



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXVII

Број: 14/2012

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“
Година: XXVII Свеска: 14

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

Уређивачки одбор:

Проф. др Илија Ћосић
Проф. др Владимир Катић
Проф. др Илија Ковачевић
Проф. др Јанко Ходолич
Проф. др Срђан Колаковић
Проф. др Вељко Малбаши
Доц. др Дарко Реба
Доц. др Вук Богдановић
Проф. др Мила Стојаковић

Проф. др Драган Спасић
Проф. др Ливија Цветићанин
Проф. др Павел Ковач
Проф. др Растислав Шостаков
Проф. др Војин Грковић
Проф. др Стеван Станковски
Проф. др Миодраг Темеринац
Проф. др Властимир Радоњанин
Доц. др Горан Вујић

Редакција:

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

Др Драгољуб Новаковић
Мр Мирослав Зарић
Мирјана Марић

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 Радомир Фолић

CIP-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 четрнаеста овогодишња свеска часописа „Зборник радова Факултета техничких наука“.

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

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

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

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

У овом броју штампани су радови студената мастер студија, сада већ мастера, који су радове бранили у периоду од 01.10.2012. до 21.10.2012. год., а који се промовишу 24.11.2012. 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 14, објављени су радови из области:

- машинства,
- електротехнике и рачунарства,
- грађевинарства,
- саобраћаја,
- графичког инжењерства и дизајна,
- архитектуре,
- мехатронике и
- геодезије и геоматике.

У свесци са редним бројем 15. објављени су радови из области:

- инжењерског менаџмента и
- инжењерства заштите животне средине.

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

Radovi iz oblasti: Mašinstvo

1. Nikola Jovanović, Ivana Kovačić,
OPRUGA SA KONSTANTNOM RESTITUCIONOM SILOM: MODELOVANJE I PRIMENA 2881
2. Bojan Marković,
GASOVODNI SISTEM U TOPLIFIKACIJI GRADOVA 2886
3. Branislav Stevanović, Rastislav Šostakov,
ANALIZA REŠENJA JEDNOGREDE POLUPORTALNE MOSNE DIZALICE 2890
4. Milorad Betegalo, Miroslav Plančak,
NUMERIČKA I EKSPERIMENTALNA ANALIZA PROCESA SAVIJANJA LIMA U V – KALUPU ... 2894

Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo

1. Zorica Gavrilović,
PRIMENA SOFTVERSKOG PAKETA COMSOL MULTIPHYSICS ZA ANALIZU
ELEKTROHEMIJSKOG TRETMANA TUMORA 2898
2. Bojan Bjelić,
REGULACIJA PRITISKA U GRANAMA POTROŠAČA SA PRIORITETIMA VODOVODNOG
SISTEMA 2902
3. Dejan Čonjić, Josif Tomić,
MJERENJE KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE 2906
4. Ivica Dragičević,
OPTIMIZACIJA RADA SISTEMA KLIMATIZACIJE KORIŠĆENJEM Fuzzy-PID I Fuzzy
REGULATORA SA PROMENLJIVIM PROTOKOM VAZDUHA 2910
5. Damir J. Đozić,
ANALIZA UPRAVLJANJA PROTEZOM ŠAKE SA ELEKTROSTIMULACIONOM POVRATNOM
SPREGOM NA OSNOVU VIRTUELNOG MODELA 2915
6. Miloš Janjić, Milan Vidaković,
INTEGRACIJA GOOGLE SERVISA U PHP ZEND VEB APLIKACIJE 2919
7. Ivana Marković, Siniša Suzić, Vlado Delić,
GOVORNI INTERFEJS I NJEGOVE PRIMJENE NA GOVORNIM PORTALIMA I SMART
TELEFONIMA; konferencija DOGS, Kovačica, oktobar 2012. 2923
8. Petar Ajder, Dejan Reljić, Veran Vasić,
ODREĐIVANJE DOZVOLJENE OPTERETIVOSTI I RAZVOJ TERMIČKOG MODELA
TROFAZNOG KAVEZNOG ASINHRONOG MOTORA 2927
9. Vladimir Grubor, Veran Vasić, Đura Oros,
UPOTREBA FREKVENTNOG PRETVARAČA ZA REALIZACIJU SINHRONIZOVANOG I
POZICIONO REGULISANOG POGONA 2931
10. Goran Krajoski,
ANALIZA ROBUSTNOSTI ELEKTROSTIMULACIONE POVRATNE SPREGE 2935
11. Vladimir Mihajlovski,
PODELA MODELA PODATAKA DISTRIBUTIVNE MREŽE U CLOUD OKRUŽENJU 2939
12. Stefan Nikolić,
RAZVOJ TEKSTUALNOG JEZIKA ZA OPIS SOFTVERSKIH APLIKACIJA PUTEM IIS*CASE
KONCEPATA 2943

13.	Mirna Kapetina, JEDAN PRISTUP OPTIMALNOM ARHITEKTONSKOM I URBANISTIČKOM PROJEKTOVANJU SA STANOVIŠTA ENERGETSKE EFIKASNOSTI	2947
14.	Aleksandra Kos, MAC PROTOKOL ZA BEŽIČNE SENZORSKE MREŽE SA LOKALNIM PRIKUPLJANJEM ENERGIJE	2951
15.	Miloš Živanić, Dragan Milićević, Đura Oros, MODELOVANJE, ISPITIVANJE I SIMULACIJA ŠESTOFAZNOG ASIMETRIČNOG ASINHRONOG MOTORA	2955
16.	Stefan Tomić, Ivan Mezei, IMPROVED DV-HOP LOCALIZATION ALGORITHM FOR WIRELESS SENSOR NETWORKS; konferencija SISY, Subotica, septembar 2012.	2959
17.	Milorad Vukadinović, JEDNO REŠENJE BEŽIČNO KONTROLISANE PRIKLJUČNICE ZA PRAĆENJE POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE	2965
18.	Božić Milivoj, Bojan Mrazovac, Ištvan Pap, Mirko Vucelja, Miloš Janković, JEDNO REŠENJE SPREŽNOG SISTEMA ZA INTERAKTIVNU KONTROLU PAMETNIH KUĆA; konferencija ETRAN, Zlatibor, juni 2012.	2969
19.	Novo Šandara, IDENTIFIKACIJA ZAŠTITA U POLJIMA U VELIKIM DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA	2973
20.	Zoran Pajić, PRORAČUN STRUJNOG PODEŠENJA PREKOSTRUJNE RELEJNE ZAŠTITE U VELIKIM DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA	2977
21.	Željko Čavić, ODREĐIVANJE OSNOVNE I REZERVNE ZONE RELEJNE ZAŠTITE U VELIKIM DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA	2981
22.	Bojan Vidić, POVEZIVANJE ENTITETA DISTRIBUIRANOG MODELA PODATAKA DISTRIBUTIVNOG ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA	2985
23.	Luka Pokas, SISTEM ZA PRAĆENJE PROCESA IZVRŠAVANJA ZADATAKA U CLOUD OKRUŽENJU	2989
24.	Bojan Jelačić, JEDNO RJEŠENJE SOFTVERSKJE INFRASTRUKTURE ZA DISTRIBUIRANE MODELE PODATAKA	2993
25.	Станко Ђулаја, ЈЕДНО РЈЕШЕЊЕ СИГУРНОСНИХ МЕХАНИЗАМА У КОМУНИКАЦИОНОМ ПРОТОКОЛУ IEC 60870-6 (TASE.2) ПРЕМА СТАНДАРДУ IEC 62351	2997
26.	Risto Popović, PRIMER PRIMENE SENZORSKE MREŽE ZA PRAĆENJE PADINSKIH PROCESA	3001
27.	Vladimir Stanivuk, MEASUREMENTS OF THE GSM SIGNAL STRENGTH BY MOBILE PHONE; konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2012.	3005
28.	Milan Stankić, Nenad Četić, Marko Krnjetin, Lana Misirlis, GRAPHICAL TOOL FOR GENERATING LINKER CONFIGURATION FILES IN EMBEDDED SYSTEMS; konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2011.	3009
29.	Miodrag Vidaković, Željko Trpovski, LabVIEW PROGRAMIRANJE SISTEMA ZA DETEKCIJU CURENJA GASA	3013
30.	Ivana Tomić, Željko Trpovski, KOOPERATIVNA KONTROLA MREŽE	3017

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Aleksandar Vićentić, Jasmina Dražić,
PLANIRANJE IZGRADNJE STAMBENO POSLOVNOG OBJEKTA NA OSNOVU
TEHNOLOŠKE ANALIZE OSLANJANJA MEĐUSPRATNE KONSTRUKCIJE 3021

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Ивана Рајковић,
ЕФИКАСНОСТ ПРОМЕНЕ ПОНАШАЊА ВОЗАЧА У САОБРАЋАЈУ 3025
2. Borko Bačić,
PRIMENA RFID TEHNOLOGIJE U KONTROLI TOČENJA GORIVA U POŠTI SRBIJE 3029
3. Ivan Čortan, Momčilo Kujačić,
RAZVOJ GEOGRAFSKO INFORMACIONOG SISTEMA U POŠTANSKOM SАОБРАЋАЈУ I
TELEKOMUNIKACIJAMA 3033
4. Ivan Jokić, Momčilo Kujačić,
PREDLOG OPTIMALNOG MODELA SISTEMA ZA PRAĆENJE I KONTROLU PRENOSA
POŠTANSKIH POŠILJAKA U POŠTI SRBIJE 3037
5. Ivan Jovanović,
PRIMENA 3D FOTOGRAFIJE U ANALIZI OŠTEĆENJA VOZILA U SАОБРАЋАЈNIM
NEZGODAMA 3041
6. Krsto Zejak, Momčilo Kujačić,
RAZVOJ BEŽIČNIH ŠIROKOPOJASNIH MREŽA POŠTE SRBIJE 3045
7. Dušan Radanović, Momčilo Kujačić,
UPRAVLJANJE PROJEKTIMA U POŠTANSKOM SАОБРАЋАЈУ 3049
8. Nikola Orozović, Momčilo Kujačić,
ARHITEKTURA GOVORNIH PORTALA I NJIHOVA PRIMENA U POŠTANSKOM
SАОБРАЋАЈУ 3052

Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1. Kristina Veljković, Ilija Ćosić,
REVITALIZACIJA PROIZVODNOG SISTEMA ŠTAMPARIJE "TAMPOGRAF" 3056
2. Biljana Obradović, Jelena Kiurski,
KORELACIJA IZMEĐU OZONA I UKUPNIH LAKO ISPARLJIVIH ORGANSKIH JEDINJENJA
U SITO ŠTAMPI 3060
3. Jovana Grubač, Uroš Nedeljković,
ZNAČAJ VERBALNE INFORMACIJE U OGLAŠAVANJU 3063
4. Mihaela David, Igor Karlović, Ivana Jurić,
UTICAJ OPACITETA PAPIRA NA KOLORIMETRIJSKE RAZLIKE REPRODUKCIJE BOJA 3067
5. Jovana Sladojević, Dragoljub Novaković, Magdolna Apro,
ISPITIVANJE ČITLJIVOSTI DVODIMENZIONALNIH BAR KODOVA NA AMBALAŽI 3071
6. Siniša Zivčevski,
POBOLJŠANJE EFIKASNOSTI ŠTAMPARIJE „SITOPLAST“ PRIMENOM ALATA „LEAN“ 3075

Radovi iz oblasti: Arhitektura

1. Anita Tot, Ljiljana Vukajlov,
URBANISTIČKA STUDIJA REKREACIONOG PODRUČJA SENTE 3079
2. Marija Pavlović, Darko Reba, Igor Maraš,
PROJEKAT SPORTSKO-REKREATIVNOG CENTRA BORKOVAC U RUMI 3083

Radovi iz oblasti: Mehatronika

1. Dragan Vlah,
[ALARMNI UREĐAJ ZA MOTOCIKLE](#) 3087
2. Marko Penčić,
[RAZVOJ MODULA LUMBALNOG DELA KIČME ZA HUMANOIDNE ROBOTE](#) 3091

Radovi iz oblasti: Geodezija i geomatika

1. Бојана Бановић,
[КРЕИРАЊЕ И АНАЛИЗА ОБЛАКА ТАЧАКА ДОБИЈЕНОГ ФОТОГРАМЕТРИЈСКОМ МЕТОДОМ](#) 3095
2. Vojin Gavrić,
[EKSPROPRIJACIJA ZA POTREBE IZGRADNJE AUTOPUTA BANJA LUKA – DOBOJ](#) 3099
3. Milorad Matić,
[ULOGA GEODEZIJE U PROSTORNOM I URBANISTIČKOM PLANIRANJU](#) 3103
4. Nebojša Spasić,
[EKSPROPRIJACIJA ZA POTREBE IZGRADNJE AUTOPUTA E-763 LJIG – POŽEGA](#) 3107

OPRUGA SA KONSTANTNOM RESTITUCIONOM SILOM: MODELOVANJE I PRIMENA

A CONSTANT RESTORING FORCE SPRING: MODELING AND APPLICATION

Nikola Jovanović, Ivana Kovačić, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*

Oblast - MAŠINSTVO

Kratak sadržaj - Ovaj rad je posvećen analizi opruge sa konstantnom restitucionom silom, kao i razmatranju njene pogodne primene u jednom praktičnom problemu vibroizolacije. Nakon uvodnih razmatranja ove opruge, formirani su njen mehanički i matematički model. Potom je prezentovan i analiziran izolator vertikalnih vibracija sa oprugama ovog tipa. Na osnovu rezultata dobijenih analizom matematičkog modela vibroizolatora, izvršena je numerička simulacija njegovog ponašanja za dva slučaja stvarne seizmičke pobude.

Abstract - This study is concerned with the analysis of a constant restoring force spring as well as with its beneficial practical application to a certain vibroisolation problem. The mechanical and mathematical models of this spring are formed. Then, a vertical vibration isolator containing constant restoring force springs is studied. Based on the analysis of its mathematical model, numerical simulations are carried out for two cases of real seismic excitation.

Cljučne reči: Izolacija, opruga sa konstantnom restitucionom silom, seizmička pobuda

1. UVOD

U ovom radu analiziran je jedan od osobenih članova velike porodice opruga, a to je *opruga sa konstantnom restitucionom silom*. Ove opruge se izrađuju u formi prenapregnute trake čeličnog lima namotane u pravilan, kružni obrtni kalem pri čemu su svi navojci konstantnog, unapred definisanog poluprečnika zvanog prirodni radijus [1]. Izgled jednog tipa ovakvih opruga prikazan je na Slici 1. Ove opruge odlikuje sposobnost ostvarivanja veoma velikih izduženja uz zadržavanje približno konstantne vrednosti restitucione sile, kao i momenta, uz potpuno odsustvo trenja između navojaka u kalemu [1].

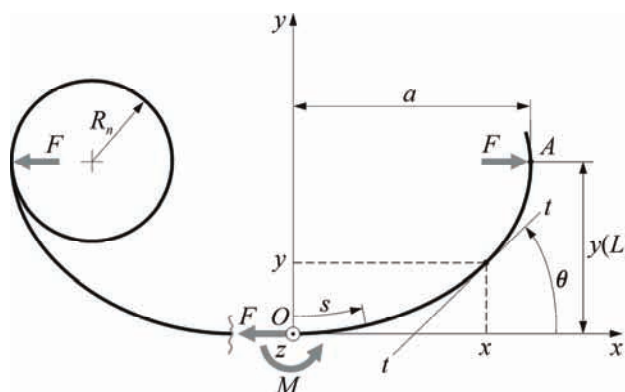
Analiza mehaničkog i matematičkog modela ove opruge je sprovedena u Sekciji 2. U Sekciji 3 obrađena je primena opruga sa konstantnom restitucionom silom u jednom seizmičkom vibroizolatoru. Proučavanje mogućnosti upotrebe ovih opruga u uređajima za zaštitu objekata od zemljotresa je novijeg datuma i s obzirom na pojačanu seizmičku aktivnost zemljine kore poslednjih godina ima izrazito aktuelan karakter.



