ако се посматра процентуални удео саобраћајних незгода у укупном броју незгода са погинулим лицима у чеоним сударима највећи проценат је био 2002. године и износи 24,46%, а најмањи 2000. године и износи 15,64%.



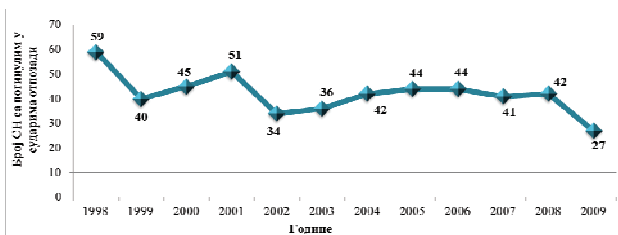
Графикон 6а. Број СН са погинулим лицима у чеоним сударима, Војводина, 1998-2009.



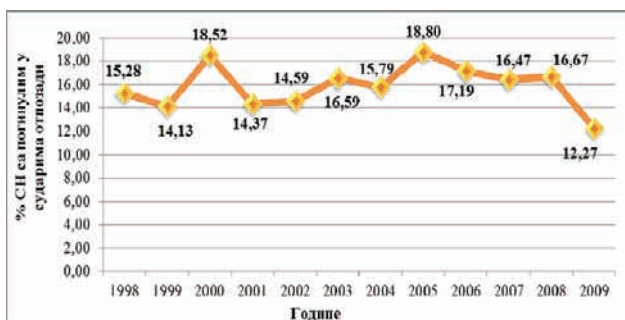
Графикон 6б. Удео СН са погинулим лицима у чеоним сударима у укупном броју незгода са погинулим лицима, Војводина, 1998-2009.

3.7. Број саобраћајних незгода са погинулим лицима у налетањима возила-удар отпозади

Анализом можемо видети да се највећи број саобраћајних незгода ове врсте догодио 1998. године и износио је 59 незгода, а најмањи 2009. године и износио је 27 незгода. Ако се посматра удео може се видети да је највећи проценат саобраћајних незгода за ове врсте незгода био 2005. године и износио је 18,80%, а најмањи проценат је био 2009. године и износио је 12,27%.



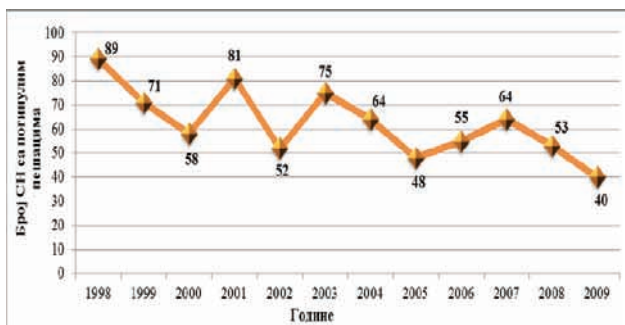
Графикон 7а. Број СН са погинулим лицима у налетањима возила-удар отпозади, Војводина, 1998-2009



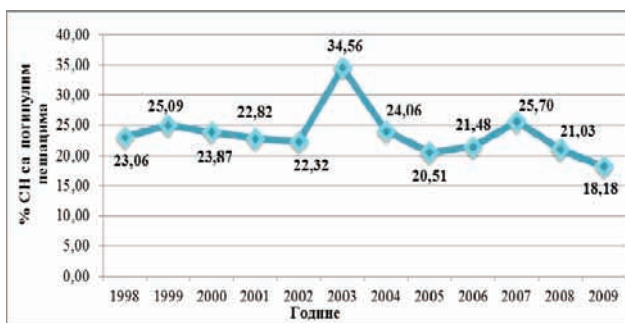
Графикон 76. Удео СН са погинулим у налетањима возила-удар отпозади у укупном броју незгода са погинулим лицима, Војводина, 1998-2009

3.8. Број саобраћајних незгода са погинулим лицима у незгодама са пешацима

Из анализе ових података може се видети да се највећи број саобраћајних незгода са погинулим у незгодама са пешацима догодио 1998. године са укупним бројем незгода од 89, а најмањи број се догодио 2009. године и износи 40 погинулих лица. Ако посматрамо удео, можемо видети да је највећи удео саобраћајних незгода био 2003. године и износио је 34,56%, а најмањи удео је био 2009. године са 18,18% од укупног броја саобраћајних незгода са погинулим лицима.



Графикон 8а. Број СН са погинулим лицима у незгодама са пешацима, Војводина, 1998-2009.



Графикон 8б. Удео СН погинулим у незгодама са пешацима у укупном броју незгода са погинулим лицима, Војводина, 1998-2009.

3.9. Стандардна девијација

Стандардна девијација у статистици је апсолутна мера дисперзије у основном узорку, говори колико у просеку елементи узорка одступају од аритметичке средине узорка. Вредност стандардне девијације за одређене категорије саобраћајних незгода у периоду 1998.-2009. године износи за: укупан број саобраћајних незгода је 2.251,80; укупан број

погинулих је 52,53; број саобраћајних незгода са чеоним сударима је 288,97; број саобраћајних незгода са налетањима возила-удар отпозади је 939,54; број саобраћајних незгода са пешацима је 77,16; број саобраћајних незгода са погинулим лицима у чеоним сударима је 15,21; број саобраћајних незгода са погинулим лицима у налетањима возила-удар отпозади је 8,07; број саобраћајних незгода са погинулим лицима у незгодама са пешацима 14,37.

4. ЗАКЉУЧАК

Сви резултати истраживања показују формалне и неформалне показатеље побољшања програма безбедности саобраћаја на путевима који захтевају анализу саобраћајних незгода и других повезаних база података. Међутим, ниво знања које је потребно за неке методологије није толико висок као што би требао да буде. То је углавном због тога што многи проблеми анализе безбедности саобраћаја на путевима нису решавани у протеклих 20 година. Истраживање ових методологија и решавање проблема је доказ сложености анализе безбедности саобраћаја на путевима и наглашава се потреба да аналитичари морају константно да усавршавају своје знање. Новине метода анализе безбедности саобраћаја, које су остварене недавним истраживањима безбедности, створиле су јаз између истраживања и праксе, сужење које захтева посвећеност оних који су задужени за управљање и анализу безбедности саобраћаја.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://vojvodinaportal.com/sr/book/export/html/2>
- [2] Подаци о врстама саобраћајних незгода, АП Војводина, 1998-2009.
- [3] Bauer, K. and D. Harwood, Statistical Models of At-Grade Intersection Accidents, FHWA-RD-96-125, Federal Highway Administration, Washington, D.C., 1996.
- [4] Bauer, K. and D. Harwood, Statistical Models of Accidents on Interchange Ramps and Speed Change Lanes, FHWA-RD-97-106, Federal Highway Administration, Washington, D.C., 1998.

Кратка биографија:



Кристина Дубајић рођена је у Сомбору 1988. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Превенција саобраћајних незгода одбранила је 2013. год.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању венредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

ТРЕТИРАЊЕ ПРОБЛЕМА ПРЕКОРАЧЕЊА БРЗИНЕ У БЕЛГИЈИ
TREATMENT OF EXCESSIVE SPEED IN BELGIUM

Душан Петрушић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Брзина је један од најзначајнијих фактора безбедности саобраћаја. У свету се развијају различити приступи за решавање овог проблема. У раду су анализирана поједина искуства Белгије.

Abstract – Excessive speed is one of the most important road safety factors. On global level develop different approaches for solving this problem. The paper discusses some Belgium experiences.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, прекорачење брзине, мере безбедности саобраћаја.

1. УВОД

У 2010. години у Белгији је у саобраћајним незгодама погинуло 760 лица, догодило се 4.600 незгода са тешко повређеним лицима и 39.400 незгода са лакше повређенима (Belgian Federal Government, 2010). Безбедност саобраћаја остаје важан изазов за белгијску политику. То се може објаснити као неопходност анализирања саобраћајних незгода. Нагласак у овом раду је стављен на проблем прекорачења брзине у саобраћају.