Slika 1. Opruge sa konstantnom restitucionom silom.

2. MEHANIČKI I MATEMATIČKI MODEL

Mehanički model opruge prirodnog radijusa R_n , opterećen silama intenziteta F , prikazan je na Slici 2. Pritom, je sa s obeležena lučna koordinata, a sa θ lokalni ugao nagiba tangente elastične linije opruge, dok M predstavlja maksimalni moment u opruzi u tački simetrije uveden kao posledica dekomponovanja. Koordinate tačke u kojoj deluje sila F definisane su sa a i $y(L)$.



Slika 2. Model opruge sa konstantnom restitucionom silom pod opterećenjem.

Diferencijalne jednačine koje opisuju elastičnu liniju su:

$$EI_z \frac{d\theta}{ds} = EI_z \frac{1}{R_n} - M + F y, \quad (1)$$

$$\frac{dx}{ds} = \cos \theta, \quad \frac{dy}{ds} = \sin \theta, \quad (2)$$

gde je E modul elastičnosti materijala, a I_z glavni centralni moment inercije poprečnog preseka opružne trake za osu z (Slika 2). Neka je L dužina luka OA opruženog dela opruge. Granični uslovi problema izraženi za $s=0$ i $s=L$ su:

$$x(0)=0, y(0)=0, \theta(0)=0, y(L)=\frac{M}{F}, \theta(L)=\frac{\pi}{2}. \quad (3)$$

Pre samog određivanja promene M , F , x , y i θ , izvršiće se bezdimenzionisanje uvođenjem sledećih smena:

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Ivana Kovačić, vanr. prof.

$$\sigma = \frac{s}{R_n}, \xi = \frac{x}{R_n}, \gamma = \frac{y}{R_n}, \mu = \frac{M R_n}{EI_z}, \varphi = \frac{F R_n^2}{EI_z}. \quad (4)$$

Kako su članovi $EI_z = \text{const}$ i $R_n = \text{const}$, jednačine (1) i (2) se mogu zapisati u sledećem obliku:

$$\frac{d\theta}{d\sigma} = 1 - \mu + \varphi \gamma, \quad (5)$$

$$\frac{d\xi}{d\sigma} = \cos \theta, \quad \frac{d\gamma}{d\sigma} = \sin \theta, \quad (6)$$

dok su bezdimenzijski granični uslovi:

$$\xi(0) = 0, \gamma(0) = 0, \gamma\left(\frac{L}{R_n}\right) = \frac{\mu}{\varphi}, \theta(0) = 0, \theta\left(\frac{L}{R_n}\right) = \frac{\pi}{2}. \quad (7)$$

Da bi se dobio oblik jednačine (5) pogodan za rešavanje, ona se diferencira, množi sa $d\theta/d\sigma$ i potom integriše uz korišćenje odgovarajućih graničnih uslova [2]. Rezultat ovih operacija je:

$$\frac{1}{2} \left(\frac{d\theta}{d\sigma} \right)^2 = -\varphi \cos \theta + \frac{1}{2}. \quad (8)$$

U slučaju velikih izduženja opruženi luk OA biće znatno veći od poluprečnika krivine nedeformisanog navojka opruge ($L \gg R_n$), odnosno važiće $L/R_n \rightarrow \infty$. Iz tog razloga uvode se nove promenljive:

$$\tau = \frac{L}{R_n} - \sigma, \quad \theta = \Theta, \quad \gamma = \Upsilon, \quad (9)$$

koje zamenom u (5) daju:

$$\frac{d\Theta}{d\tau} = \mu - 1 - \varphi \Upsilon, \quad (10)$$

kao i:

$$\frac{1}{2} \left(\frac{d\Theta}{d\tau} \right)^2 = -\varphi \cos \Theta + \frac{1}{2}. \quad (11)$$

S obzirom na oblik nove promenljive τ , važi: $\tau \rightarrow \infty$ kada promenljiva $\sigma \rightarrow 0$, ali i $\tau \rightarrow 0$ kada $\sigma \rightarrow L/R_n$. Shodno navedenom neophodno je modifikovati i odgovarajuće granične uslove, pa tako sledi:

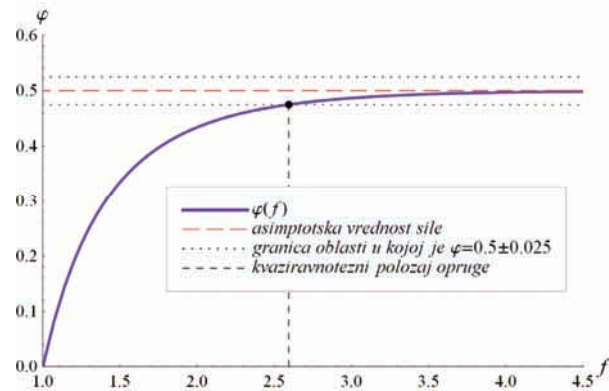
$$\Upsilon(\infty) = 0, \quad \Theta(\infty) = 0. \quad (12)$$

Kombinovanjem uslova (12) sa izrazom (10), dolazi se do asimptotske vrednosti bezdimenzijskog momenta μ pri velikim izduženjima opruge: $\mu = 1$. Ukoliko se navedeni uslovi primene na izraz (11), dolazi se i do asimptotske vrednosti bezdimenzijske sile: $\varphi = 1/2$. Dobijeni rezultati potvrđuju tvrdnje o osobinama ovih opruga, jer će restituciona sila imati konstantnu ili približno konstantnu vrednost pri velikim izduženjima. Promena sile φ određena je daljom transformacijom i numeričkim rešavanjem jednačina (5)-(7), pri čemu su detalji ovog postupka dati u radu [3].

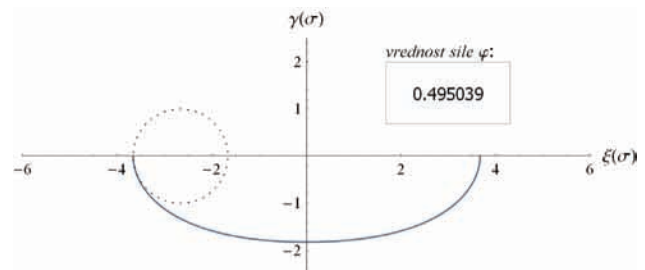
Dijagram promene ove veličine sa bezdimenzijskim izduženjem $f = a/R_n$ prikazan je na Slici 3 i ukazuje da sila nema konstantnu vrednost na celom intervalu izduženja. Međutim, ona svoju asimptotsku vrednost $\varphi = 1/2$ dostiže relativno brzo, odnosno za vrednost izduženja $f = 2.592$,

koja definiše tzv. kvaziravnotežni položaj. Nakon ove tačke restituciona sila opruge se kreće unutar oblasti koja obuhvata $\pm 5\%$ njene asimptotske vrednosti.

Grafički prikaz krive elastične linije opruge, dobijen nakon određivanja koordinata $\xi(\sigma)$ i $\gamma(\sigma)$, za jednu karakterističnu vrednost bezdimenzijske sile φ dat je na Slici 4.



Slika 3. Dijagram bezdimenzijska sile φ – bezdimenzijsko izduženje f .

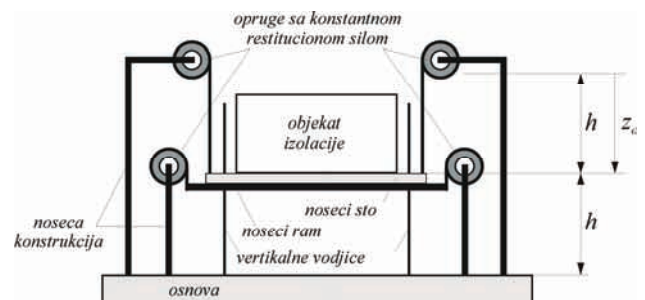


Slika 4. Oblik elastične linije opruge za naznačenu vrednost bezdimenzijske sile.

3. IZOLATOR VERTIKALNIH VIBRACIJA SA OPRUGAMA SA KONSTANTNOM RESTITUCIONOM SILOM

Zahvaljujući svojim karakteristikama opruga sa konstantnom restitucionom silom našla je primenu u velikom broju uređaja. Međutim, njena primena u izolatoru vertikalnih vibracija namenjenom za zaštitu od seizmičkih potresa [4] je inovativna i interesantna.

Skica vibroizolatora data je na Slici 5. Vibroizolator se sastoji od osnove i noseće konstrukcije na kojoj se nalaze gornja i donja garnitura opruga sa konstantnom restitucionom silom, pri čemu je o gornju garnituru opruga obešen noseći sto, a o donju noseći ram.



Slika 5. Vibroizolator sa oprugama sa konstantnom restitucionom silom u položaju statičke ravnoteže, kada je $z_o = h$.

Noseći sto je postavljen u vertikalne vodice. Inače, kada je objekat izolacije postavljen, noseći sto i noseći ram se dodiruju i tada se ceo sistem nalazi u položaju statičke ravnoteže. Relativno rastojanje između izolovanog objekta i rama osnove vibroizolatora definisano je na Slici 5 i obeleženo sa z_0 , dok h predstavlja radni hod izolatora.

Izolator je konstruisan tako da važi:

$$F_1 < mg < F_1 + F_2, \quad (13)$$

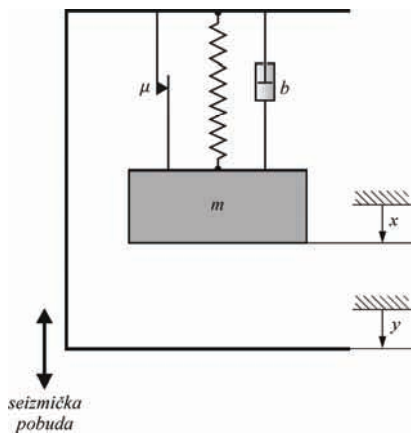
gde je m masa izolovanog objekta, g ubrzanje sile zemljine teže, dok su F_1 i F_2 rezultujuće restitucione sile gornje i donje garniture opruga, respektivno. Funkcija rezultujuće restitucione sile $f(z_0)$ se može predstaviti sledećom relacijom:

$$f(z_0) = \begin{cases} F_1, & 0 < z_0 < h \\ F_1 + F_2, & h < z_0 < 2h \end{cases} \quad (14)$$

Mehanički model analiziranog vibroizolatora prikazan je na Slici 6, gde su x i y generalisane koordinate koje definišu apsolutno pomeranje izolovanog objekta i osnove u pravcu vertikalne, respektivno. Sistem je modelovan tako da uticaj otpora sredine pri kretanju izolovanog objekta bude zamenjen viskoznom prigušnicom, dok uticaj hrapavosti vertikalnih vodica uvodimo preko Kulonove prigušnice.

U cilju praćenja kretanja izolovanog objekta oko ravnotežnog položaja, redefiniše se njegovo relativno pomeranje u odnosu na ram osnove vibroizolatora uvođenjem nove promenljive $z = z_0 - h$.

Kako bi se i promena restitucione sile definisala u odnosu na ravnotežni položaj, ali i radi homogenijeg zapisa, uvodi se redukovana restituciona sila $f(x-y) = f(z_0) - mg$.



Slika 6. Mehanički model izolatora.

Korišćenjem $z = x - y$, jednačina kretanja mase m sa Slike 6 ima oblik:

$$m \ddot{z} + f(z) + f_{tr} \cdot \text{sign}(\dot{z}) + b \dot{z} = -m \ddot{y}. \quad (15)$$

U ovoj jednačini b je koeficijent viskoznog prigušenja, dok tačka iznad promenljive označava izvod po vremenu t .

Uslov (13), uzimajući u obzir i silu Kulonovog trenja, postaje:

$$F_1 - mg + F_{\mu} < 0 < F_1 + F_2 - mg - F_{\mu}. \quad (16)$$

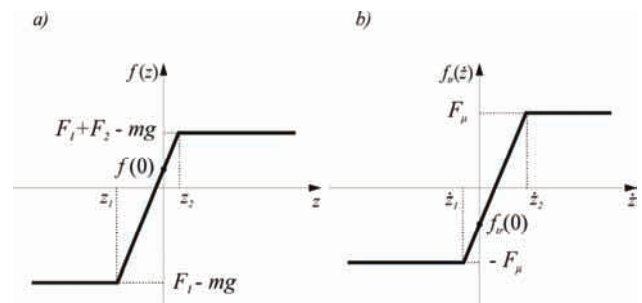
Ispunjavanjem ovog uslova redukovana restituciona sila sistema uvek će delovati u smeru statičkog položaja ravnoteže.

Zatim se funkcija redukovane restitucione sile sistema kreira tako da na malom intervalu izduženja oko položaja ravnoteže, odnosno za $z_1 \leq z \leq z_2$, poseduje konačnu krutost kao što je prikazano na Slici 7, a). Ovom izmenom, pored izbegavanja singulariteta, dobija se funkcija koja, kako je eksperimentalno potvrđeno, realnije odslkava stvarne fizičke karakteristike vibroizolatora [4]. Izmene oblik funkcije restitucione sile je:

$$f(z) = \begin{cases} F_1 - mg, & z < z_1 \\ F_2 \frac{z}{z_2 - z_1} + f(0), & z_1 \leq z \leq z_2 \\ F_1 + F_2 - mg, & z > z_2 \end{cases} \quad (17)$$

pri čemu član $f(0)$ ima vrednost (Slika 7, a):

$$f(0) = -F_2 \frac{z_1}{z_2 - z_1} + F_1 - mg. \quad (18)$$



Slika 7. Modifikovane funkcije a) redukovane restitucione sile i b) sile Kulonovog trenja.

Funkcija sile Kulonovog trenja se može prilagoditi uvođenjem u račun međučlana sa konačnim koeficijentom prigušenja c , koji zapravo definiše nagib krive na intervalu $\dot{z}_1 \leq \dot{z} \leq \dot{z}_2$. Novi oblik sile trenja je:

$$f_{tr}(\dot{z}) = \begin{cases} -F_{\mu}, & \dot{z} < \dot{z}_1 \\ c \dot{z} + f_{tr}(0), & \dot{z}_1 \leq \dot{z} \leq \dot{z}_2 \\ F_{\mu}, & \dot{z} > \dot{z}_2 \end{cases} \quad (19)$$

i njen grafički prikaz dat je na Slici 7, b). Sa navedene slike mogu se odrediti vrednost sledećih graničnih parametara intervala:

$$\dot{z}_1 = \frac{-f_{tr}(0) - F_{\mu}}{c}, \quad \dot{z}_2 = \frac{-f_{tr}(0) + F_{\mu}}{c}. \quad (20)$$

Pri tome je član $f_{tr}(0)$ definisan relacijom koja karakteriše položaj statičke ravnoteže:

$$f(0) + f_{tr}(0) = 0. \quad (21)$$

3.1. Simulacija ponašanja vibroizolatora za slučaj stvarne seizmičke pobude

Simulacija ponašanja sistema se vrši na osnovu podataka dobijenih merenjem tokom stvarnih zemljotresa u Kobeu, 1995. godine i Odžiji, 2004. godine, u Japanu. Podaci dati u obliku liste uređenih parova odnose se na vrednosti ubrzanja tla tokom ovih potresa i beleženi su sa učestanošću

od 500 Hz. Takođe, podaci su skalirani u odgovarajućoj razmeri zbog osobenosti procesa simulacije [4]. Vrednosti ostalih veličina koje se koriste u proračunu određene su eksperimentalno, ispitivanjem vibroizolatora na vibracionom stolu opremljenom odgovarajućim mernim instrumentima. Detaljan opis eksperimentalnog ispitivanja i metoda primenjenih tom prilikom može se naći u radovima [3] i [4].

Masa objekta je $m = 21.9 \text{ kg}$, dok su vrednosti nekih od karakterističnih veličina određenih eksperimentalno sledeće:

$$\begin{aligned} F_1 &= 203.20 \text{ N}, F_2 = 20.69 \text{ N}, F_\mu = 9.60 \text{ N}, \\ b &= 5 \text{ Ns/m}, c = 500 \text{ Ns/m}, z_1 = -0.003 \text{ m}, z_2 = 0.003 \text{ m}. \end{aligned} \quad (22)$$

Jednačina kretanja (15) se prevodi u pogodan bezdimenzijski oblik uvođenjem sledećih smena:

$$\begin{aligned} u &= \frac{z}{z_2} \left(u_1 = \frac{z_1}{z_2} = -1, u_2 = \frac{z_2}{z_2} = 1 \right), \eta = \frac{y}{z_2}, \\ \tau &= \sqrt{\frac{g}{z_2}} t, \beta = \frac{b}{m} \sqrt{\frac{z_2}{g}}, \zeta = \frac{c}{m} \sqrt{\frac{z_2}{g}}, \varphi = \frac{f}{m g} \\ \left(\varphi_1 &= \frac{F_1}{m g}, \varphi_2 = \frac{F_2}{m g} \right), \varphi_{tr} = \frac{f_{tr}}{m g} \left(\mu = \frac{F_\mu}{m g} \right). \end{aligned} \quad (23)$$

Uz to, nakon prevođenja iz oblika $(t_i, \ddot{y}_i)$ u oblik (τ, η'') , tabelarni podaci se posredstvom softverskog alata prevode u oblik koji se može koristiti u proračunu, odnosno u približnu interpolirajuću funkciju bezdimenzijskog ubrzanja osnove vibroizolatora η''_p . Rezultat navedenih operacija je bezdimenzijska diferencijalna jednačina kretanja oblika:

$$u'' + \varphi + \varphi_{tr} + \beta u' + \eta''_p = 0, \quad (24)$$

pri čemu je $(\dot{})' = d(\dot{})/d\tau$. Bezdimenzijske funkcije redukovane restitutionone sile φ i sile Kulonovog trenja φ_{tr} sada su definisane izrazima:

$$\varphi(u) = \begin{cases} \varphi_1 - 1, & u < -1 \\ \varphi_2 \frac{u}{1 - u_1} + \varphi(0), & -1 \leq u \leq 1 \\ \varphi_1 + \varphi_2 - 1, & u > 1 \end{cases} \quad (25)$$

$$\varphi_{tr}(u') = \begin{cases} -\mu, & u' < u'_1 \\ \zeta u' + \varphi_{tr}(0), & u'_1 \leq u' \leq u'_2 \\ \mu, & u' > u'_2 \end{cases} \quad (26)$$

pri čemu su članovi $\varphi(0)$ i $\varphi_{tr}(0)$ oblika:

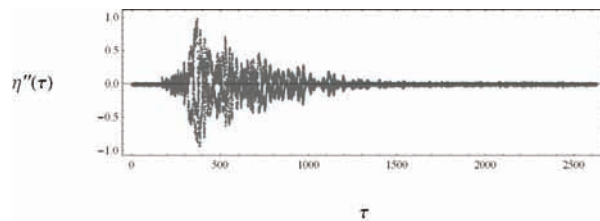
$$\varphi(0) = -\varphi_{tr}(0) = -\varphi_2 \frac{u_1}{1 - u_1} + \varphi_1 - 1, \quad (27)$$

a granice intervala $u'_1 \leq u' \leq u'_2$ su određene sa:

$$u'_1 = \frac{-\varphi_{tr}(0) - \mu}{\zeta}, \quad u'_2 = \frac{-\varphi_{tr}(0) + \mu}{\zeta}. \quad (28)$$

Na Slici 8 prikazan je dijagram promene stvarnog bezdimenzijskog ubrzanja tla η'' sa bezdimenzijskim vremenom τ dobijen na osnovu podataka izmerenih tokom zemljotresa u Kobeu.

Postupak dobijanja približne interpolirajuće funkcija bezdimenzijskog ubrzanja, njen izgled i dijagram podudarnosti sa stvarnom funkcijom ubrzanja prikazan je u radu [3].

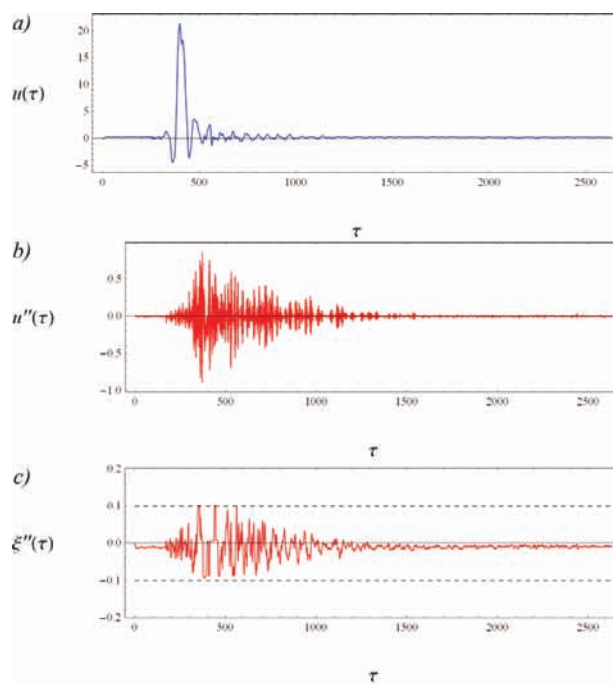


Slika 8. Stvarna funkcija promene bezdimenzijskog ubrzanja za zemljotres u Kobeu.

Rešavanjem jednačine (24) za sledeće početne uslove:

$$u(0) = 0, \quad u'(0) = 0, \quad (29)$$

dobijaju se vrednosti relativnog bezdimenzijskog pomeranja $u(\tau)$ i relativnog bezdimenzijskog ubrzanja $u''(\tau)$ objekta, čiji su dijagrami promene sa bezdimenzijskim vremenom τ prikazani na Slici 9, a) i b), respektivno.



Slika 9. Dijagram promene bezdimenzijskog a) relativnog pomeranja, b) relativnog ubrzanja i c) apsolutnog ubrzanja izolovanog objekta za zemljotres u Kobeu.

U cilju određivanja apsolutnog ubrzanja objekta, bezdimenzijska generalisana koordinata $u(\tau)$ se predstavlja relacijom:

$$u(\tau) = \xi(\tau) - \eta(\tau), \quad (30)$$

u kojoj $\xi(\tau)$ predstavlja apsolutno bezdimenzijsko pomeranje nosećeg stola, koje je na osnovu (23) definisano sa:

$$\xi(\tau) = \frac{x(t)}{z_2}, \quad (31)$$

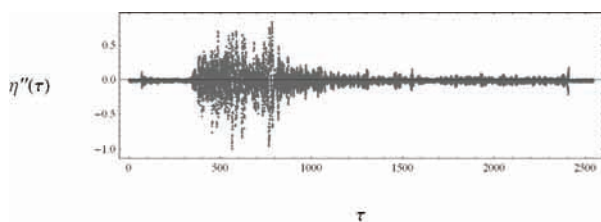
dok $\eta(\tau)$ predstavlja apsolutno bezdimenzijsko pomeranje osnove vibroizolatora. Bezdimenzijsko ubrzanje nose-

ćeg stola za približnu interpolirajuću funkciju bezdimenzijskog ubrzanja osnove vibroizolatora η_p'' biva:

$$\xi''(\tau) = u''(\tau) + \eta_p''(\tau). \quad (32)$$

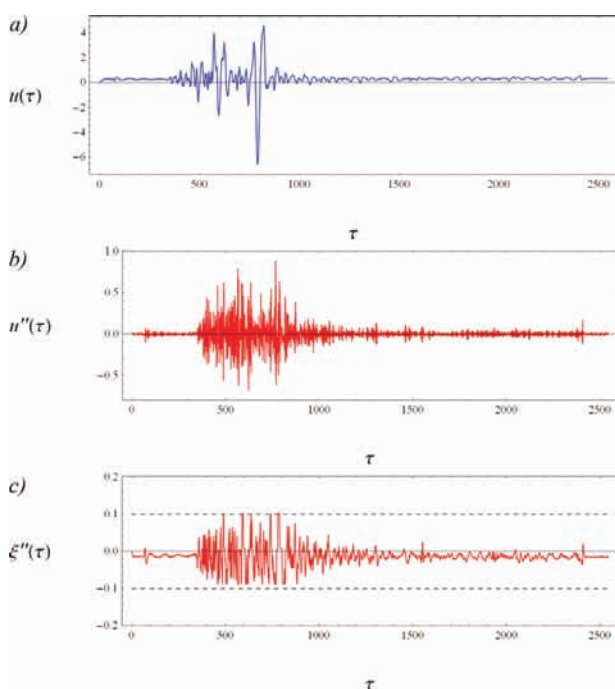
Dijagram promene ovog parametra sa vremenom τ prikazan je na Slici 9, c). Poređenjem Slika 8 i 9, c), može se videti da je smanjenje odzivnog ubrzanja znatno i veoma zadovoljavajuće.

Slika 10 prikazuje još jednu seizmičku pobudu u vidu dijagrama promene stvarnog bezdimenzijskog ubrzanja tla sa bezdimenzijskim vremenom za slučaj zemljotresa u Odžiji.



Slika 10. Stvarna funkcija promene bezdimenzijskog ubrzanja za zemljotres u Odžiji.

Rešavanjem jednačine (24) za početne uslove (29), dobijaju se vrednosti relativnog bezdimenzijskog pomeranja i relativnog bezdimenzijskog ubrzanja objekta prikazane na Slici 11, a) i b), respektivno.



Slika 11. Dijagram promene bezdimenzijskog a) relativnog pomeranja, b) relativnog ubrzanja i c) apsolutnog ubrzanja izolovanog objekta za zemljotres u Odžiji.

Određivanje apsolutnog ubrzanja objekta se vrši na isti način kao u prethodnom slučaju, pomoću relacija (30)-(32). Dijagram promene ove veličine sa bezdimenzijskim vremenom prikazan je na Slici 11, c). Kako se sa Slikom 10 i 11, c) može videti, ponovo je ostvareno značajno smanjenje odzivnog ubrzanja. Naime, na Slikama 9, c) i 11, c) isprekidanim linijama su obeležene vrednosti bezdimenzijskog ubrzanja - 0.1 g i 0.1 g koje ujedno predstavljaju i maksimalne vrednosti apsolutnog ubrzanja

objekta. Imajući u vidu da je maksimalna vrednost ubrzanja tla u oba slučaja zemljotresne pobude (Slike 8 i 10) približno 1 g (9.81 m/s²) jasno je da je odzivno ubrzanje gotovo desetostruko manje od pobudnog, što je izuzetan rezultat. Ovime je pokazano i da se odzivno ubrzanje zadržava u odgovarajućim granicama bez obzira na intenzitet i frekvenijski spektar pobude. Određivanjem ekstremnih vrednosti relativnog pomeranja sa dijagrama na Slikama 9, a) i 11, a) i njihovim prevođenjem u dimenzijski oblik dolazi se do vrednosti dijapazona relativnog pomeranja koji u slučaju zemljotresa u Kobeu iznosi 78 mm, odnosno 33 mm u slučaju zemljotresa u Odžiji, što su, takođe, zadovoljavajuće vrednosti. Treba napomenuti da su prikazani rezultati saglasni sa eksperimentalnim rezultatima objavljenim u radu [4].

4. ZAKLJUČAK

Analizom mehaničkog i matematičkog modela opruge sa konstantnom restitutionom silom pokazano je da restitutiona sila nije konstantna na celom intervalu izduženja opruge, ali da relativno brzo dostiže svoju asimptotsku vrednost. Takođe, pokazana je i opravdanost njene primene u izolatorima vertikalnih vibracija. Prikazani vibroizolator je jednostavan i kompaktan, a karakterišu ga stabilnost u položaju statičke ravnoteže, relativno veliki radni hod i mogućnost samopodešavanja u mirovanju. Efikasnost izolatora, koja se ogleda kroz značajno smanjenje odzivnog ubrzanja i zadovoljavajući dijapazon pomeranja, je demonstrirana za dva realna slučaja zemljotresne pobude.

5. LITERATURA

- [1] F. A. Votta, "The theory and design of long-deflection constant-force spring elements", *Transactions of the ASME* 74 (1952) 439 – 450.
- [2] C. Y. Wang, L. T. Watson, "Theory of the constant force spring", *Journal of Applied Mechanics* 47 (1980) 956 – 958.
- [3] N. Jovanović, "Opruga sa konstantnom restitutionom silom: modelovanje i primena", Diplomski-master rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2012.
- [4] Y. Araki, T. Asai, T. Masui, "Vertical vibration isolator having piecewise-constant restoring force", *Earthquake Engineering and Structural Dynamics* 38 (2009) 1505 – 1523.

Kratka biografija:



Nikola Jovanović rođen je u Valjevu 1982. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Mehanika (Buka, vibracije i dizajn) odbranio je 2012. godine.

E-mail adresa: njov82@gmail.com



Dr Ivana Kovačić je vanredni profesor na Departmanu za tehničku mehaniku Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Bavi se kvalitativnom i kvantitativnom analizom nelinearnih oscilatornih sistema.

E-mail adresa: ivanakov@uns.ac.rs

GASOVODNI SISTEM U TOPLIFIKACIJI GRADOVA GAS PIPELINE SYSTEM IN THE HEATING OF CITIES

Bojan Marković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisana je opšta metodologija koja se koristi pri izboru sistema za grejanje. Cilj rada je da se opisana metodologija primeni na konkretnom primeru za četiri objekta ukupne instalisane snage 1070 kW, kako bi se odabrao najekonomičniji sistem grejanja. Rad sadrži i projekat gasovodne i vrelovodne mreže, kao i tehno-ekonomski proračun.

Abstract – This thesis describes a general methodology used in the selection of heating systems in cities. The aim of the thesis is to apply the described methodology in a concrete example of four buildings with a total installed capacity of 1070 kW, in order to choose the most economical heating system. Thesis also consists the gas pipeline and the heating network project and technical-economic calculation.

Ključne reči: Prirodan gas, Gasifikacija, Toplifikacija, Uslovna građevinska površina, Novi Sad.

1. UVOD

Stroži ekološki kriterijumi i sve veći nedostatak fosilnih goriva nameću novi standard u svetu kada je reč o racionalnom korišćenju energije za grejanje. Energija koja je potrebna za industrijske potrebe i za potrebe domaćinstava, ne može se posmatrati samo u jednoj dimenziji. Svaki energetska izvor mora da zadovolji međuzavisnost "3E" u vidu energije, ekologije i ekonomije, mada se u poslednje vreme dodaje i efikasnost kao četvrto "E". Energetska efikasnost ima sve veći značaj, pošto potrebe za energijom stalno rastu, a energetska izvori koji su najviše u upotrebi su neobnovljivi, pa samim tim imaju i ograničen vek trajanja.