2. ПРЕКОРАЧЕЊЕ БРЗИНЕ
2.1 Обим проблема

Један од главних проблема безбедности у саобраћају је прекорачење брзине (Elvik, 2010). Овај проблем се интензивно истражује кроз анализу његове заступљености и ставова према проблему. Анкетом 1.500 белгијских испитаника са питањем да ли су поштовали ограничење брзине за сваку категорију пута (тачност до 5 km/h). Укупно 43% испитаника се декларишу као поштоваоци ограничења брзине (Табела 1).

Табела 1. Процентуално учешће испитаника који су одговорили да поштују ограничење брзине у Белгији

Поштовање ограничења брзине (%)	
30 km/h	66,70 %
50 km/h	54,70 %
70 km/h	49,70 %
90 km/h	47,80 %
120 km/h	38,40 %
Генерално km/h	43,70 %

2.2 Прекорачење брзине као проблем у саобраћају

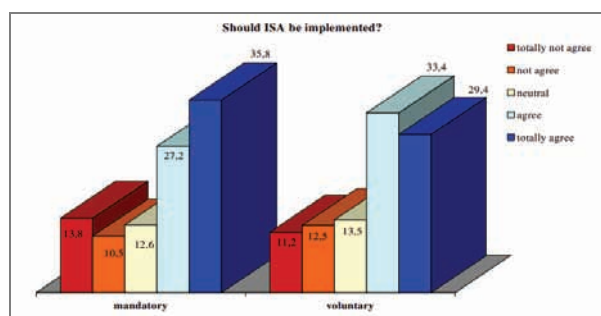
Први важан закључак, који се може извести, је да су неопходне снажније брзинске мере при 30 km/h, 50 km/h и 70 km/h у Белгији. На путевима са ограничењем од 30 km/h број саобраћајних незгода са погинулима може бити смањен за 95%, ако сви корисници путева прилагоде брзину ограничењу. Просечно смањење свих врста незгода за различита ограничења износи 87% за 30 km/h, 51% за 50 km/h, 43% за 70 km/h, 29% за 90 km/h и 25% за 120 km/h.

3. МЕРЕ БЕЗБЕДНОСТИ
3.1 Образовање

Што се тиче образовања, само једна мера је дискутована, а то је јавна кампања. За подршку јавности јавним кампањама пронађена су два главна резултата (БРСИ - ев у 2009. години и Ширсов у 2006. години). Ови резултати, односно 63% испитаника дају назнаке о позитивном односу према јавним кампањама и 61% испитаника су истакли да ће им кампања помоћи да возе безбедније. Ови проценти су приближно једнаки и представљају добар показатељ подршке јавности за јавне кампање.

3.2 Интелигентна помоћ брзине

Интelligentна помоћ брзине (Intelligent Speed Assistance (ISA)) је уређај који пружа удобност и сигурност у интеракцији са возачем, када је максимална дозвољена брзина прекорачена. У принципу, ИСА системи дефинишу положај возила, упоређује брзину возила са постављеним ограничењем брзине за дату локацију, а затим даје повратне информације возачу или чак ограничава брзину возила. Слика 1 показује да се 63% испитаника потпуно сложило са имплементацијом ИСА система као обавезног и 62% испитаника се сложило да је потребно применити ИСА систем.



Слика 1. Мишљење о примени ИСА система у Белгији

НАПОМЕНА:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Jovanović, vanr. prof.

Ипак, систем као обавезан је наишао на највећи отпор (13,8% испитаника), док је код слагања око увођења

система на отпор пружило 11,2% испитаника. Из овога се може закључити да је ИСА прихваћен од стране јавности.

3.3. Фиксне камере

Постоје три различите врсте камера, камере које могу само да региструју брзину возила, камере које детектује пролазак на црвено светло на семафору и камере које раде у комбинацији са регистровањем прекорачења брзине проласка на црвено светло. Овде ће се разматрати само камере које мере брзину возила, јер камере за регистровање пролазака на црвено светло се фокусирају само на црвено светло и тешко је направити разлику оба ефекта. Камере за мерење брзине региструју прекорачење брзине и идентификују регистрациони број возила (Слика 2.).

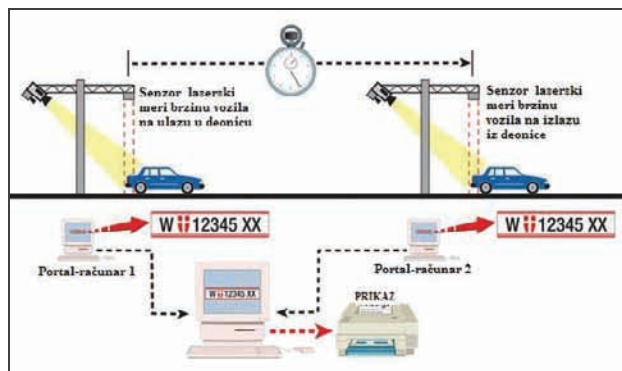


Слика 2. Изглед фиксне камере

Обично су такве камере повезане са радаром или детекторима индуктивних петљи на површинама коловоза. Оне се такође могу инсталирати на одређеним местима на деоници пута. У мерењу ставова Белгијског института за безбедност саобраћаја у 2009. години учесници су питани које мере би им помогле да возе безбедније. Скоро 62% испитаника навело је да би им фиксне камере помогле да возе безбедније. Елвик у 2009. години даје најбољу процену од 16% смањења незгода са повредама. Истраживање Вермотеа и других (Vermote et al., 2012) је показало да инвестиције за фиксне камере износе око 90.000 €. Ови инвестициони трошкови зависе од типа технологије која се користи. Годишњи трошкови одржавања фиксних камера се процењују на око 3.000 €, али могу да се повећају на пример због вандализма и уништавања уређаја.

3.4. Контрола деонице

Контрола деонице користи неколико дигиталних камера на порталима, које могу да мере брзину возила на дужем растојању. Ове камере фотографишу свако возило које прође. Када возило прође последњи портал, компјутер израчунава просечну брзину вожње. Ако је просечна брзина возила већа од ограничења брзине, казна ће бити послата на адресу возача (Слика 3.).



Слика 3. Принципи функционисања контроле деонице

Контрола деонице функционише 24 сата дневно, 7 дана у седмици. Популација има далеко позитивнији став према овој врсти контроле у односу на камере за мерење брзине. Систем контроле деонице је у пуном развоју у Белгији тако да је рано разматрати његову ефективност. Трошкови имплементације система у граду се процењују од 150.000 € до 250.000 € по километру одржавања. Трошкови за систем контроле у Гентбругу су око 800.000 €. У поређењу са трошковима инсталације фиксних камера од 90.000 € ово је огроман трошак.



Слика 4. Изглед контроле деонице

3.5. Мобилне камере

Мобилне камере за мерење брзине могу да раде исту контролу као и фиксне камере. Једина разлика између фиксних и мобилних апарата је да возачи обично немају обавештење о месту постављених камера. Ширс (Scheers, 2006) је нашао у истраживању да 74,3% од 1.219 испитаних особа је за примену ових камера. Поред фиксних и мобилне камере имају позитиван ефекат на смањење брзине. Елвик и Ва у 2004. години открили су смањење брзине од 5% до 6%. Трошкови за мобилне камере се процењују на 50.000 € (Vermote et al., 2012). Годишњи трошкови одржавања за камере су процењени на 3.000 € годишње (Слика 5.).



Слика 5. Изглед мобилне камере

4. ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА АНАЛИЗА

4.1. Проблем безбедности у саобраћају

Да би се добио добар преглед проблема прекорачења брзине, величина проблема и ставови становништва према проблему су испитани. Слика 6. показује однос између подршке јавности, која се изражава као проценат популације која подржава јачу политичку интервенцију (x-оса), и ризика од незгода са повредама везаног за становништво (y-оса). За ризик приписан становништву пет различитих вредности су израчунате помоћу Нилсонове формуле из 2004. године, једна за свако ограничење брзине у Белгији (30, 50, 70, 90 и 120 km/h). Нилсонов модел снаге гласи:

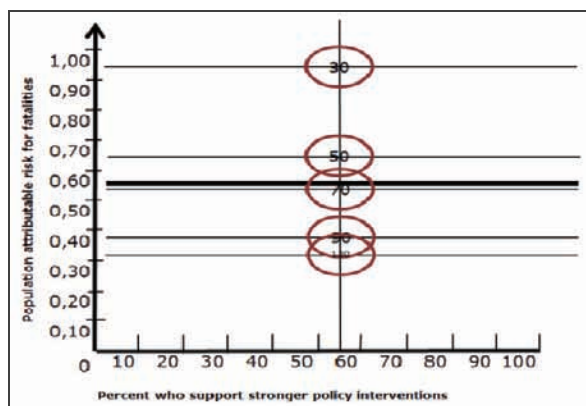
Број СН (врста повреде)_{после} =

$$\text{Број СН(врста повреде)}_{\text{пре}} * \left(\frac{V_{\text{после}}}{V_{\text{пре}}} \right)^x$$

где је: V - просечна брзина;

x - снага према тежини незгоде.

Ако би се V85 поклапало са просечном брзином, онда би се број незгода са погинулима смањио за 95% на путу са ограничењем 30 km/h, за 63% на ограничењу 50 km/h, за 54% на 70 km/h, са 37% на 90 km/h и за 32% на 120 km/h. Знајући просечну вредност ризика приписаног становништву (PAR) неопходно је да се упореди ризик друга два проблема безбедности у саобраћају. Просек ових пет вредности износи 56%. За подршку јавности је откривено да 56% подржава извршење саобраћајних прописа за прекорачење брзине (BRSI, 2009).



Слика 6. Релација између подршке јачој политичкој интервенцији и ризика различитих категорија пута везано за проблем прекорачења брзине

4.2. Мере безбедности у саобраћају

Као и у случају дефинисања проблема, потребно је дати одговоре на следећа питања да би се дефинисале мере за третирање проблема:

1. Које мере се могу предузети за решавање/смањење проблема?
2. Да ли постоји подршка јавности за такве мере?
 - 2.1 Како се ова јавна подршка мери?
3. Колико су ефективне ове мере?
 - 3.1 Како се може мерити ефективност?
 - 3.2 Да ли постоји смањење саобраћајних незгода?
4. Да ли постоји смањење тежине незгода?
5. Колики су трошкови за извршење мера?
6. Како се различити елементи (ефикасност, подршка јавности и трошкови) међусобно могу упоређивати?

Постоје три главне врсте безбедносних мера које могу да реше или ублаже проблеме. Оне су познате у енглеској литератури као 3Е мере: инжењеринг, образовање и принуда (Engineering, Education and Enforcement). Инжењеринг обухвата све мере које се односе на возило са једне стране и путну инфраструктуру, с друге стране. Образовање у саобраћају и агилност образовања детаљније разматрају људски фактор, конкретније понашање у саобраћају. Кроз образовање је могуће побољшати знања, вештине, имати увид у ставове различитих учесника у саобраћају. Свест о угрожености се може постићи путем кампања о безбедности саобраћаја, које су покренуте у различитим медијима и емитоване на телевизијским програмима. Принуда обухвата законодавство и прописе, који чине важан процес у безбедности саобраћаја. Треба обезбедити да учесници у саобраћају поштују саобраћајне прописе, како би постали безбедни учесници у саобраћају и допринели одрживости друштва. Кроз мерење подршке јавности можемо добити основна сазнања о тежини и обиму проблема и очекује се ефективност и ставови о алтернативама које могу бити предузете.

4.3. Вредновање и ефекти мера

У овом делу различите мере ће бити вредноване једне у односу на друге, узимајући три променљиве у обзир: подршка јавности, ефикасност и трошкови. Мере које ће се подвргнути анализи за прекорачење брзине су јавне кампање, ИСА систем, фиксне камере, контрола брзине на деоницама и мобилне камере.

На први поглед, ИСА систем је постигао у свакој ситуацији веома високе, чак три пута највише резултате. Ближи преглед резултата штавише показује да фиксне камере и контроле деоница су постигле веома добре оцене током четири ситуације. Јавне кампање су постигле нешто ниже, док су мобилне камере за мерење брзине постигле веома лоше оцене у свакој ситуацији. Када се упореди ИСА систем и фиксне камере уочава се да систем ИСА има снажнију подршку јавности и ефективности, међутим фиксне камере су јефтиније.

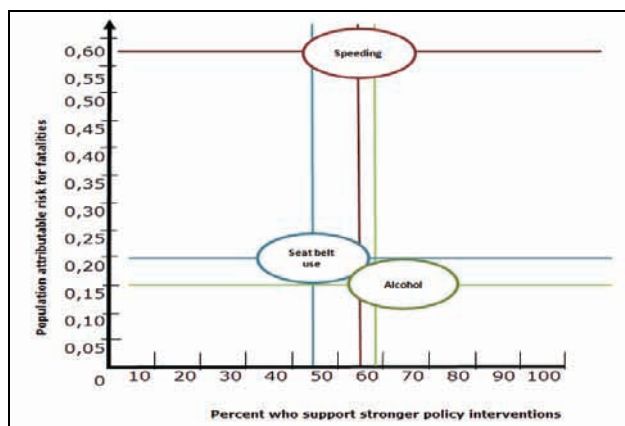
Резултати обимних прорачуна за четири могуће ситуације, са више итерација су приказани у Табели 2.

Табела 2. Финални резултати вредновања мера код проблема прекорачења брзине

	ПРВА СИТУАЦИЈА	ДРУГА СИТУАЦИЈА	ТРЕЋА СИТУАЦИЈА	ЧЕТВРТА СИТУАЦИЈА
Јавне кампање	0,0667	0,0611	0,0611	0,0778
ИСА систем	0,0815	0,0778	0,0833	0,0833
Фиксне камере	0,0815	0,0889	0,0778	0,0778
Контрола деонице	0,0741	0,0778	0,0833	0,0611
Мобилне камере	0,0296	0,0278	0,0278	0,0333

Обим проблема, мерен кроз ризик приписан становништву и подршку јавности, анализиран је кроз рад. У првом случају то је величина доприноса проблему на укупан број незгода или повређених у саобраћају и може се мерити израчунавањем ризика приписаног становништву.

Обим проблема и подршка јавности за сваки од три проблема се налази на графикону (слика 7.), како би јасније било поређење. За ризик приписан становништву (PAR) код прекорачења брзине за смртне исходе је проценат од 56%. То значи да 56% саобраћајних незгода са смртним исходом код прекорачења брзине може бити смањено уколико фактор ризика, односно прекорачења брзине, се елиминише.



Слика 7. Однос ризика приписаног становништву од незгода са погинулима и подршке јавности за сва три проблема безбедности у саобраћају

5. ЗАКЉУЧАК

У раду је дефинисано које мере би могле да допринесу решавању или смањењу различитих проблема безбедности у саобраћају са посебним освртом на прекорачење брзине.

За сваки од проблема безбедности у саобраћају је покушано да се размотри најмање једна мера за сваку од три Е критеријума (образовање, окружење и принуда). Кроз студију, по безбедносној мери су пронађени различити резултати за подршку јавности, ефикасности и трошкова. За проблем прекорачења брзине, околина и спровођење мера су постигли најбоље оцене. У неким случајевима "три Е" се не могу одвојено посматрати. На пример, комбинација јавних кампања и принуде је уобичајена појава у Белгији. Истраживања представљена кроз овај рад могу да буду пример за будућа истраживања. Због

добре стратегије безбедности у саобраћају, мере треба да буду пажљиво одабране. Процена различитих елемената који имају улогу је од изузетне важности. Битно је да су мере ефикасне и да врше позитиван утицај на смањење броја саобраћајних незгода. Међутим, ово није довољно, јер је важно да су ове мере подржане од становништва.