Cilj ovog rada je da se odredi povoljniji sistem (gasifikacioni ili toplifikacioni) za četiri objekta ukupne instalisane snage 1070 kW, koji će na najbolji način zadovoljiti potrebe toplotnog konzuma. Rezultati koji su dobijeni su za područje grada Novog Sada, ali se uz promene ulaznih podataka, pre svega cene izgradnje i cene priključka sistema, ova metodologija može koristiti i za druga naseljena mesta kod nas.

2. PODACI O OBJEKTIMA

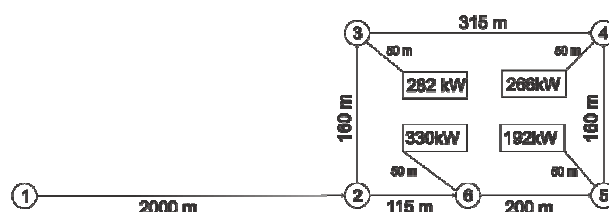
Objekti se nalaze na parceli dimenzija 160x315 m, ukupne površine 0,05 km (5 ha). Osnovni podaci o objektima dati su tabelarno.

Tabela 1. Osnovni podaci o zadatim objektima

	Grejna površina	Broj stanova	Specifično topl. opt.	Toplotni kapacitet
Objekat I	5.342 m ²	151	53 W/m ²	282 kW
Objekat II	4.221 m ²	82	63 W/m ²	266 kW
Objekat III	3.370 m ²	62	57 W/m ²	192 kW
Objekat IV	6.228 m ²	62	53 W/m ²	330 kW

U ovom radu predviđeno je da su gasovodna i vrelovodna mreža iste strukture, odnosno da imaju identične trase, kako bi se moglo izvršiti poređenje dva sistema. Prema tome, broj i dužina deonice, kao i broj čvorova cevovodne mreže, zajednički je za oba modela (gasifikacije i toplifikacije).

Takođe, zadatkom je definisano da ukupna dužina cevne mreže ne sme da bude manja od 3.000 m, te je shodno tome odabrana mreža koja se sastoji od prave deonice ukupne dužine 2.000 m, i prstenastog dela mreže dužine stranica 160x315 m (Slika 1.).



Slika 1. Šematski prikaz cevne mreže

3. TEORETSKI MODEL ZA VARIJANTU GASIFIKACIJE I TOPLIFIKACIJE

Na osnovu teoretskog modela sistema toplifikacije i gasifikacije, analizom određenih područja grada, dobijeni su prvi tehno-ekonomski kriterijumi za definisanje područja u kojima jedan sistem ima prednost u odnosu na drugi [2]. Ti kriterijumi su:

- specifično toplotno opterećenje [MW/km²]
- broj objekata i broj stanova na uslovnoj građevinskoj površini
- specifična dužina vodova (toplovoda, gasovoda) za snabdevanjem [m/stanu].

Uzimajući u obzir ove kriterijume, dobijene su granični vrednosti, koje važe kada je uslovna građevinska površina

NAPOMENA:

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

0,05 km² (5 ha) [5]. U daljem tekstu, data je samo granična vrednost koja odgovara zadatom primeru, dok ostale granične vrednosti nisu prikazane, kako ne bi opterećivale tekst.

1. N = 4 (N je broj objekata), sistem toplifikacije ima prednost u uslovima kada je toplotno opterećenje veće od 20 MW/km² (1.000 na 5 ha), odnosno kada je broj stanova po jednoj zgradi veći od 29, što približno odgovara slučaju kada je ukupna površina stanova po zgradi veća od 1320 m². U ovom primeru prednost ima sistem toplifikacije kada je specifična dužina voda za snabdevanje energijom manja od 8 m/stanu.

U Tabeli 2. definisani su tehno-ekonomski uslovi zadatih objekata koji su potrebni za upoređivanje sa graničnim uslovima u kojima jedan sistem ima prednost u odnosu na drugi.

Tabela 2. Tehno-ekonomski kriterijumi zadatih objekata

Broj objekata [-]	4
Broj stanova [-]	357
Ukupna površina objekata [m ²]	19.143
Ukupni toplotni kapacitet [kW]	1.070
Prosečna površina stana [m ²]	60,41
Toplotno opterećenje [MW/km ²]	21,4
Prosečno specifično toplotno opterećenje [W/m ²]	56,5
Ukupna dužina vodova [m]	3.150
Specifična dužina voda [m/stanu]	8,97

Upoređivanjem graničnih vrednosti sa tehno-ekonomskim podacima (Tabela 2.), dolazi se do zaključka da kod razmatranog modela sistem gasifikacije ima prednost u odnosu na sistem toplifikacije, jer je dužina voda veća od 8 m/stanu.

Međutim, uzimajući u obzir da dati granični uslovi važe za toplotno opterećenje stana od 142 W/m², što nije slučaj kod zadatog modela (56,5 W/m²), potrebno je izvršiti neke korekcije.

Nakon korekcija, dolazi do povećanja zone toplifikacije, tako da bi zadati model prešao u zonu toplifikacije [5]. Može se zaključiti da se zadati model nalazi u blizini granične linije (siva zona) koja razdvaja zonu gasifikacije od zone toplifikacije.

Prema tome, ne može se sa sigurnošću reći koji sistem grejanja ima prednost u odnosu na drugi. Da bi se to utvrdilo, neophodno je uraditi detaljnu analizu koja sledi u nastavku proračuna.

4. PRORAČUN GASOVODNE I VRELOVODNE MREŽE

Proračun gasovodne, odnosno vrelovodne mreže radi se sa ciljem određivanja prečnika cevni deonica, kako bi se zatim mogao uraditi tehno-ekonomski proračun.

Proračun cevne mreže sastoji iz dva dela:

- proračuna prave deonice i
- proračuna prstenastog dela.

Proračun razgranatog dela distributivne gasne mreže izvršen je korišćenjem Strelecove univerzalne jednačine [4]:

$$p_1^2 - p_2^2 = 5.25 \cdot 10^4 \cdot d \cdot Q_{vn}^{1.8} \cdot L \cdot D_u^{1.8} \quad (1)$$

gde su:

$p_1^2 - p_2^2$ [bar²] - pad pritiska za određenu deonicu;

$\rho_n = 0,73$ kg/m³ gustina gasa pri normalnim uslovima ($T = 273$ K, $p = 1,01325$ bar);

$\rho_g = 1,293$ kg/m³ gustina gasa pri standardnim uslovima ($T = 285$ K, $p = 1,01325$ bar);

d [-] - relativna gustina gasa $d = \rho_n / \rho_g$;

L [km] - dužina deonice;

Q_{vn} [Sm³/h] - protok gasa kroz cev;

D_u [mm] - unutrašnji prečnik cevi.

Proračun razgranatog dela distributivne vrelovodne mreže izvršen je korišćenjem jednačine za pad pritiska usled trenja kod realnog fluida:

$$\Delta p_{tr} = \lambda \cdot \frac{L}{D_u} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} = R \cdot L \quad (2)$$

gde su:

Δp_{tr} [Pa] - pad pritiska za određenu deonicu;

λ [-] - koeficijent trenja;

L [m] - dužina deonice;

D_u [m] - unutrašnji prečnik cevi;

ρ [kg/m³] - gustina vode;

v [m/s] - brzina fluida.

Treba napomenuti i to da se prilikom hidrauličkog proračuna mora voditi računa da brzina kod gasovoda ne bude veća od 10 m/s, odnosno kod vrelovoda 1 m/s, kao i to da jedinični pad pritiska ne bude veći od 100 Pa/m. Ukoliko ovi uslovi nisu zadovoljeni, potrebno je izabrati veći prečnik cevi i ponoviti proračun.

Prilikom proračuna prstenastog dela mreže, korišćena je metoda Hardi-Krosa (Hardy-Cross) [3,5]. Na samom početku potrebno je formirati mrežu sa određenom dužinom deonica, a zatim se na osnovu poznate vrednosti protoka pretpostavljaju prečnici u deonicama.

Proračun se izvodi uz poštovanje Kirhofovog (Kirchof) zakona, koji kaže da suma protoka koja ulazi u čvor mora biti jednaka sumi protoka koja iz njega izlazi.

$$\sum_{i=1}^n Q_i = 0 \quad (3)$$

Naredni korak je da se odredi pad pritiska za sve deonice u prstenastoj mreži. Za gasovodnu i vrelovodnu mrežu pad pritiska se računa po jednačini:

$$p_1 - p_2 = \Delta p_i = R_i \cdot L_i \cdot Q_i^2 \quad (4)$$

gde su:

R_i - koeficijent trenja za i -tu deonicu prstena prema Hardi-Kros metodi;

L_i [m] - dužina i -te deonice prstenaste mreže;

Q_i [Sm³/h] - zapreminski protok u i -toj deonici prstena.

Treba uzeti u obzir da se koeficijent trenja R kod gasovoda razlikuje od koeficijenta trenja kod vrelovoda, tj. ne računa se po istoj jednačini.

Za svaki prsten mreže određuje se referentni pozitivan krug strujanja fluida. Suma padova pritiska u prstenu mreže mora da bude jednaka nuli.

$$\sum \Delta p = 0 \quad (5)$$

Ukoliko ovaj uslov nije ispunjen, tada se za deonice prstenaste mreže vrši korekcija protoka. Korekcija protoka može se izračunati po sledećoj jednačini:

$$\Delta Q = - \frac{\sum_{i=1}^n R_i \cdot L_i \cdot Q_i \cdot |Q_i|}{2 \cdot \sum_{i=1}^n R_i \cdot L_i \cdot |Q|} \quad (6)$$

Korekcija ΔQ dodaje se jednačini (4), pa se zatim proračun ponavlja.

4.1 Rezultati proračuna gasovodne i vrelovodne mreže

Na osnovu predstavljenih matematičkih modela dobijeni su rezultati proračuna. Rezultati proračuna su prikazani tabelarno.

Prve dve tabele prikazuju rezultate proračuna gasovodne mreže. U prvoj tabeli (Tabela 3.) dati su rezultati proračuna razgranatog dela, dok su u narednoj (Tabela 4.) prikazani rezultati proračuna poslednje iteracije za prstenasti deo gasovodne mreže.

Tabela 3. Rezultati proračuna pravih deonica gasovodne mreže

Deonica	Prečnik D (mm)	Protok Q (Sm ³ /h)	Pad pritiska Δp (bar)
1 – 2	35,4	107	1,53
3 – 8	27,4	28,2	0,02
4 – 9	27,4	26,6	0,02
5 – 10	20,4	19,2	0,02
6 – 7	27,4	33	0,02

Tabela 4. Rezultati proračuna prstenastog dela gasovodne mreže

Deonica	Prečnik D (mm)	Protok Q (Sm ³ /h)	Pad pritiska Δp (bar)
1 – 2	35,4	54,41	0,13
3 – 8	27,4	20,87	0,16
4 – 9	20,4	7,93	-0,06
5 – 10	35,4	53,13	-0,09
6 – 7	27,4	24,93	-0,14

Naredne dve tabele prikazuju rezultate proračuna vrelovodne mreže. U prvoj tabeli (Tabela 5.) dati su rezultati proračuna razgranatog dela, dok su u narednoj

(Tabela 6.) prikazani rezultati proračuna poslednje iteracije za prstenasti deo vrelovodne mreže.

Tabela 5. Rezultati proračuna pravih deonica vrelovodne mreže

Deonica	Prečnik D (mm)	Protok Q (Sm ³ /s)	Pad pritiska Δp (bar)
1 – 2	79,4	0,00332	0,96
3 – 8	44,2	0,00087	0,04
4 – 9	44,2	0,00082	0,03
5 – 10	35,4	0,00059	0,05
6 – 7	44,2	0,001	0,05

Tabela 6. Rezultati proračuna prstenastog dela vrelovodne mreže

Deonica	Prečnik D (mm)	Protok Q (Sm ³ /s)	Pad pritiska Δp (bar)
1 – 2	55,8	0,00154	0,122
3 – 8	44,2	0,00064	0,159
4 – 9	35,4	-0,00019	-0,028
5 – 10	55,8	-0,00178	-0,112
6 – 7	44,2	-0,00078	-0,140

Posmatrajući rezultate proračuna razgranatog dela gasovodne i vrelovodne mreže, tj., ako pad pritiska kod pravih deonica podelimo sa dužinom deonice, dobija se da je jedinični pad pritiska pravih deonica manji od 100 Pa/m. Takođe, može se uočiti da je ukupan pad pritiska kod prstenastog dela mreže gasovodnog i vrelovodnog sistema jednak nuli. Prema tome, može se zaključiti da su ispunjeni svi uslovi prilikom projektovanja.

4.2. Tehno-ekonomska analiza

Nakon dimenzionisanja gasovodne i vrelovodne mreže, sledi tehno-ekonomski proračun. Glavni parametri za tehno-ekonomski proračun su:

- investicioni troškovi i
- operativni troškovi.

U investicione troškove kod gasifikacije spadaju troškovi za izgradnju gasne mreže i gasnog priključka sa merno regulacionim setom, kao i cena kotla. Kada je reč o toplifikaciji, u investicione troškove spadaju cena izgradnje vrelovodne mreže, cena priključka sa toplotnom podstanicom, ali se, takođe mora uzeti u obzir i deo cene kotla (50%) koji se obračunava kod gasifikacije.

Operativni troškovi kod oba sistema uzimaju u obzir troškove investicionog i tekućeg održavanja sistema, i izražavaju se u procentima od ukupne investicije. Takođe, u ovu grupu troškova spada i cena potrošnje gasa. U Tabela 7. dati su ukupni troškovi za oba sistema.

Kod sistema toplifikacije uzet je u obzir i gubitak toplote prilikom transporta. Ovi gubici su izraženi preko potrošnje gasa, uzimajući da je potrošnja gasa kod sistema toplifikacije veća za 10% u odnosu na gasifikaciju.

Tabela 7. Rezultati tehno-ekonomskog proračuna

	Gasifikacija	Toplifikacija
Investicioni	3.610.647	73.151.375
Operativni	12.067.983	17.907.677
Ukupno	15.678.630	91.059.052

5. ZAKLJUČAK

Posmatrajući rezultate tehno-ekonomskog proračuna, može se uočiti da je cena troškova vrelovoda u svim segmentima značajno veća od cene troškova gasovoda. Cena ukupnih troškova toplifikacije je skoro šest puta veća od cene gasifikacionog sistema. Razlog ovolikoj razlici u cenama leži, pre svega, u znatno većim investicionim troškovima kod sistema toplifikacije-troškovima izgradnje vrelovodne mreže. Za istu količinu energije koju treba dopremiti do potrošača, gasovod ima manji prečnik cevi nego vrelovod, a samim tim i manju cenu. Kada se na ovo doda još i cena predizolovanih čeličnih cevi, koja je znatno veća od cene gasovodnih polietilenskih cevi, onda ne iznenađuje tolika razlika u cenama. Prema tome, gasovod ima značajnu prednost kada je reč o troškovima izgradnje cevne mreže [1].