Поред тога, примена мере мора да буде у границама одређеног буџета. На основу искустава из Белгије и овог истраживања, Република Србија може кроз стратегију, применити неке мере безбедности на нашу популацију и остварити значајне безбедносне ефекте по саобраћај и друштво у целини.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] AXA. (2009). Press conference AXA rijgedrag. Brussels.
- [2] Belgian Federal Government. (2010). Traffic accidents with fatalities and injuries. Retrieved March 7, 2012.
- [3] Belgian Federal Government. (2011). Go for Zero: elke verkeersdode is er één te veel.
- [4] BRSI. (2006). Attitudemeting verkeersveiligheid 2006 - Deel 1: Attitudes van de totalpopulatie. Brussels: BRSI. Retrieved
- [5] Elvik, R. (2010). Why some road safety problems are more difficult to solve than others. Accident Analysis and Prevention, 42(4), 1089–1096.
- [6] Flemish Government. (2006). Sensibilisatie campagne voor het dragen van de gordel: Gebruiksaanwijzing voor gemeenten, provincies en politiezones. Brussels.
- [7] Nilsson, G. (2004). Traffic safety dimensions and the power model to describe the effect of speed on safety. Lund: Lund Institute of Technology.
- [8] Scheers, M. (2006). Veilig door Tienen. Brussels.
- [9] Vermote, L., Van Malderen, F., & Macharis, C. (2012). Multicriteria analyse vansnelheidsreducerende handhavingsmaatregelen op snelwegen. Diepenbeek: Policy Research Centre for Traffic Safety.

Кратка биографија:



Душан Петрушић рођен је у Љубову, Исток, АП КиМ 1987 год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Превенција саобраћајних незгода одбранио је 2013. год.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању венредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

ISPITIVANJE KOORDINACIJE U LANCIMA SNADBEVANJA PUTEM LOGISTIČKIH IGARA**COORDINATION TESTING IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT THROUGH LOGISTIC GAMES**

Darko Bulješević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu ispituje se koordinacija u lancima snabdevanja kroz primenu različitih modela upravljanja lancem snabdevanja, pri čemu su jasno definisane prednosti i nedostaci svakog od modela. Modeli, uključeni u logističku igru Beer game, najefikasnije simuliraju realan logistički lanac snabdevanja. Istraživanje i rešavanje problema koordinacije u lancima snabdevanja izvršeno je pomoću logističke igre Beer game, pri čemu su učesnici u igri (studenti) direktno uključeni u rešavanje realnih logističkih problema. Izračunavanjem troškova posredovanja zaliha, neostvarene prodaje i ukupnih troškova lanca snabdevanja u svakoj igri, učesnici stvaraju sliku o važnosti sistemskog pristupa pri istraživanju i lancu snabdevanja.

Abstract – In this paper, we examine the coordination of supply chains through the application of different models of supply chain management, clearly defining the benefits and drawbacks of each model. Models, included in the logistic game Beer game, simulating most real efficient logistic supply chain. Way of solving the problem is the logistics game Beer game, with students as the players directly involved in actually solving logistic problems. Calculating the cost of keeping goods in stock, unrealized sales and the total cost of the supply chain in each game, students create a picture of the importance of a systematic approach in the logistics supply chain.

Ključne reči: Logistika, lanac snabdevanja, modeli upravljanja, "bič" efekat, troškovi

1. UVOD

Jedan od najznačajnijih poslovnih trendova sa kraja XX veka svakako jeste shvatanje logistike kao koncepta integrisanih aktivnosti u celokupnom lancu snabdevanja, od sirovina do mesta krajnje potrošnje gotovih proizvoda. Filozofija na kojoj se zasniva logistički koncept podrazumeva postojanje integrisanog sistema odgovornog za planiranje i koordinaciju tokova materijalnih dobara, od mesta njihovog izvora do mesta potrošnje.

Ključ za uspešnu realizaciju logističkog koncepta u lancima snabdevanja leži u efikasnoj razmeni informacija između članova u lancu. Osnovni problemi koordinacije u

lancima snabdevanja povezani su sa pojavom neizvesnosti i varijabilnosti u potražnji materijalnih dobara. Varijabilnost u potražnji materijalnih dobara dovodi do pojave tzv. efekta biča (Bullwhipe Effect), koji podrazumeva uvećanje varijabilnosti potražnje duž lanca pri kretanju u smeru od potrošača ka proizvođaču. Na taj način, dolazi do povećanja zaliha i smanjenja prohodnosti lanca snabdevanja čime se značajno degradira njegova efikasnost (slika 1). Ispitivanje koordinacije u lancima snabdevanja je složen zadatak kome je potrebno pristupiti sa više aspekata u cilju sagledavanja svih problema koji su prisutni. Jedan od načina jeste primenom logističkih igara. Dobar primer je logistička igra Beer Game, koja omogućava simulaciju jednog uprošćenog lanca snabdevanja sa svim elementima stvarne situacije. Beer Distribution Game, skraćeno Beer Game (Pivska igra), predstavlja vrstu logističke igre u kojoj se simuliraju tokovi informacija i materijalnih dobara duž jednostavnog lanca snabdevanja.

Lanac snabdevanja se može posmatrati kao sistem koji se sastoji od snabdevača, proizvođača (proizvodnih kapaciteta), distributera i potrošača koji su međusobno povezani tokom materijala, od snabdevača do krajnjeg kupca, i tokom informacija (porudžbinama) u smeru suprotnom od toka materijala. Svrha koordinacije je ostvarivanje ukupnih (zajedničkih) ciljeva koje individualni učesnici sami ne mogu ostvariti. Mogućnosti koordinacije su definisane preko dva faktora: razmene informacija i alokacije prava odlučivanja duž posmatranog kanala.[3] Koordinacija u lancu snabdevanja predstavlja mehanizam za redizajn prava odlučivanja, tokova dobara, informacija i resursa između članova u lancu sa ciljem unapređenja performansi čitavog lanca i smanjenja troškova. Dobra koordinacijaučesnika utiče pozitivno na smanjenje neizvesnosti u lancima što doprinosi i smanjenju varijabilnosti potražnje materijalnih dobara. Varijabilnost predstavlja osnovni uzrok nastajanja nepotrebnih troškova u lancu snabdevanja. [2]

2. PREDVIĐANJE LOGISTIČKIH ZAHTEVA U LANCIMA SNADBEVANJA I LOGISTIČKE IGRE

Planiranje i kontrola logističkih aktivnosti zahteva precizno predviđanje obima proizvodnje i usluga sa koje pruža lanac kroz lanac snabdevanja. Predviđanja su obično u formi odgovarajućih proračuna.

Prognoze buduće potražnje će odrediti količine koje treba kupiti, proizvoditi i isporučiti. Predviđanja potražnje su neophodne, jer osnovni proces rada, kreće od dobavljača sirovina do gotovog proizvoda u rukama kupca, i za sve je potrebno vreme.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Vladeta Gajić, red. prof.



Slika 1. Promena varijabilnosti potražnje: efekat biča

Predviđanja nivoa potražnje su bitna za preduzeće kao celinu, kao i za obezbeđivanje osnovnih ulaznih podataka za planiranje i kontrolu svih funkcionalnih oblasti, uključujući i logistiku, marketing, proizvodnju i finansije[1].

Logističke igre simuliraju realnost određenih logističkih problema. Pošto je kvalitet odlučivanja igrača kvantifikovan brojem poena, igrači igru doživljavaju kao takmičenje, kao i u ostalim igrama. Zovu se logističke igre jer je igra o logistici koja predstavlja proces planiranja, implementacije i kontrole efikasnih i efektivnih tokova materijalnih dobara i informacija povezanih sa njima od početne do ciljne tačke u skladu sa zahtevima korisnika. Kada je ustanovljena potražnja na tržištu, parametri su podešeni da u potpunosti zadovolje integrisan pristup samom sistemu igre, koji se sastoji od 3 glavna podsistema: sistem proizvodnje; sistem upravljanja materijalnim dobrima; i sistem materijalnih dobara, optimizirajući fizičke i informacione tokove uz minimalno ulaganje resursa.

Beer Game igra, koja se koristi za ilustraciju „efekta biča“, oponaša politiku odlučivanja o nabavci i proizvodnji u četvorostepenom linijskom lancu snabdevanja (četiri ešalona: maloprodaja, veleprodaja, distributer i proizvođač, koji kupuju i prodaju jedni od drugih). Igra traje nekoliko desetina hipotetičkih (simuliranih) nedelja. Svake nedelje, igrači odlučuju o broju sanduka piva koje treba naručiti od svog neposrednog dobavljača u cilju održavanja dovoljnog nivoa zaliha piva kako bi se zadovoljili zahtevi njihovih kupaca uz istovremeno maksimiziranje ukupnog profita u lancu snabdevanja. Zadatak je zakomplikovan postojanjem kašnjenja u procesu nabavke, proizvodnje i otpreme. Jedan ili više igrača upravlja jednim ešalom lanca snabdevanja. Svaki ešalon poseduje zalihe u svojim objektima kao i zalihe u tranzitu prema nižim članovima lanca. Svi sektori lanca imaju neograničene skladišne kapacitete. Cilj je minimizirati ukupne troškove posedovanja zaliha i troškove nerealizovanih narudžbina. Za svaki period (nedelja) troškovi posedovanja zaliha su \$0.50 po jedinici zaliha (sanduk piva), a troškovi neispunjenih narudžbina su \$1.00 po jedinici robe (sanduk piva). Cilj igre je minimizirati ukupne troškove lanca. Cilj učesnika u samoj igri je da minimiziraju troškove zaliha i

troškove neispunjenih zahteva prema kupcima. Igra je poznata po tome što pruža dobru simulaciju lanca snabdevanja, jer u nekim vremenskim periodima dolazi do nestabilnosti lanca zbog distorzije potražnje. Takođe, ova igra može da prikaže kako različite odluke u lancu utiču na celokupni sistem distribucije. U svakoj simuliranoj nedelji igre, kupci kupuju pivo iz maloprodaja, a maloprodaja šalje porudžbine veleprodaji da dopuni svoje zalihe. Veleprodaja, zauzvrat, poručuje od distributera, a distributer iz fabrike. Pored svake veze u lancu snabdevanja postoje dve nedelje kašnjenja između trenutka kada se porudžina podnese i trenutka kada se ona sagleda.

2. PRAKTIČNA REALIZACIJA LOGISTIČKE IGRE

U skladu sa, već objašnjenom, generalnom postavkom igre, u igri koju su realizovali studenti Departmana za saobraćaj na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu učestvovala su četiri igrača koji su predstavljali određene ešalone u lancu snabdevanja (maloprodaja, veleprodaja, distributer, fabrika).

U cilju ispitivanja nivoa koordinacije u simuliranom lancu snabdevanja i uticaja tehnika predviđanja na njegovu efikasnost, odigrane su 4 različite igre varijante u odnosu na dozvoljeni nivo komunikacije i razmene informacija i korišćenje tehnika predviđanja između igrača. Karakteristike odigranih igara su sledeće:

- **PRVA IGRA:** Igrači su vršili predviđanje svako za sebe po sopstvenoj proceni, bez komunikacije (nema razmene informacija) i bez primene formula za predviđanje (odsustvo predviđanja zasnovanog na odgovarajućim teorijskim modelima).
- **DRUGA IGRA:** Igrači su međusobno komunicirali (prisutna razmena informacija) prilikom odlučivanja o veličini narudžbina i predviđanja, ali bez primene odgovarajućih teorijskih modela za predviđanje.
- **TREĆA IGRA:** Igrači nisu međusobno komunicirali (nema razmena informacija) prilikom odlučivanja o veličini narudžbina i predviđanja, pri čemu je predviđanje vršeno na osnovu primene odgovarajućih formula i modela.
- **ČETVRTA IGRA:** Simuliran je centralizovan lanac snabdevanja sa razmenom informacija, gde je jedan član lanca izabran (veleprodaja) da vrši centralizovano predviđanje služeći se odgovarajućim formulama i sopstvenom procenom.

Nakon odigranih 30 hipotetičkih nedelja, izvršen je proračun ukupnih troškova za kompletan lanac snabdevanja. Troškovi su prikazani u tabelama 1, 2, 3 i 4.

Tabela 1. Troškovi učesnika u lancu snabdevanja, prva igra

PRVA IGRA	Troškovi zaliha	Troškovi neost. prod.	Ukupni troškovi
Maloprodaja	20,5	39	59,5
Veleprodaja	29,5	47	76,5
Distributer	17,5	61	78,5
Proizvođač	44,5	17	61,5
Ukupno	112	164	276

Tabela 2. Troškovi učesnika u lancu snabdevanja, Druga igra

DRUGA IGRA	Troškovi zaliha	Troškovi neost.prod.	Ukupni troškovi
Maloprodaja	25	20	45
Veleprodaja	21	22	43
Distributer	39	7	46
Proizvodjač	36	7	43
Ukupno	121	56	177

Tabela 3. Troškovi učesnika u lancu snabdevanja, Treća igra

TREĆA IGRA	Troškovi zaliha	Troškovi neost.prod.	Ukupni troškovi
Maloprodaja	111	0	111
Veleprodaja	7	133	140
Distributer	53	0	53
Proizvođač	60	0	60
Ukupno	231	133	364

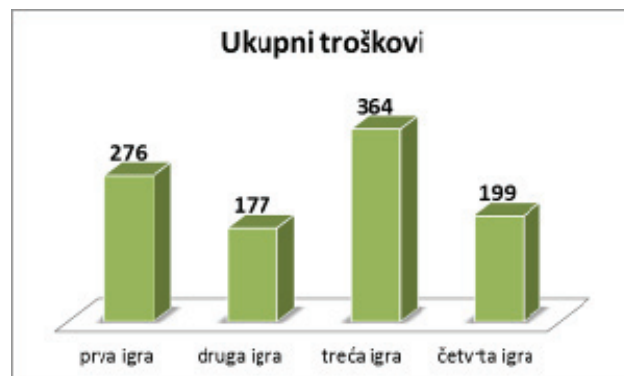
Tabela 4. Troškovi učesnika u lancu snabdevanja, Četvrta igra

ČETVRTA IGRA	Troškovi zaliha	Troškovi neost.prod.	Ukupni troškovi
Maloprodaja	44,5	12	56,5
Veleprodaja	40	0	40
Distributer	39,5	0	39,5
Proizvođač	63	0	63
Ukupno	187	12	199

3. UPOREDNA ANALIZA TROŠKOVA PO IGRAMA

U poređnom analizom troškova došli smo do sledećih rezultata, na slici 2. je izvršena distribucija ukupnih troškova po igrama. Najveći troškovi su ostvareni u trećoj igri, gde je primenjeno nezavisno predviđanje sa eksponencijalnim izravnjavanjem za svakog člana lanca i upravljanje lancem snabdevanja bez razmene informacija (bez koordinacije). Sledeći najveći troškovi pripadaju prvoj igri, u kojoj nije primenjeno predviđanje zasnovano na logističkim principima i nema koordinisanog upravljanja. Treći po visini jesu troškovi u četvrtoj igri sa centralizovanim upravljanjem i predviđanjem. Ovi troškovi su daleko ispod prve i treće igre, jer su za 45,3 % manji u odnosu na troškove iz treće igre, a za 28 % manji od troškova prve igre. Druga igra je odigrana sa najmanjim troškovima, daleko ispod prve i treće igre i za 11% manja od troškova četvrte igre. U ovoj igri je primenjeno koordinisano planiranje i predviđanje koje nije zasnovano na poznatim teorijskim modelima, već na logičkom zaključivanju, gde su se igrači međusobno dogovarali i zajednički upravljali čitavim lancem. Ukoliko se zaključuje na osnovu ukupnih troškova po igrama, može se konstatovati da razmena informacija

između članova u lancu koja omogućuje koordinisano upravljanje predstavlja zapravo najefikasniji način upravljanja lancem snabdevanja, jer stvara najmanje troškove.