U operativne troškove spada i godišnja cena potrošnje gasa, koja kod gasifikacionog sistema iznosi 11.803.760 dinara/godini, dok je kod toplifikacionog taj iznos veći za 10% zbog gubitaka (12.984.136 dinara/godini). Preostali iznos (264.223 kod gasovoda i 4.923.541 kod vrelovoda) od ukupne sume operativnih troškova, čine troškovi održavanja od investicije i amortizacioni vek koji je dat na godišnjem nivou. Ako se izostave troškovi potrošnje gasa, može se uočiti da su troškovi održavanja i amortizacije skoro devetnaest puta veći kod toplifikacionog sistema. Razlog tome je, pre svega, u činjenici da su kod gasovodnog sistema investicioni troškovi znatno manji, kao i amortizacioni vek, koji kod polietilenske mreže iznosi 50 godina, dok je kod vrelovodne mreže dvaputa manji, 25 godina. Prema tome, i kod operativnih troškova gas ima značajnu prednost.

Ono što možda najviše interesuje krajnje korisnike jeste poređenje cena grejanja kod oba sistema. Prema studiji koja je rađena na Fakultetu Tehničkih Nauka u februaru tekuće godine, cena grejanja za 2011. godinu grada Novog Sada iznosi [1]:

Tabela 8. Cena grejanja u Novom Sadu za 2011. godinu

Vrsta energenta	Cena grejanja (RSD/m ²)	Tip objekta
Prirodni gas	42	Za stan u zgradi sa zajedničkom kotlarnicom
Prirodni gas	34 – 45	Za stan sa pojedinačnom kotlarnicom
Prirodni gas	64 – 82	Za kuće
Centralno grejanje	86	Za sve objekte

Iz tabele vidi se da je najniža cena grejanja za stan u zgradi sa zajedničkom kotlarnicom (gasovodni sistem iz zadatka), koja je čak dva puta manja od centralnog sistema grejanja (vrelovodni sistem iz zadatka). Konačan zaključak je da je najekonomičniji sistem grejanja za četiri objekta (koja su data u zadatku ovog rada) **gasifikacioni sistem**.

6. LITERATURA

- [1] Uzelac D., Bikić S., Marković B., Strateško planiranje kao i podsticajne mere za povećanje učešća prirodnog gasa u finalnoj potrošnji u cilju povećavanja efikasnosti celine energetskog sistema na nivou lokalne samouprave, studija, FTN, Novi Sad, februar 2012.
- [2] Brkić D., Prirodni gas kao gorivo za grejanje, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2006.
- [3] Bikić S., Glavni projekat regulacione stanice i distributivne gasne mreže za naselje Banoštor, Novi Sad, februar 2008.
- [4] Strelec V., Plinarski priručnik 6. izdanje, Zagreb, 1995.
- [5] <http://www.iea.org/>

Kratka biografija:



Bojan Marković rođen je u Podgorici 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti mašinstva, smer energetika i procesna tehnika, odbranio je 2012. god.

ANALIZA REŠENJA JEDNOGREDE POLUPORTALNE MOSNE DIZALICE ANALYSIS OF SOLUTIONS OF SINGLE GIRDERED SEMI-GANTRY CRANE

Branislav Stevanović, Rastislav Šostakov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je postupak projektovanja poluportalne dizalice male nosivosti, izrada tehničke dokumentacije pojedinih elemenata noseće konstrukcije i statička analiza "noge" u softverskom paketu CATIA. Cilj rada je da se prezentuje tok projektovanja jedne dizaličke mašine izborom gotovih modula i njihovo uklapanje sa ostalim, posebno konstruisanim i dimenzionisanim elementima u zajedničku celinu. Statička analiza krute "noge" predstavlja osnovu za njenu optimizaciju oblika, preseka profila i kritičnih mesta za vezu.

Ključne reči: Poluportalna dizalica, Analiza, Projektovanje dizalice, Primena gotovih modula.

Abstract – This paper presents design procedure of small capacity semi-gantry crane, technical documentation of supporting structure individual elements and structural analysis of "leg element" in the CATIA software package. The aim of this paper is to present a design procedure of crane machine by selecting modules and their integration with other, specifically designed and dimensioned elements in common whole. Static analysis of rigid "leg element" is a foundation for its shape, cross-section profile and critical joint spot optimisation.

Key words: Semi-gantry crane, Analysis, Crane design, Fabricated modules application

1. UVOD

Širok spektar mogućnosti nam pruža dizalica bilo kog tipa, kako u proizvodnoj i montažnoj hali, tako na gradilištu ili u luci. Velika većina roba danas u svetu mora biti pretovareno uz pomoć nekog transportnog sredstva, među kojima se zahteva i upotreba dizalica. Primena određenog tipa dizalice zavisi prvenstveno od vrste tereta koji se podiže, zatim od zahteva transporta, manipulativnog prostora itd. Dizalica je sredstvo mehanizacije koje je već odavno postalo nezaobilazno sredstvo manipulacije različitim teretima.

Ovako širok spektar zahteva, uslovio je razvoj velikog broj raznih tipova dizalica, koje uz mnogobrojne modifikacije nalaze svoje mesto primene u svetu mehanizacije. Ovo takođe uslovljava i veliki broj firmi koje se bave projektovanjem dizalica, što dovodi do sve višeg usavršavanja, kako pogonskih modula, tako i noseće konstrukcije dizalice.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Rastislav Šostakov, red. prof.

Princip modularne gradnje zasniva se na spajanju gotovih komponenti (modula), tako da one međusobno odgovaraju jedna drugoj po pitanju funkcionalnosti, nosivosti, vrsti opterećenja, načinima veza. Prednosti modularne gradnje su, pre svega, mogućnost brze isporuke, manja cena koštanja, veliki broj kataloških komponenti koje su lako dostupne, kao i montaža na mestu postavljanja dizalice.

U industriji najširu primenu našla je mosna dizalica. Ona pruža potpunu racionalizaciju transportnih zahteva i potpuno iskorišćenje radnog prostora. Ukoliko je potreba manja za potpunim iskorišćenjem radnog prostora, primenjuje se portalna ili poluportalna dizalica, koja ima primenu kako unutar industrijskih objekata, tako i na otvorenom prostoru. Na primer, raspored mašina i način postavljanja staze u proizvodnoj hali u mnogome utiče na primenu poluportalne dizalice (slika 1). Kao takva biće predmet analize modularne gradnje, koja ima veliki uspon u svetu, tako će se prvi deo ovog rada odnositi na izbor pogonskog modula dizanja i kretanja dizalice.



Slika 1. Dvogreda poluportalna dizalica

Osnovni deo zadatka obuhvata projektovanje konstrukcije dizalice, zasnovanim na modularnom načinu gradnje i poznatim principima projektovanja nestandardnih delova.

Zadnji segment rada daje kratak osvrt na statičku analizu noseće konstrukcije u računarskom softveru CATIA. Tehnička dokumentacija je izvedena na osnovu 3D modela, koji su takođe urađeni u programskom paketu CATIA.

Osnovni cilj je da se na primeru pokažu najvažniji koraci projektovanja poluportalne dizalice, koristeći gotove module (što značajno skraćuje projektovanje pojedinih sklopova) i njihovo povezivanje sa ostalim elementima, a to zahteva posebno inženjersko razmišljanje i analizu ekonomičnosti cele konstrukcije.

2. ANALIZA I ODABIR REŠENJA

Poluportalna dizalica se sastoji iz glavnog nosača koji je sa jedne strane vezan za bočni nosač, dok se na drugom kraju za njega pričvršćuje „noga“ i na ovim elementima su postavljeni mehanizmi pogona kretanja. Kolica sa pogonom dizanja se pomeraju po glavnom nosaču, poprečno na pravac kretanja cele dizalice. Prema broju glavnih nosača poluportalna dizalica može biti:

- jednogreda poluportalna dizalica i
- dvogreda poluportalna dizalica.

Dvogrede dizalice se koriste kod većih nosivosti i širih raspona staze, dok su jednogrede povoljnije i ekonomičnije za manje raspone i nosivosti.

Važno je naglasiti da je po zahtevu zadatka potrebno formirati koncepciju dizalice, da sa traženim radnim parametrima dizalice pokrije najčešće zahteve malih i srednjih preduzeća. Za projektante i proizvođače dizaličkih mašina je primarno da cena spomenutih dizalica ne nadmaši puno konkurentne cene, a poželjno je i da bude niža.

Jednogrede poluportalne dizalice odlikuju se ekonomičnom konstrukcijom i koriste se za dizanje srednjih pojedinačnih tereta na relativno malim rasponima staze. Pošto je predmet master rada projektantsko rešenje dizalice koja treba da opslužuje unutrašnji prostor (radionice i montažne hale) manjih i srednjih preduzeća, za raspon od 8 m i nosivost 5 t adekvatno je odabrati portalu sa jednogredim glavnim nosačem. S obzirom na radne uslove i režime rada prema JUS M. D1. 020 pogonski mehanizam dizanja spada u 2 pogonsku klasu (koja važi i za noseću konstrukciju), dok je prema FEM i ISO normama odgovarajuća klasa pogonskih mehanizama 2m i 5M.

2.1. Koncepcija jednogrede poluportalne dizalice

Za nosivost dizalice $Q = 5$ t, za rešenje glavnog nosača uvojen je kutijasti poprečni presek, zavaren od limova. S obzirom da je raspon u ovom slučaju 8 m, ovo je povoljnije rešenje, zato što se kod I-nosača mogu pojaviti problemi sa bočnim izvijanjem u horizontalnoj ravni. Naravno, narušavanje elastične stabilnosti se u oba slučaja rešavaju dodavanjem ukrućenja.

2.2. Bočni nosači

Bočni nosači usvajaju se kao gotovi moduli i njihov proračun nije dat. Izrađeni su kao kutijasti moduli, a na njih su pričvršćeni sklopovi pogonskog i slobodnog točka (slika 2).



Slika 2. Primer modula bočnog nosača, DEMAG

2.3. Pokretna kolica sa pogonom dizanja

Pogon dizanja se, takođe, neće proračunavati jer će se usvojiti kao gotov modul, adekvatne nosivosti i sa

odgovarajućim brzinama dizanja 6 i 1 m/min. Predviđeno je da budu viseća kolica, koja se kreću po donjem pojasnom limu. Imajući u vidu zahteve i tražene parametre, najpovoljnije rešenje kolica je Demag-ova izvedba EK DR – Pro, [4]. Proizvođač nudi ovaj modul za nosivosti do 5 t, što se uklapa sa postavkom ovoga zadatka (slika 3).



Slika 3. EK DR - Pro – usvojeno rešenje kolica sa pogonom dizanja i kretanja, DEMAG

3. PRORAČUN GLAVNOG NOSAČA

Zadatkom su definisani 2 najvažnija parametra:

- raspon do 8 m i
- nosivost do 5 t.

Ostali karakteristični parametri dizalica modularnog proizvoda, biće usvajani postepeno, tako da se moduli uklapaju zavisno od karakterističnih parametara za koje budu bili vezani. Za materijal glavnog nosača odabran je nelegiran konstrukcioni čelik sa oznakom EN S 235 JR G2 (odgovara staroj oznaci Č 0361) i naponom tečenja $R_e = 24$ kN/cm².

3.1. Definisanje proračunskih slučajeva i tok dimenzionisanja glavnog nosača

Potrebni proračunski slučajevi definišu se na osnovu SRPS M. D1. 050, [2].

Proračunski slučajevi koje je neophodno proveriti:

(I) Normalni rad, bez vetra:

$$\gamma \cdot (\psi \cdot F_Q + F_G + F_H) \quad (1)$$

(III) Izuzetni uslovi:

b) normalni rad, rad bez vetra, udar u odbojнике:

$$F_Q + F_G + F_{odb} \quad (2)$$

Oznake u izrazima:

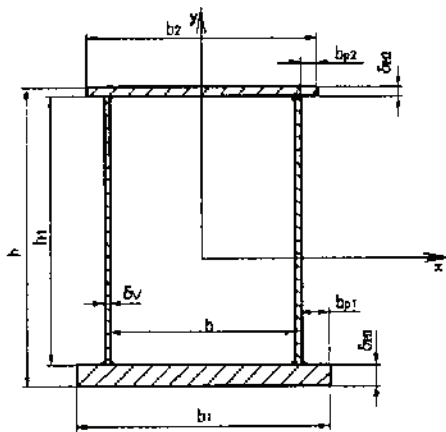
- F_Q - težina tereta,
- F_G - sopstvena težina,
- F_H - dva najnepovoljnija horizontalna opterećenja, osim vetra,
- F_{odb} - udar u odbojнике,
- γ - koeficijent pogonske klase,
- ψ - dinamički koeficijent.

Proračunski slučajevi (II) i (IIIa) se ne proveravaju zato, što dizalica radi u zatvorenom objektu pa nije izložena dejstvu vetra.

Navedeni obrasci su principijelni, označavaju dejstva koja treba istovremeno uzeti u obzir, a ne vrstu opterećenja (sila, moment), niti njihovo algebarsko sabiranje.

3.2. Definisanje preseka i dimenzionisanje glavnog nosača

Potrebne dimenzije poprečnog preseka usvajaju se na osnovu preporuka, [3]. Ove preporuke ne mogu u potpunosti biti ispunjene jer se u ovom slučaju pogon dizanja kreće po donjem pojasnom limu i potrebno je, pored dozvoljenog prepusta, obezbediti i potrebnu debljinu donjeg pojasnog lima, i to tako da ne dođe do trajnih deformacija usled lokalnog savijanja ispod točka kolica. Sledi da će usvojeni poprečni presek biti nesimetričan u odnosu na x - osu, tj. da će x - osa i težište biti pomereni ka donjem pojasnom limu (slika 4).



Slika 4. Geometrija kutijastog poprečnog preseka glavnog nosača

Tok projektovanja glavnog nosača ilustrativno je prikazan na slici 5. Posle usvojenog poprečnog preseka kutijastog nosača potrebno je odrediti njegove karakteristike (površine, momente inercija, ...), koje je moguće izračunati na osnovu poznatih relacija iz *Otpornosti materijala*, ili pomoću pojedinih specijalnih softverskih paketa za noseće strukture (na primer *Krasta*). Računski naponi u određenim presecima nosača, nastali pod dejstvom opterećenja u horizontalnoj i vertikalnoj ravni upoređuju se sa dozvoljenim naponima za definisani materijal nosača.

Na osnovu preporuka iz literature potrebno je proveriti da li je neophodno postaviti podužna i poprečna ukrčenja unutar preseka, da bi se sprečilo izbočavanje limova, odnosno bočno izvijanje nosača (ređi slučaj kod kutijastih nosača).

Ovakva provera elastične stabilnosti sprovedena je prema nacionalnim standardima SRPS U. E7. 121 i SRSP U. E7. 101, [2].

Nakon definisanja karakteristika zavarenih sastava, izvršena je i provera nosećih šavova, koja se bazira na određivanju uporednih napona.

Glavni nosač se povezuje sa bočnim nosačem i krutom "nogom" pomoću veze sa podešenim zavrtnjevima, pa se dimenzionisanje ovih spojeva mora posebno sprovesti.



Slika 5. Tok projektovanja glavnog nosača

Pošto se radi o specifičnoj mašini, u zadnjim fazama moraju se posebno razraditi pojedini konstruktivni detalji dizalice (na primer rama "noge"), što u praksi često zahteva i angažovanje tima od par ljudi iz domena proizvodnje dizalica, kao i tehnologa. Nakon odobrenog konstruktivnog rešenja izrađena je tehnička dokumentacija glavnog nosača, veznih ploča i "noge" u softveru CATIA.

4. STATIČKA ANALIZA "NOGE" DIZALICE

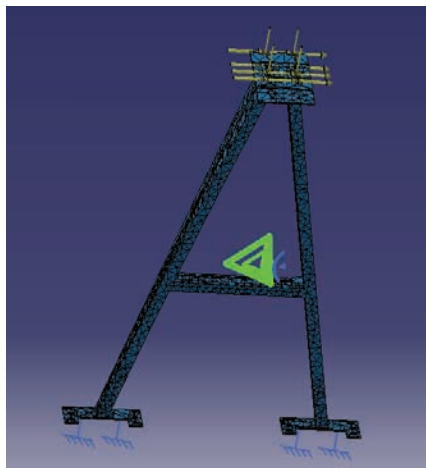
Analiza "noge" portalnog dela dizalice je takođe realizovana u softverskom paketu CATIA. Glavni gredni nosač nije ispitivan, jer se kompletan proračun odnosio na njega i u svim aspektima je zaključeno da su zadovoljeni uslovi opterećenja pod kojima se može naći u toku svog radnog veka.

"Noga" portalnog dela dizalice je formirana na osnovu preporuka [1], kao i preporuka [3], kod koje je bilo potrebno ispitati da li tako dimenzionisan element može

podneti opterećenja za koja se predviđaju da će se pojaviti u toku rada dizalice.

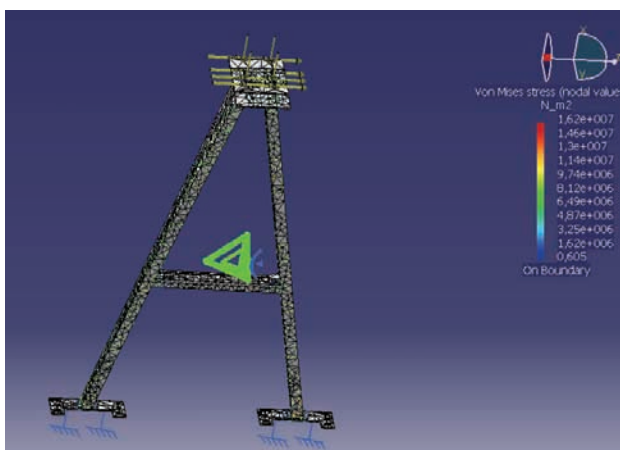
Pošto se radi o portalnom delu dizalice, pored vertikalnih opterećenja u obzir uzeta su i opterećenja usled dejstva horizontalnih sila u pravcu kretanja dizalice duž dizaličke staze. Uticaj zakošenja na dizalicu i opterećenja koje se javlja usled toga, nisu uzimana u obzir. Razmatrana je inercijalna sila koja se javlja pri maksimalnom mogućem usporenju (blokiranje točkova dizalice).

Na slici 6 prikazan je umreženi model "noge" sa konačnim elementima tetraedarskog oblika i jasno se vide opterećenja, pa čak i ograničenja koja se odnose na oslanjanje modela.



Slika 6. Umreženi model "noge"

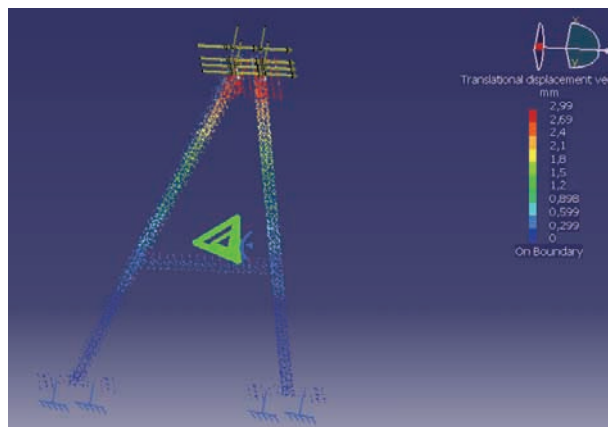
Slika 7 ilustruje naponsko stanje u modelu nakon izvršene analize, gde se jasno vidi da je "noga" značajno predimenzionisana, pa se daljim koracima optimizacije može rekonstruisati i to bi rezultiralo značajnim uštedama materijala.



Slika 7. Naponsko stanje u modelu

Analizom pomeranja pojedinih tačaka konstrukcije (slika 8) zaključeno je da su pomeranja veoma mala (svega par mm), što takođe govori o tome da su u prvom koraku usvojeni jaki i predimenzionisani profili.

Donji deo, tj. niže od postavljene "prečke" gde se vezuju sklopovi identični kao gornji bočni nosač takođe zahteva rekonstrukciju da bi se izbegli problemi sa izvijanjem i nepoželjnim deformacijama.



Slika 8. Deformacije posmatrane konstrukcije

5. ZAKLJUČAK

U radu prikazan je prvenstveno tok projektovanja noseće konstrukcije poluportalne dizalice, uzimajući u obzir preporuke kako pravilnika i standarda koji se odnose na dizalice, tako i preporuke proizvođača komponenti koje su prisutne u domenu konstruisanja dizalice. Sve provere koje su sprovedene daju očite rezultate o tome u kojoj meri su pojedini delovi konstrukcije predimenzionisani i gde bi optimizacija mogla da nađe sebi mesto kao prikladan alat u uštedi materijala i ceni koštanja dizalice.

U radu je izvršena analiza konstrukcije "noge" u softverskom paketu CATIA, gde se kao zaključak javlja potreba da se pristupi optimizaciji rešenja, smanjenja mase konstrukcije, i to rezultira pozitivnim efektima u proizvodnji jedne ovakve dizalice. Predimenzionisanje bilo kog dela konstrukcije utiče na izbor ostalih komponenti, u ovom slučaju modula, jer se radi i o modularnoj gradnji, pa samim tim povećava i cenu komponenti i celokupne dizalice.

6. LITERATURA

- [1]. Александров М. П., Решетов Д. Н.: Атлас конструкций - Подъемно-транспортные машины, МАШИНОСТРОЕНИЕ, Москва, 1973.
- [2]. Standardi: JUS M. D1. 020, SRPS U. E7. 101, EN 13001 - 1/97, DIN 15018 T. 1/84, SRPS U. E7. 081/1986, SRPS U. E7. 121, SRPS M. D1. 050.
- [3]. Petković Z., Ostrić D.: Metalne konstrukcije u mašinogradnji 1, Beograd, 1996.
- [4]. <http://www.demagcranes-ag.de/catalogue>

Kratka biografija:



Branislav Stevanović rođen je u Beogradu 1988. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Mehanizacija i konstrukciono mašinstvo odbranio je 2012. god.



Rastislav Šostakov rođen je u Beogradu 1949. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2007. god. Oblasti rada su Transportno i građevinsko mašinstvo, Elektromotorni pogoni i prenos snage i Pogonska čvrstoća.

NUMERIČKA I EKSPERIMENTALNA ANALIZA PROCESA SAVIJANJA LIMA U V - KALUPU

NUMERICAL AND EXPERIMENTAL ANALYSIS OF V-PROFILE BENDING

Milorad Betegalo, Miroslav Plančak, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu su prikazane karakteristike procesa savijanja V – profila u kalupu. Izvršena je numerička i eksperimentalna analiza savijanja ovog procesa, kao i uporedna analiza dobijenih rezultata. Numeričkom i eksperimentalnom analizom ustanovljeno je negativno elastično vraćanje pri savijanju u V – kalupu sa uglovima na alatu od 90°.

Abstract – In this paper characteristics of V-profile bending are presented. Numerical and experimental analysis of this process is performed, as well as comparison of obtained results. Results determined with experiment and simulation showed negative springback for bending in the die with 90° angle.

Ključne reči: Savijanje, Negativno elastično vraćanje, Numerička simulacija, Eksperimentalna istraživanja

1. UVOD

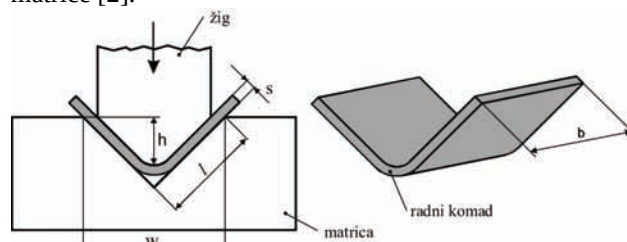
Savijanje je metoda obrade deformisanjem kojom se obrađuju limovi, trake, elementi od žice, cevi, šipkasti materijali kao i pripremljeni iz ovih polufabrikata. Ova metoda je jedna od najčešće primenjivanih metoda tehnologije plastičnog deformisanja koja omogućava izradu širokog asortimana proizvoda različitih dimenzija, od nekoliko milimetara do nekoliko metara. U većini slučajeva deformacija obuhvata manji deo zapremine materijala (lokalno deformisanje), ali ima izuzetaka gde je deformacija zapreminska, kao kod kružnog savijanja [1]. U ovom radu prikazani su rezultati numeričke analize i eksperimentalnih istraživanja procesa savijanja lima u V – kalupu, kao i uporedna analiza rezultata. Takođe je analiziran uticaj elastičnih deformacija na tačnost obratka, tzv. elastično vraćanje.

2. KARAKTERISTIKE PROCESA SAVIJANJA U V - KALUPU

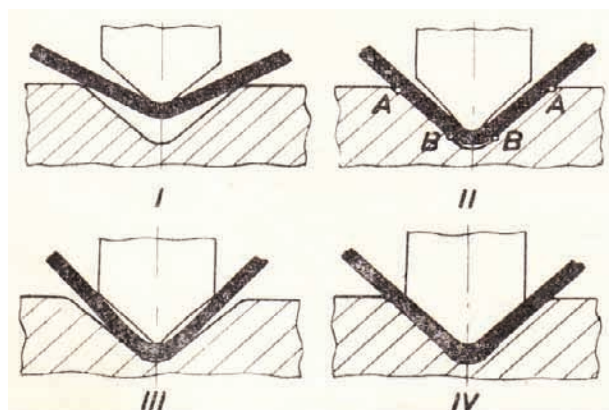
Savijanje V - profila u kalupu se vrši alatom čije radne površine odgovaraju V – profilu (slika 1). Bočne površine žiga i matrice su izvedene pod uglom koji odgovara uglu savijanja komada.

U toku procesa savijanja V – profila u kalupu se mogu uočiti četiri faze (slika 2). U prvoj fazi (I) vrši se slobodno savijanje komada sve do momenta dok ravni krakovi komada ne postanu paralelni sa bočnim stranama matrice i ne nalegnu na matricu (faza-II). U momentu kada se

ostvari kontakt između krakova komada i bočnih površina matrice, šema procesa se menja i rastojanje između oslonaca se naglo smanjuje, jer se mesta dodira komada sa matricom premeštaju iz tačaka A u tačke B. Kod daljeg savijanja rastojanje između oslonaca i unutrašnjih radijusa komada se smanjuju. Istovremeno se smanjuje i ugao između krakova komada, te se krakovi zakreću sve dok se sa svojim krajevima ne oslone na bočne stranice žiga (III faza). U konačnom momentu deformacije, kada se ostvari kontakt između bočnih površina žiga, matrice i krakova komada po celoj njihovoj dužini, srednji deo plastično deformisanog komada se konačno oblikuje po radijusu žiga, a krakovi komada se konačno ispravljaju sve do njihovog naleganja na bočne površine matrice (faza IV). Iz ovog prikaza se može uočiti da u toku savijanja ugao između krakova komada dva puta dobija vrednost ugla matrice [2].



Slika 1. Šema savijanja V – profila u kalupu



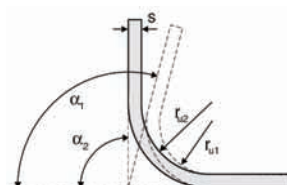
Slika 2. Faze savijanja V – profila u kalupu

2.1. Elastično vraćanje

Proces plastičnih deformacija uvek prate i elastične deformacije, te se i kod savijanja pri prestanku dejstva žiga, javlja elastično vraćanje obratka za veličinu elastičnih deformacija (slika 3). Ova pojava je kod savijanja veoma značajna, jer se pri konstrukciji alata za savijanje mora uzeti u obzir [3].

NAPOMENA:

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



Slika 3. Elastično vraćanje

α_2 – ugao na obratku posle elastičnog vraćanja,
 α_1 – ugao alata,
 r_{u1} – radijus alata,
 r_{u2} – radijus obratka posle elastičnog vraćanja.

3. EKSPERIMENTALNO ISTRAŽIVANJE SAVIJANJA LIMA U V – KALUPU

U tabeli 1. prikazani su podaci o uzorcima koji su korišćeni u eksperimentalnom istraživanju procesa savijanja u V – kalupu.

Tabela 1. Podaci o uzorcima

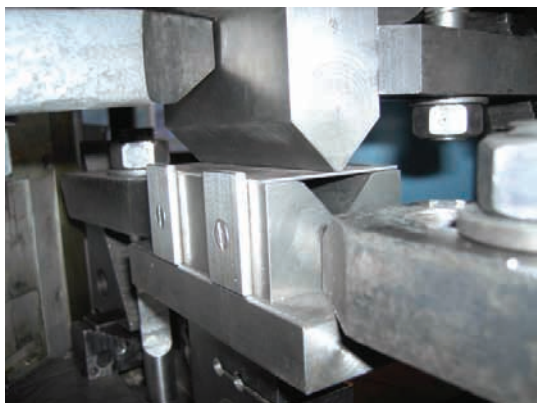
Materijal (lim):	Uzorak broj:	Debljina s [mm]	Dužina b [mm]
Č.0146	A-0,8	0,8	100
	A-1	1	100
	A-1,25	1,25	100

Merenje dimanzija alata je vršeno na koordinatnoj mernoj mašini "DEA Global Performance" (slika 4). Ugao na žigu iznosi $89^{\circ}58'41''$, a na matrici $89^{\circ}58'25''$. Radijus na žigu je 2,8921mm, a na matrici 5,5mm.



Slika 4. Merenje dimenzija alata

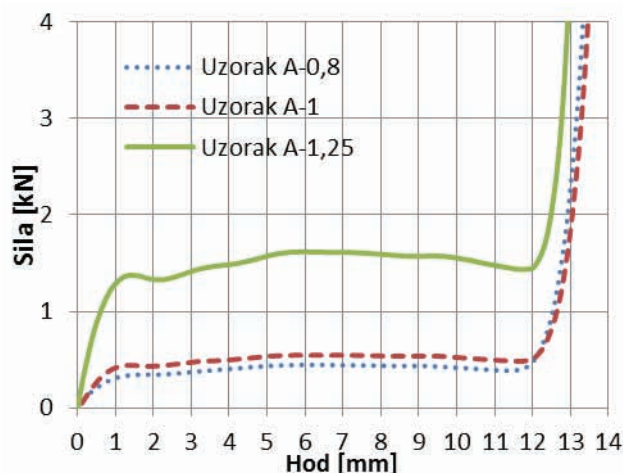
Alat koji je prikazan na slici 5 postavljen je na hidrauličnu presu Sack&Kiesselbach 630, nominalne sile 6300 kN. Ispod alata je montiran uređaj Spider 8, davač hoda HBM $\overline{F}$ 50mm i davač sile HBM 50kN.



Slika 5. Alat za savijanje V – profila u kalupu

3.1. Dijagram sila – hod

U toku procesa savijanja pomoću pomenutog uređaja koji je prikazan na slici 5. i uz pomoć softvera *Catman easy* merena je sila savijanja u odnosu na hod alata. Na osnovu ovih podataka dobijen je dijagram sila – hod. Dijagram sila – hod za različite uzorke prikazan je na slici 6.