Slika 2. Dijagram ukupnih troškova po igrama

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Kroz ovu logističku igru želeli smo da pokažemo kako se parametri kvaliteta nivoa usluge u logističkom lancu menjaju u različitim situacijama. Naime, primenom različitih modela upravljanja menjaju se i parametri u igri. Zaključak je da promena pojedinih parametara: potražnja, stanje robe na zalihama i neostvarena prodaja, nije uniformna i nema jednaku raspodelu po pojedinim igrama, tj. nivoima upravljanja lanca snabdevanja. Koordinacija u lancima snabdevanja tokom praktičnog istraživanja kroz igru Beer game se pokazala kao neophodan deo funkcionisanja tokova robe i informacija kroz lanac. Kako je primenjeno četiri tipa upravljanja lancem snabdevanja, e sa jednakim periodom trajanja, utvrđeni su benefiti i nedostaci svakog od sistema. Ni jedan se nije pokazao kao idealan, u kome bi trend kretanja krivih potražnje imao idealnu putanju, kao ni stanje robe na zalihama, bez varijacija.

Neostvarena prodaja, kao treći parametar kvaliteta usluge i funkcionisanja lanca, je takođe bila podložna amplitudama i neočekivanom trendu. Prva igra je odigrana po principu najjednostavnijeg tipa upravljanja lancem snabdevanja, bez mogućnosti zajedničkog predviđanja. U drugoj igri je primenjeno koordinisano predviđanje potražnje robe, što je ostvareno stalnom komunikacijom među igračima kao članovima lanca snabdevanja. Druga igra pokazuje daleko napredniji način upravljanja lancem snabdevanja u odnosu na prvu, gde je tehnika predviđanja zasnovana na komunikaciji članova lanca. Na taj način je uspostavljen tok informacija u lancu, kao odlika modernog načina upravljanja. Taj tok informacija nije hijerarhijski ustrojen, nego su ešaloni na istom hijerarhijskom nivou, gde su informacije jednake važnosti unakrsno sučeljene. Logistički lanac u drugoj igri Beer game dobija informacionu podršku. U trećoj igri se želi testirati logistički lanac snabdevanja primenom teorijskog modela (model eksponencijalnog izravnjavanja). Ovde je razmena informacija isključena i vrši se provera efikasnosti lanca snabdevanja kada su predviđanja zasnovana na jednom uniformnom modelu. U istraživanju se pokazao kao nedovoljno fleksibilan da bi odgovorio na neočekivane promene u trendu, jer je u njegovu formulaciju uključen relativno mali broj promenljivih. Primena ovakvog modela je totalni

promašaj zbog najvećih količina zaliha za period igre, neostvarene prodaje i visokih odstupanja potražnje članova lanca u odnosu na stvarnu potražnju. Centralizovano upravljanje lancem u četvrtoj igri jeste opravdalo hipotezu za minimizovanje neostvarene prodaje i trenda potražnje, ali nije u smislu optimizacije zaliha kao trećeg parametra lanca. Stvorene su dosta velike količine zaliha tokom celog perioda predviđanja. Ovakvo stanje je dovelo centralizovano upravljanje na drugo mesto po vrednosti ukupnih troškova, posle koordinisanog upravljanja u drugoj igri.

ZAHVALNOST

Autor ovog rada se zahvaljuje Vladeti Gajiću i Marinku Maslariću sa Katedre za logistiku i intermodalni transport, Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad, kao i studentima koji su pomogli na realizaciji praktičnog dela rada.

5. LITERATURA

- [1] Maslarić, Marinko., Skripte sa vežbi, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2010.
- [2] Gajić, V., Skripte sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2008.
- [3] Lee, H.L., Padmanabhan, V., and Whang, S. (1997). Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect. Management Science, 43 (4), 546-558.

Kratka biografija:



Darko Bulješević rođen je u Šapcu 1987. god. Diplomski Master rad odbranio je 2013 god. na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj i transport

ПРЕВАРЕ У ОСИГУРАЊУ МОТОРНИХ ВОЗИЛА**FRAUD IN VEHICLE INSURANCE**Марко Ђулибрк, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – САОБРАЋАЈ**

Кратак садржај – Циљ рада јесте да се укаже на озбиљност овог, све више зауступљеног проблема и његов утицај како на осигуравајућа друштва, тако и на осигуранике. У раду је приказан проблем, начини на које долази до преваре, њене реализације, наплате штете, али и начини који нам приказују искуства других земаља који озбиљније прихватају овај проблем. Приказани су могући начини за смањење превара, превентивне функције, начини изналажења превара и њихова изолација из великог броја поднетих пријава, као и деловање осигуравајућих компанија на њих.

Abstract – The aim of this study was to show the seriousness of the problem and its influence on both, the insurance companies and the insured. This paper presents the problem, the ways in which there is fraud, its implementation, billing claims, but also the ways that we show the experiences of other countries that accept this serious problem. Shown are the possible ways to reduce fraud prevention functions, ways of finding fraud and their isolation from the large number of submitted applications, as well as insurance companies acting on them.

Кључне речи: осигурање моторних возила, преваре, оштећења.

1. УВОД

Осигурање је институција која надокнађује штете настале у друштву, у његовој привреди или код људи услед дејства рушилачких природних сила или несрећних случајева. Оно пружа економску заштиту осигураницима од штетних дејстава и економских поремећаја до којих долази кад настане осигурани случај, односно кад се оствари ризик у свим фазама друштвене репродукције, или у свакодневном животу људи [1]. Технолошки развој и пораст друштвеног стандарда, условили су да се на нашим улицама свакодневно повећава број возила. Као последица се јавља и већи број возила које доживе саобраћајне незгоде. Управо због оваквих догађаја неопходно је поседовати полису осигурања ради наплате претрпљене штете, како материјалне тако и моралне. Како расте број саобраћајних незгода, тако расте и број људи који желе да придобију већу корист од оне која им по прорачуну припада.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Зоран Папић, доцент.

Број ове врсте људи сваки дан расте, не само у Србији, већ у свим деловима света. Преваре у осигурању представљају глобалан проблем, на који свака земља утиче спрам својих сазнања, финансијске могућности и прихватања озбиљности овог проблема.

2. ОСИГУРАЊЕ МОТОРНИХ ВОЗИЛА

Осигурање моторних возила дели се на две групе [2]: **каска осигурање** (добровољно осигурање) и **осигурање од ауто-одговорности** (обавезно осигурање). Каска осигурање представља добровољно осигурање које се регулише уговором о осигурању између осигураваача и осигураника. Део Закона који регулише област осигурања од ауто-одговорности одређује круг лица и врсте моторних возила која морају имати осигурање од ауто-одговорности. Односе између осигураваача различитих држава и њихових националних асоцијација европске земље су регулисале кроз три најзначајније међународне конвенције и мноштво билатералних споразума. Најзначајније међународне конвенције су: Лондонска, Страсбуршка и Хашка конвенција [3].

Постоје две врсте штета: **материјална и нематеријална штета**. Материјалне, односно имовинске штете су штете које настају на стварима услед употребе аутомобила као опасне ствари. Ове штете настају на возилу и на стварима у возилу и изван њега. **Нематеријалне**, односно, неимовинске, штете које се исплаћују по основу одговорности су много ређе и за њих је износ надокнаде знатно нижи [1]. Нематеријалне штете представљају повреду личних права човека, повреду његовог интегритета, животне способности и психичке равнотеже.

3. ПРЕВАРЕ У ОСИГУРАЊУ

Преваре у осигурању подразумевају било који чин почињен са намером да се преваром стекне противправна имовинска корист. Преваре у осигурању чине значајан део свих потраживања осигураника и коштају милијарде долара годишње. Главни мотив превара у осигурању је финансијска добит. Уговори у осигурању обезбеђују преварантима прилику да остваре противправну добит. Постоје различите врсте превара у ауто осигурању, као што су исцениране незгоде, преувеличани рачуни лечења, лажне повреде и лажне поправке аутомобила. Милиони људи су несвесно жртве исценираних незгода сваке године. Циљне преваре - су веома честе, њима се намерно доводи до догађаја или искориштавања повреде, незгоде, крађа, подметање пожара или других типова губитака који су покривени

осигурањем. Ови злочини су веома често дела добро организованих и софитицираних криминалних група који остварују велики профит и наносе велике губитке носиоцима осигурања и комплетној јавности. Када осигуравајућа друштва добију налог за наплату штете прво процењују на основу индикатора да ли је могуће да се ради о превари у осигурању, ако то није случај онда се врши поступак наплате осигурања. Ако је супротан случај, односно ако се ради о превари онда осигуравајуће друштво ангажује експерте да потврде или оповргну сумњу у лажирање података.

У борби против превара, осигуравајућа друштва запошљавају људе који се баве откивањем превара. Ови експерти могу бити део тима који је запослен у осигуравајућем друштву, а могу бити и независно позвани да би решили конкретан случај. Њихов задатак је да након регистроване сумње на превару, истраже све чињенице везане за настанак штетног догађаја и утврде или отклоне постојање евентуалне преваре. Често долази до лажирања врсте и интензитета повреда у саобраћајној незгоди, један од честих примера је судар два возила при релативно малим брзинама. Обично је то удар од позади-сустизање возила, при чему је штета на возилима јако мала, а трошкови осигурања знатно већи. Овде се лажирају повреде које су задобијене у саобраћајној незгоди. Чест је случај да се пријави да се незгода догодила на једном месту, а трагови незгоде и оштећења на возилу не одговарају изјавама возача. То је чест случај код налета возила на непокретни објекат поред пута. У појединим случајевима, потребна је детаљнија анализа и упоређивање оштећења на возилима са траговима који су настали у саобраћајној незгоди. Код неких случајева је потребна и детаљна и упоредна анализа свих елемената саобраћајне незгоде.

Сузбијање превара у осигурању је сложено и захтева ангажовање великих ресурса као и координацију рада већег броја професионалних организација и државних органа, а потребно је деловати истовремено у више смерова. Да би се приступило успешном решавању овог проблема потребно је савладати неколико препрека као што су: однос јавности, сарадња између организација за осигурање, сарадња са вештацима саобраћајно техничке струке и сарадња организација за осигурање са полицијом.

4. ПОЈАВЕ И ОТКРИВАЊЕ ПРЕВАРА У ОСИГУРАЊУ МОТОРНИХ ВОЗИЛА

Савремени облици пословања, у било ком сектору и свакој области, захтевају првенствено окренутост ка купцима производа односно корисницима одређених услуга. Осигурање, са једне стране које је као нужност наметнуто корисницима, али са друге и као добровољно опредељење, које доноси сигурност и заштиту личних интереса, представља специфичну категорију организација. Борба за лидерску позицију, из одређене области, изискује потребу за пружање широке палете различитих услуга које ће бити понуђене корисницима. Међутим, овде постоји и одређени степен ризика и обазривост које компаније,

нарочито осигуравајућа друштва, никако не смеју да занемаре [2].

4.1. Заступљеност и штета од превара у осигурању

Основно тумачење појма превара базира се на остваривању незаслужене финансијске користи, до које се долази свим расположивим средствима обмана, од стране: осигураника, корисника осигурања, агената осигурања или других лица. О феномену „превара“ нарочито се може говорити у осигуравајућој делатности. О преварама се говори искључиво као незаконитој, нелегитимној ствари. Међутим, када су у питању преваре у осигурању то као да добија другу димензију посматрања.

Истраживање спроведено у неким од држава ЕУ, указало је да чак 60% њених грађана сматра да нема ништа неморално у томе, ако се „мало искористи осигурање“. Према проценама стручњака које се баве преварама у осигурању, осигуравајуће куће годишње због превара изгубе и до 10% од укупног износа исплаћених штета. Првенствено губици које се наносе осигуравајућим кућама указују на неопходност успешног сузбијања превара. Уколико се анализирају бројке, могло би се доћи до следећих закључака: уз претпоставку да је свега 2,7% пријављених штета било лажних, осигуравачи су проценили да је на годишњем нивоу најмање 15.000 лажних штета, чија је укупна вредност најмање 150 милиона евра.

4.2. Врсте превара у осигурању

Постоје три врсте превара у осигурању: интерне преваре, преваре које врше осигураници односно оштећени и преваре које се односе на послове непосредно повезане са пословима осигурања.

Интерне преваре су преваре у које су укључена лица запослена у друштвима за осигурање. *Преваре које врше осигураници односно оштећени* су преваре које врше подносиоци захтева за осигурање, власник полисе, оштећени или неко треће лице приликом подношења захтева за накнаду штете по основу наступања осигураног случаја.

Преваре које се односе на послове непосредно повезане са пословима осигурања су преваре правних и физичких лица која се баве посредовањем, заступањем, утврђивањем и проценом ризика и штета, посредовањем ради продаје и продајом остатака осигураних оштећених ствари, као и пружањем других интелектуалних и техничких услуга у вези са пословима осигурања. Врло је важно да сви у ланцу осигурања, од закључивања полисе о осигурању, пријаве и ликвидације штета, имају слуха за препознавање индиција за потенцијалну превару и сами утичу на њено спречавање или да их пријаве надлежним и искуснијим колегама, руководиоцима, а још боље специјализованим службама, уколико постоје.

Могући индикатори **за возило** су: мања оштећења се претварају у скупе поправке, возило старо 20 година, а рачун или предрачун из овлашћеног најелитнијег сервиса, оштећени је аутолимар, велика материјална штета на возилу без повреда возача/сувозача, велика

штета само на једном возилу у судару два возила, оштећење се поклапа са великим недавним поправкама на истом возилу, приход осигураника није у складу са вредношћу оштећеног возила, оштећени касни са отплатом возила купљеног на кредит, возило има историју претходних оштећења и крађа и возило запаљено.

Неки од индикатора **за лица** су: оштећени подноси одштетни захтев у изузетно кратком року после незгоде уз посредовање адвоката који прилаже комплетну документацију о поправци возила, све повреде су на неким ткивима, сви повређени у возилу са занемарљивим повредама добили шанцов оковратник, нема рендгенских снимака, има разних лекарских извештаја и налаза све до магнетне резонанце, слични претходни одштетни захтеви истог оштећеног/осигураника, оштећени и кривац су повезани, оштећени нема сталну адресу, оштећени је врло добро упознат са поступком око штета, оштећени се само у осигурању појављује са ортопедским помагалима, вани их не користи, повређени има екстензивне повреде вилица и зуба, повређени је незапослен, оштећени прети на разне начине, итд.

Неки од индикатора **за поступак** су: незгода се догодила непосредно после осигурања или непосредно пре истека осигурања, нема полицијског извештаја о насталој саобраћајној незгоди, нема сведока, уз записник о оштећењу достављено изузетно много фотографија које су увеличане и не показују суштину, рачуни за поправку и куповину делова не усклађени по датумима, неслагање и нетачности у медицинској документацији, на лицу места се одмах појављује адвокат, незгоду изазвало ни возило, итд.