Slika 6. Dijagram sila – hod

3.2. Elastično vraćanje

Posle savijanja na uzorcima su mereni uglovi i radijusi pomoću koordinatne merne mašine "DEA Global Performance" (slika 7). Rezultati vrednosti uglova i radijusa prikazani su u tabeli 2.



Slika 7. Merenje uzoraka

Tabela 2. Veličine uglova i radijusa na uzorcima (eksp.)

Materijal (lim):	Uzorak broj:	Ugao [°]	Radijus [mm]
Č.0146	A-0,8	$89^{\circ}37'$	2,23
	A-1	$89^{\circ}25'$	2,65
	A-1,25	$89^{\circ}42'$	2,35

Iz tabele 2. se vidi da su svi uglovi manji od 90° , što znači da pri eksperimentalnim istraživanjima dolazi do pojave negativnog elastičnog vraćanja.

4. NUMERIČKA ANALIZA PROCESA SAVIJANJA U V – KALUPU

Numerička analiza procesa savijanja u V- kalupu rađena je u programskom paketu *Simufact.Forming* za koji FTN

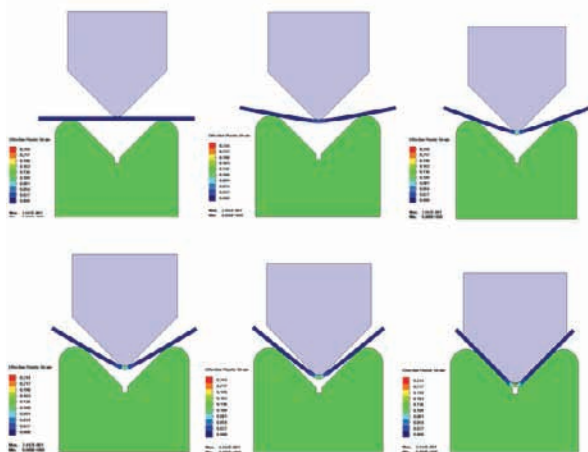
posедуje licencu. Ovaj programski paket predstavlja vrlo efikasno sredstvo koje se koristi u tehnologiji plastičnog deformisanja. Zasnovan je na metodi konačnih elemenata, praktičan je i relativno jednostavan za korišćenje.

Modeli alata (žig i matrica) su modelirani u CAD paketu *SolidEdgeV18* po dimenzijama alata koji je korišten u eksperimentalnom ispitivanju, a potom su importovani u program *Simufact.Forming*. Pripremak za savijanje je definisan u samom programu jer je jednostavnog oblika prema dimenzijama pripremake korišćenih u eksperimentu (Tabela 1).

Programski paket *Simufact.Forming* posедуje bazu podataka nekih materijala, ali postoji i mogućnost manuelnog unošenja osobina materijala uzorka. Pošto u bazi podataka ne postoji materijal Č 0146, materijal uzorka je definisan na osnovu jednačine krive tečenja za Č 0146 koja je preuzeta iz literature.

Tok procesa simulacije prikazan je na slici 8.

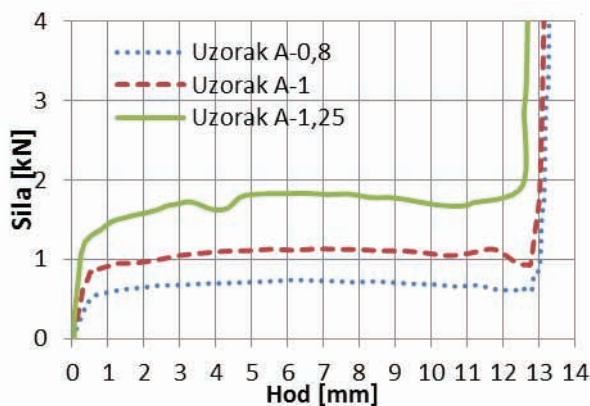
U daljem tekstu prikazani su rezultati simulacije procesa savijanja, dijagram sila – hod i elastično vraćanje.



Slika 8. Tok simulacije procesa savijanja u V – kalupu

4.1. Dijagram sila – hod:

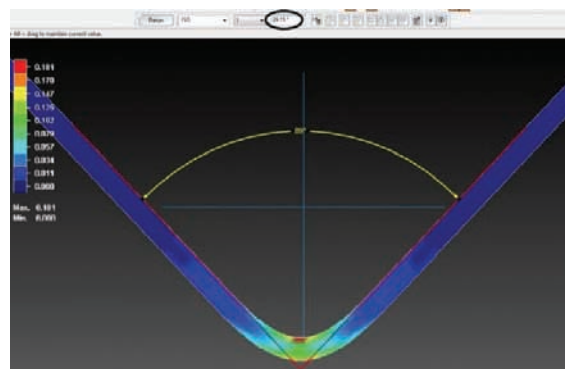
Za sve uzorke lima dobijeni su rezultati promene sile savijanja u odnosu na hod alata, a rezultati su prikazani na slici 9.



Slika 9. Dijagram sila - hod

4.2. Elastično vraćanje

Na slici 10. prikazan je primer merenja ugla na savijenim uzorcima.



Slika 10. Merenje uglova posle savijanja

Veličine uglova na uzorcima posle simulacije prikazani su u tabeli 3.

Tabela 3. Veličina uglova na uzorcima (simulacija)

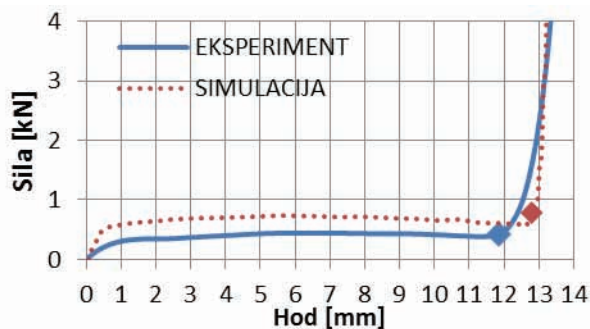
Materijal (lim):	Uzorak broj:	Debljina s [mm]	Ugao [°]
Č.0146	A-0,8	0,8	89°06'
	A-1	1	89°01'
	A-1,25	1,25	89°09'

Iz tabele 3. se vidi da su svi uglovi manji od 90°, što znači da i pri numeričkoj analizi dolazi do pojave negativnog elastičnog vraćanja.

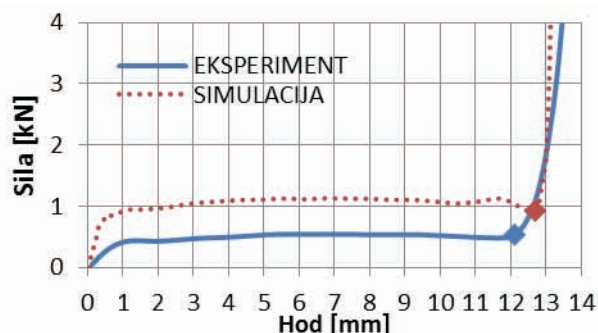
5. UPOREDNA ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA

5.1. Uporedni dijagrami sila – hod

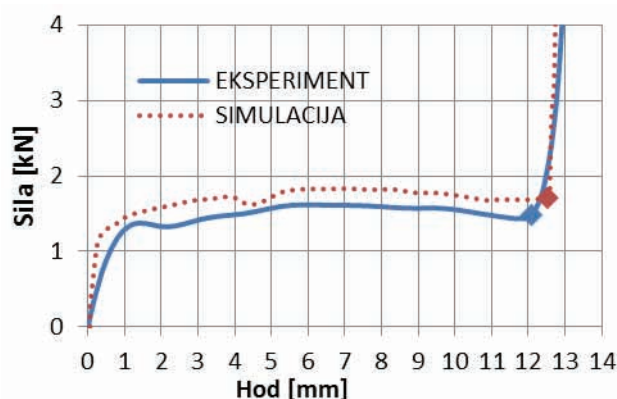
Na slikama 11, 12 i 13 dati su uporedni dijagrami sila – hod za tri ispitivana uzorka.



Slika 11. Uporedni dijagram sila – hod za uzorak A-0,8



Slika 12. Uporedni dijagram sila – hod za uzorak A-1



Slika 13. Uporedni dijagram sila – hod za uzorak A-1,25

Sa dijagrama (slike 11, 12 i 13) se vidi da u rezultatima ima određenih odstupanja simulacije u odnosu na eksperiment. Treba napomenuti, za sve uzorke, da odstupanje koje nastaje u trenutku kada se ostvari kontakt između bočnih površina žiga, matrice i krakova uzorka (označene tačke na dijagramima) se javlja zbog toga što nije uvek moguće zaustaviti presu na početku procesa, kada žig samo dodirne uzorak, zbog inercije pokretnog dela prese. Kada žig dodirne uzorak u programu se sila i hod postave na nulu i od tog trenutka se mere rezultati, dok je u simulaciji moguće tačno podesiti početak procesa. Npr. ako žig ne zaustavimo na vreme i on deluje na uzorak sa hodom od 0,5mm po osi savijanja, imaćemo grešku u trenutku skoka sile od 0,5mm jer smo nulirali proces pri dejstvu žiga po osi savijanja od 0,5mm. Odstupanja u silama savijanja je moguće da se dešavaju zbog toga što je kriva tečenja ($K - \varphi$) preuzeta iz literature, umesto da je izvršeno zatezanje na kidalici kako bi se dobila stvarna kriva tečenja za uzorke.

5.2. Elastično vraćanje

U tabeli 4. prikazana su odstupanja uglova na uzorcima dobijeni numeričkom i eksperimentalnom analizom procesa savijanja u V – kalupu.

Tabela 4. Odstupanja u uglovima

Uzorak br.:	Ugao [°]		
	Simulacija	Eksperiment	Odstupanja
A-0,8	89°06'	89°37'	31'
A-1	89°01'	89°25'	24'
A-1,25	89°09'	89°42'	33'

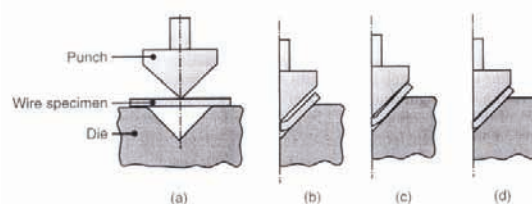
Iz tabele 4 se vidi da su svi uglovi na uzorcima negativni, tj. da imamo pojavu negativnog elastičnog vraćanja. Razlog negativnog elastičnog vraćanja objašnjen je u poglavlju 5.3. ovog rada.

Moguće je da se razlika u veličini uglova dešava zbog toga što je kriva tečenja ($K - \varphi$) preuzeta iz literature, umesto da je izvršeno zatezanje na kidalici kako bi se dobila stvarna kriva tečenja za uzorke.

5.3. Negativno elastično vraćanje

U određenim uslovima može nastati i tzv. "negativno elastično vraćanje" (negative springback), tj. ugao obratka se nakon vađenja iz alata smanjuje. To se može objasniti analizom slike 14. Ako izvadimo deo u momentu (b) pojaviće se pozitivan ugao elastičnog vraćanja (springback). U trenutku (c) ivica dela dodirne žig. To

znači da u daljem toku deformisanja deo (lim) se savija u suprotnom smeru nego u fazama (a-b).



Slika 14. Razlog pojave negativnog elastičnog vraćanja

Takođe u fazama (a-b) žig i lim nemaju isti radijus, a u fazi (d) ti radijusi su isti. Nakon rasterećenja od sile lim u fazi (d) se uvija ka unutra jer je u fazama (c-d) bio savijen u suprotnom smeru od onog u (a-b) i to na vrhu žiga i na krajevima lima. Dakle, u fazama (a-b) se stvaraju uslovi za pozitivno elastično vraćanje, a u fazama (c-d) uslovi za negativno elastično vraćanje. Ta dva elastična vraćanja se superponiraju pa kao krajnji rezultat može nastati negativno elastično vraćanje (negative springback) [4].

6. ZAKLJUČAK

Numeričkom i eksperimentalnom analizom procesa savijanja u V – kalupu prikazani su rezultati dijagrama sila – hod i potvrđena je pojava negativnog elastičnog vraćanja. Iz svega navedenog u ovom radu može se reći da se rezultati simulacije u velikoj meri slažu sa rezultatima eksperimentalnih istraživanja, što je ohrabrujuće kako za inženjere koji će ih u budućnosti sve više koristiti, tako i za proizvođače programskih paketa za numeričke analize.

7. LITERATURA

- [1] M. Plančak, D. Vilotić, "Tehnologija plastičnog deformisanja (Metal forming technology)", FTN Novi Sad, 2007.
- [2] B. Musafija, "Obrada metala plastičnim deformisanjem", Svjetlost, Sarajevo, 1988.
- [3] V. Vujović, "Obrada deformisanjem u mašinstvu (I deo)", FTN Novi Sad, 1977.
- [4] S. Kalpakjian and S. R. Schmid, "Manufacturing processes for engineering materials", Singapore, London, New York, Toronto, Sidney, Tokyo, Madrid, Mexico City, Paris, Capetown, Hong Kong, Montreal, 2010.

Kratka biografija:



Milorad Betegalo rođen je u Trebinju 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Savremene tehnologije obrade materijala (Tehnologije plastičnog deformisanja), odbranio je 2012.god.



Mirolav Plančak rođen je u Kuli 1945. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1984. god., a od 1995 je u zvanju redovnog profesora. Oblast interesovanja su Tehnologija plastičnog deformisanja, Brza izrada alata i prototipova, virtuelno inženjerstvo i dr.

PRIMENA SOFTVERSKOG PAKETA COMSOL MULTIPHYSICS ZA ANALIZU ELEKTROHEMIJSKOG TRETMANA TUMORA**APPLICATION OF COMSOL MULTIPHYSICS SOFTWARE TOOL FOR ANALYSIS OF ELECTROCHEMICAL TREATMENT OF TUMORS**Zorica Gavrilović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj - U ovom radu dat je opis simulacije modela elektrohemijškog tretmana tumora korišćenjem softverskog paketa COMSOL Multiphysics. Elektrohemijski tretman tumora podrazumeva tretiranje bolesnog tkiva jednosmernom strujom propuštenom kroz metalne elektrode umetnute u tumor. Predstavljeni su simulacioni rezultati za pH vrednost, koncentraciju vodonika, koncentraciju hlora i gustinu struje prilikom ovog tretmana. U radu su takođe prikazana i moguća poboljšanja predloženog modela u cilju razvoja ove metode i optimalnije primene.

Abstract – In this paper simulation of electrochemical treatment of tumors using COMSOL Multiphysics software tool is described. The electrochemical treatment of tumours implies that tumour tissue is treated with a continuous direct current through metal electrodes placed inside the tumour. Simulation results for pH profile, concentration of hydrogen, concentration of chloride and current density during this treatment are described. Some possible improvements of proposed model are also presented with the aim to further develop this method and application in an optimal way.