4.3. Могуће мере предострожности

Значајан део превара може се предупредити, и то најпре укључивањем напредних система интерних контрола при закључивању уговора о осигурању. Од суштинске важности је, пре свега, да сва лица, која обављају делатност осигурања, разумеју преваре и да предузму кораке на смањењу подложности овом ризику. Превентивне мере су веома ефикасан начин контролисања ризика интерне преваре. Ове мере успостављају механизме поверљивог пријављивања и обелодањују информације о потенцијалним преварама. Још неке активности од посебног значаја, које подржавају спречавање и откривање превара у осигурању су: обука запослених, процедура пријављивања сумњи на превару и размена информација између лица која обављају делатност осигурања [5]. Неке од мера предострожности су следеће: потребно је да заступници осигуравајућег друштва при продаји полиса делимичног каска, фотографисање врше искључиво на чистим тзв. брисаним просторима; достављање фотографија у електронској форми; првенствено јер је могуће лакше уочити евентуалне корекције уз помоћ одговарајућих софтвера, оцена старости оштећења на стаклу од стране проценитеља при формирању записника о оштећењу; информисање свих лица које обављају

делатност осигурања о постојећим, али и могућим преварама, транспарентно приказивање података и размена информација у вези са преварама између лица у оквиру једног осигуравајућег друштва, затим међу друштвима, али и осигураницима/корисницима, итд.

5. ПРИМЕР ПРЕВАРЕ У ОСИГУРАЊУ

Ако анализирамо случај саобраћајне незгоде у којој је учествовало путничко возило ФИАТ Пунто и путничко возило ЛАДА Самара. Возило ФИАТ Пунто је скретало удесно из улице Кларе Цеткин у улицу Гоце Делчева. У возилу Самара су се налазиле четири особе и возило се кретало улицом Гоце Делчева. Коловоз улице Гоце Делчева на месту незгоде састоји се из две коловозне траке раздвојене разделним острвом, са по две саобраћајне траке.

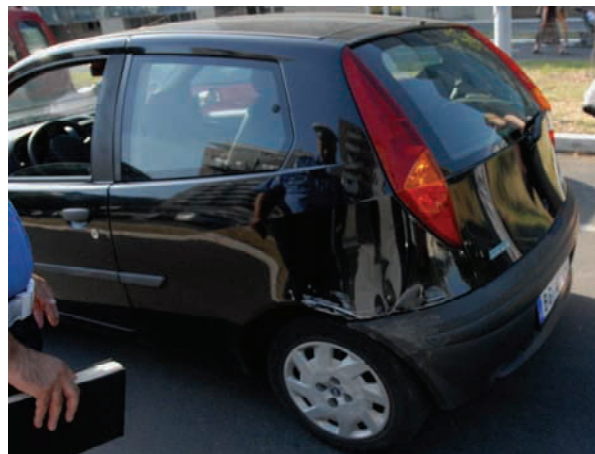
Сви путници, према Извештају и према подацима из Кривичне пријаве, као и возачи оба возила су задобили лаке телесне повреде. Возач Самаре је повредио само десну шаку и осећао болове у десној руци, док су сви путници возила Пунто рекли да су повредили врат, тј. да је дошло до трзајне повреде врата, док је возач Пунта поред тих повреда пријавио и повреде грудног коша услед затезања појаса и благог удара од управљач возила.

Након детаљног медицинског вештачења и прегледа утврђено је да нису регистровани објективни знаци повређивања.

Оштећења на возилу Самара се налазе на предњој десној угаоној страни (слика1), док је на возилу Пунто оштећена задња лева угаона страна (слика 2.).



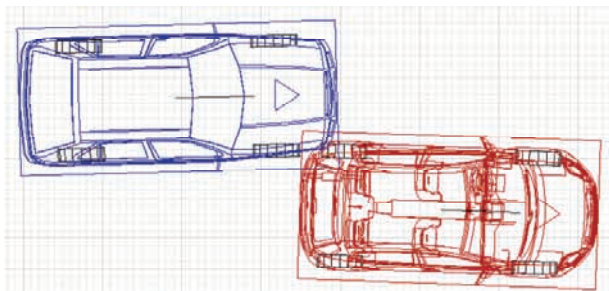
Слика 1. Оштећења возила Самара



Слика 2. Оштећења возила Пунто

Имајући у виду оштећења возила, податке из EES каталога, као и податке о масама возила, процењује се да су за оба возила брзине еквивалентне деформационим енергијама (EES-Energy Equivalent Speed) испод 5 km/h.

На основу анализе оштећења возила Самара и возила Пунто, утврђено је да је дошло до судара предњег десног бочног дела возила Самара са задњим левим бочним делом возила Пунто (Слика 3), при чему су уздужне осе возила у тренутку судара биле приближно паралелне.



Слика 3. Сударни положај возила

На основу анализе (помоћу програма Virtual CRASH) утврђено је да сударне брзине које одговарају оштећењима на возилима износе 31 km/h за возило Самара и 25 km/h за возило Пунто. Наиме, сударне брзине возила би морале бити толике да у судару настану оштећења која по положају и величини одговарају процењеним вредностима брзина EES на основу каталога, које у овом случају износе испод 5 km/h (процењено на основу EES каталога). Кинематика возила Пунто и возила Самара при сударним брзинама и међусобном сударном положају возила који су утврђени применом програма Virtual CRASH, одговара зауставним позицијама возила које су фиксиране увиђајном документацијом.

У компјутерској симулацији саобраћајне незгоде, при овим сударним брзинама возила, тренутна промена брзине у току судара (ΔV) за оба возила била би мања од 2 km/h (слика 4).

Objekat 1 deformacija [m] 0.1771 delta v [km/h] 1.5332 EES [km/h] 1.9846 EES [km/h] - d 0 GEV 0.7726 naziv 1: Fiat / Punto 1.2 omega после s -0.1503 omega пре суд 0 v после судара 26.4901 v пре судара [k] 25.0001 Objekat 2 Sudar	Objekat 1 Objekat 2 deformacija [m] 0.3141 delta v [km/h] 1.1601 EES [km/h] 2.2994 EES [km/h] - d 0 GEV 0.5045 naziv 2: Lada / Samara 1300 omega након s -0.0098 omega пре суд 0 v после судара 29.6092 v пре судара [k] 30.7133 Sudar
---	---

Слика 4. Тренутна промена брзине у току судара (ΔV) према програму Virtual CRASH

На основу тренутне промене брзине возила у току судара (ΔV), која је мања од 2 km/h, вештак судско медицинске струке је закључио да повреде возача и путника у возилу Самара наведене у анализираној документацији, са техничког аспекта не одговарају интензитету тренутне промене брзине при којој настају трзајне повреде вратног дела кичме. Наиме,

према QTF (Quebec Task Force) протоколу код тренутних промена брзине до 10 km/h не долази до настанка трзајних повреда врата.

6. ЗАКЉУЧАК

Свакодневно се сусрећемо са убрзаним развојем технологије. Овај развој се посебно примећује у аутомобилској индустрији. Свакодневно смо сведоци презентације нових, побољшаних модела возила. Како би се ефикасније реаговало на проблем преваре у осигурању возила, неопходно је направити заједничку базу података за сва осигуравајућа друштва, под условом да база података садржи и комплетне податке бројева шасије и мотора, регистарских таблица, фотографије или пак детаљног приказа возила, уз поређење података са Интерполовом базом података приликом склапања и обнове каско осигурања. Пошто у одређеном броју случајева у превари учествују лица која су радници у осигуравајућој компанији, а и у полицијским станицама, неопходно је појачати контролу и надзор над запосленима у ове две организације. Неопходно је начинити Закон за преваре у осигурању како би се и ова област могла на бољи начин законски регулисати. Казнене мере треба појачати и санкционисати ову врсту криминала.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Петровић, А., *Приручник за праксу у осигурању и реосигурању*, Нови Сад, 1996.
- [2] Маровић, Б., *Осигурање*, Нови Сад, 2002.
- [3] Маровић, Б., Авдаловић, В., *Осигурање и теорија ризика*, Београд, 2007.
- [4] Ристић, Ж., *Преваре и крађе у осигурању моторних возила*, Београд, 1997.
- [5] *Смернице бр. 6 о спречавању и уклањању узрока преваре у пословима осигурања*, Народна банка Србије, Београд, 2007.

Кратка биографија:



Марко Ђулибрк рођен је у Бихаћу (Босна и Херцеговина) 1987. године. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Форензичко инжењерство у саобраћају одбранио је 2013. год.

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2012. 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	