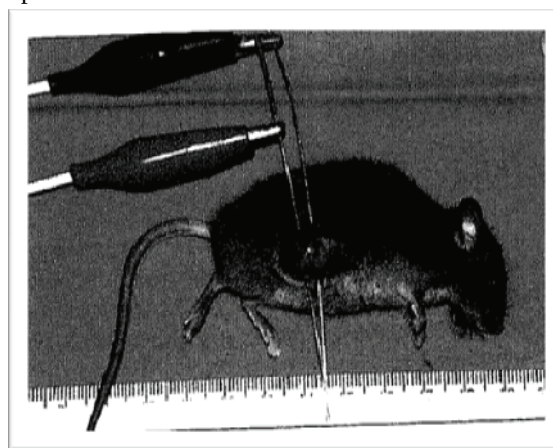
Ključne reči: COMSOL, tumor, elektrohemijski tretman

1. UVOD

Elektrohemijski tretman (EChT) tumora je terapija u kojoj je tkivo tumora tretirano neprekidnom jednosmernom strujom kroz jednu ili više elektroda smeštenih u tumor ili blizu tumora. Izveštaji o dobijanju anti-tumorskog efekta primenom nisko-naponske jednosmerne struje datiraju iz perioda kraja devetnaestog veka [1]. Međutim, interesovanje za njegove osnovne mehanizme i moguću terapeutsku upotrebu bilo je vrlo slabo sve do 1959. kada su Humphrey i Seal izvestili o svojim ohrabrujućim rezultatima koje su dobili primenom tretmana na sarkomima kod miševa [2]. Sledeći ovo, broj naučnika koji su primenjivali EChT na tumorima životinja i u kliničkim istraživanjima sve je više rastao.

Björn Nordenström, švedski profesor radiologije, jedan je od začetnika tretmana tumora jednosmernom strujom i primene kombinovanih terapija na pacijentima. Najveći značaj ove metode ogleda se u njenoj primeni kod pacijenata koji su iz različitih razloga nepodesni za

medicinski, radioterapijski i hemoterapijski tretman. Predložena je kombinovana terapija koja se sastoji od elektrohemijškog pred-tretmana i određenog hirurškog zahvata. U idealnom slučaju, elektrohemijski tretman će uništiti tumorska žarišta koja nisu opažena i zahvaljujući tome, post-operativni povratak tumora biće izbegnut. Nekoliko različitih pristupa je primenjeno u radu sa strujom, uključujući različite oblike elektroda, različite materijale i konfiguracije kao i različite intenzitete struja i različito trajanje tretmana. Na slici **Sl.1** prikazan je primer izvršavanja elektrohemijske terapije na modelu tumora kod pacova.



Slika 1. Isporučka elektrohemijske terapije

Svaki korak terapije morao je biti određen prema uputstvima švedskog nacionalnog udruženja za laboratorijske životinje koja su obuhvatala smanjivanje, preradu i zamenu *in vivo* eksperimenata na životinjama eksperimentima *in vitro* uz neophodnu verifikaciju *in vivo*.

2. OPŠTE KARAKTERISTIKE SOFTVERSKOG PAKETA COMSOL Multiphysics

COMSOL Multiphysics je moćno interaktivno okruženje za modelovanje i rešavanje mnogih vrsta naučnih i inženjerskih problema baziranih na parcijalnim diferencijalnim jednačinama. Pristup softveru ne zahteva duboko poznavanje matematičkih ili numeričkih analiza. Modeli se izgrađuju češće na osnovu relevantnih fizičkih karakteristika kao što su – osobine materijala, opterećenje, priključci, izvori i fluksevi, nego na osnovu definisanja odgovarajućih jednačina. Osnovne karakteristike COMSOL Multiphysics-a su rešavanje parcijalnih diferencijalnih jednačina metodom konačnih elemenata kojima se predstavlja čitav model. Pogodnosti softvera su u pojednostavljenju problema i u smanjenju vremena simu-

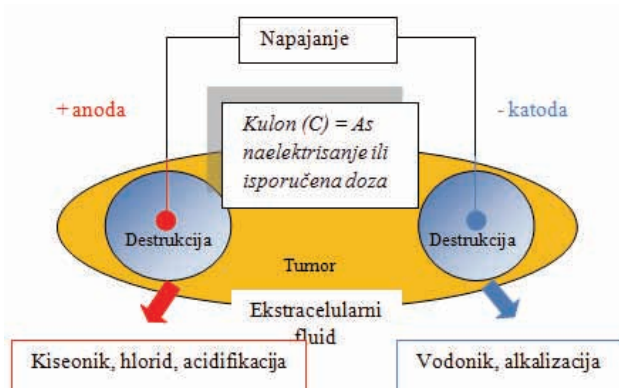
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Goran Stojanović, vanr.prof.

lacije. U osnovnoj konfiguraciji COMSOL nudi modelovanje i analize u mnogim oblastima [3].

3. PRINCIPI ELEKTROHEMIJSKOG TRETMANA TUMORA

Elektrohemijski tretman tumora podrazumeva tretiranje bolesnog tkiva direktnom strujom propuštenu kroz metalne elektrode umetnute u tumor. Kada je izvršena elektroliza nad tkivom, na anodi se dešavaju dve reakcije – evolucija kiseonika i proizvodnja hlora. Reakcija evolucije kiseonika dovodi i do proizvodnje H^+ jona što snižava pH blizu anode. Treba istaći da proizvodnja hlora takođe dovodi do smanjenja pH kroz hidrolizu hlora. Jedan efekat niskog pH je trajno uništenje hemoglobina u tkivu što rezultuje uništenjem tumorskog tkiva. Na slici **Sl.2** dat je šematski prikaz principa elektrohemijškog tretmana tumora.



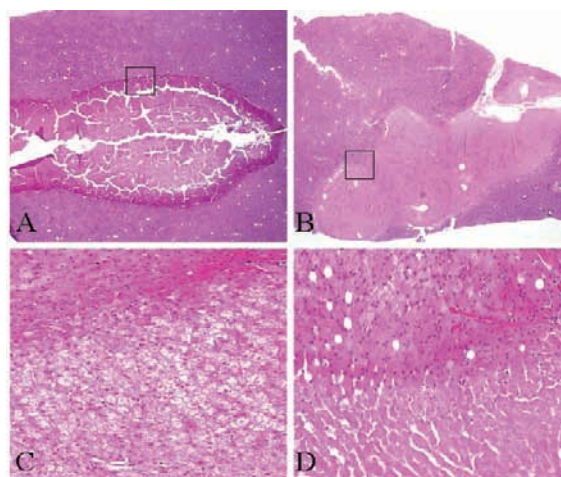
Slika 2. Šematski prikaz tretmana elektrohemijškog tretmana tumora

Izazov u razvoju ovog metoda tretmana kancera jeste u predviđanju doze potrebne za uništavanje tumora. Jedan od mogućih načina za planiranje potrebne doze jeste modelovanje reakcija koje se dešavaju u blizini elektroda. U cilju izučavanja efekta elektrohemijškog tretmana na normalno tkivo, mlečne žlezde kod 52 ženki pacova, koje su težile od 270-350g, tretirane su (1-5mA, 10-85min) pod totalnom anestezijom koristeći midazolam (Dormicum®, Roche, Stockholm) 1.2mg/ml i fentanyl-fluanisone (Hypnorm®, Janssen Animal Health, Buckinghamshire, UK) razblažen u odnosu 1:4, koji je ubačen i.p. 0.3ml/100g (Flecknell, 1993) u terminalni, akutan eksperiment. Oprema korišćena za ovaj tretman prikazana je na slici **Sl.3**.



Slika 3. Oprema korišćena za EChT. U pozadini se vidi potencijostat. U prvom planu Palm pilot IIIx spojen je sa prenosnom tastaturom

Vršeno je ispitivanje da li je *in vivo* model planiranja doza razvijen za jetru pacova pouzdan za vrste tkiva jetre veće mase - pasa ili eventualno ljudi [4]. Lezije tkiva dobijene su u odnosu na četiri elektrode (pas) i u radu sa konfiguracijom sa dve elektrode (pas i pacov). EChT je praćen makroskopskim, histopatološkim i ultrastrukturnim istraživanjem. Sferične (pacov) ili cilindrične (pas) zapremine lezija su ispitivane i uzeti su uzorci za pomenuta istraživanja. Histopatološko ispitivanje potvrdilo je sferičnu i cilindričnu/elipsoidnu oblast destrukcije tkiva, ali je tip nekroze drugačiji oko anode i katode, respektivno, **Sl.4**.



Slika 4. Histopatološko ispitivanje normalne jetre psa, korišćenjem dve elektrode. A) široka i jasno definisana oblast koagulativne nekroze je primećena (uvećanje 10.5X). Sve četiri lezije se primećuju u velikom komadu tkiva jetre. Anodna lezija je dehidrirana, sa piknotičkim jezgrom i malim obodom perifernog preloma na granici. B) Katodске lezije (isto uvećanje kao u A) su edemske sa ćelijskim oteklinama i povremenim razaranjem membrana plazme. I anodna i katodska lezija imaju veoma ostru granicu sa normalnim tkivom. C) jače uvećanje (420X) na granici destrukcije u okolini anode. D) pokazuje katodski par za C).

4. REZULTATI I DISKUSIJA

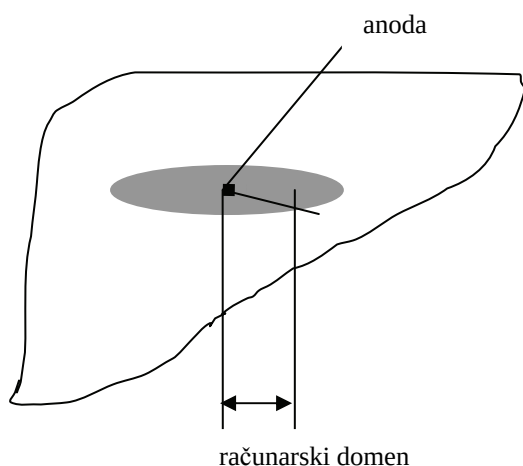
U radu je predstavljen model koji koristi Nernst -Plankov aplikativni mod za predviđanje transporta i reakcije u elektrolizi tumorskog tkiva. Elektroda u obliku igle je smeštena u tumor i pretpostavljeno je da se transport vrši radijalno u ovu elektrodu i iz elektrode, **Sl.5**.

Čestice koje su tretirane u modelu su protoni, hlorid i natrijum. Ovaj jednostavan model uzima u obzir samo 1D aksijalni model transporta između dve tačke.

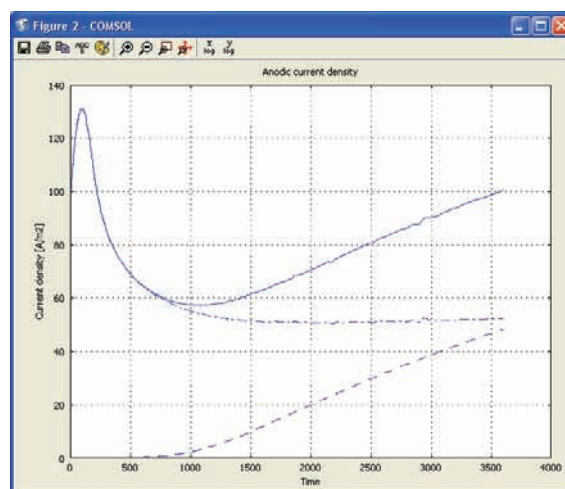
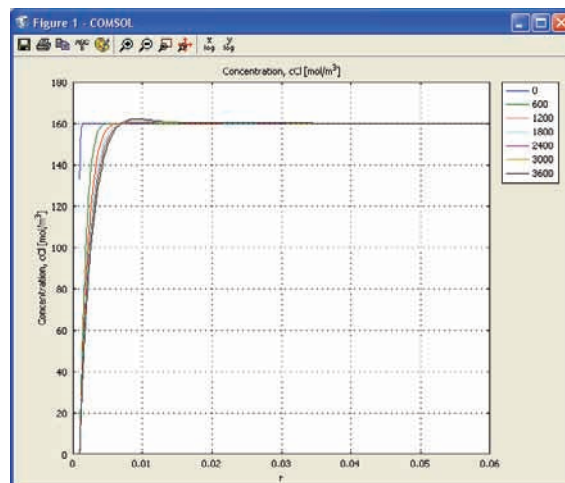
Dobijeni grafici prikazani su na slici **Sl.6**.

Na osnovu prikazanih grafika utvrđeno je da se brzo dostižu pH vrednosti manje od 2 što ima za posledicu početak destrukcije tumora. Zabeležen je kontinualni pad koncentracije hlora u blizini površine anode. Ukupna struja opada onom brzinom kojom koncentracija hlora raste.

Kada je gustina struje najveća, velika količina protona se proizvede i pomera se ka unutrašnjosti domena kako se gustina struje smanjuje.

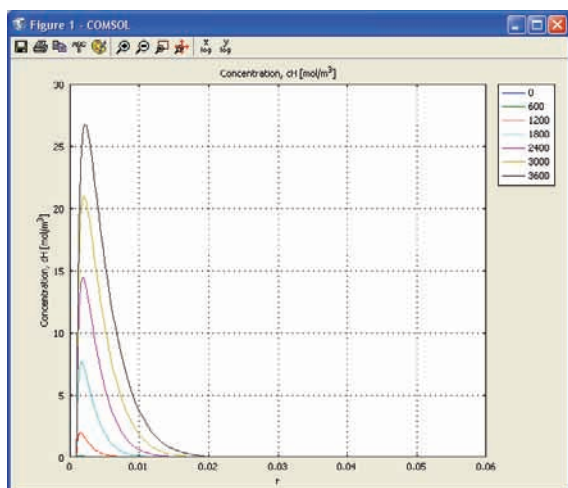
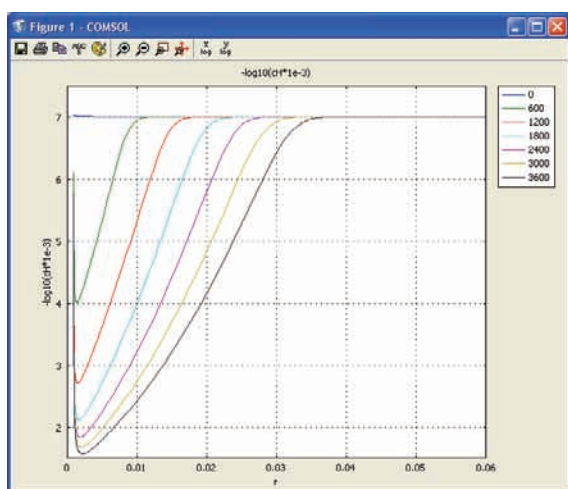


Slika 5. Cilindrično modelovanje domena u tumoru

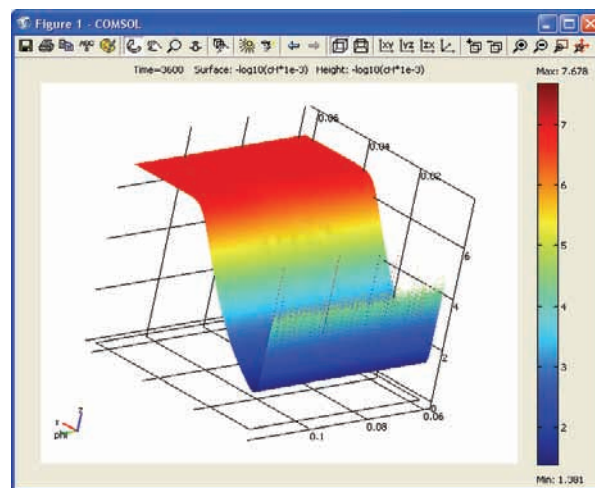


Slika 6. Nastavak

Paralelno sa ovim, razmatran je 2D aksijalni model. Kao primer ovog modela, na slici SI.7 prikazan je dobijeni grafik profila pH vrednosti.

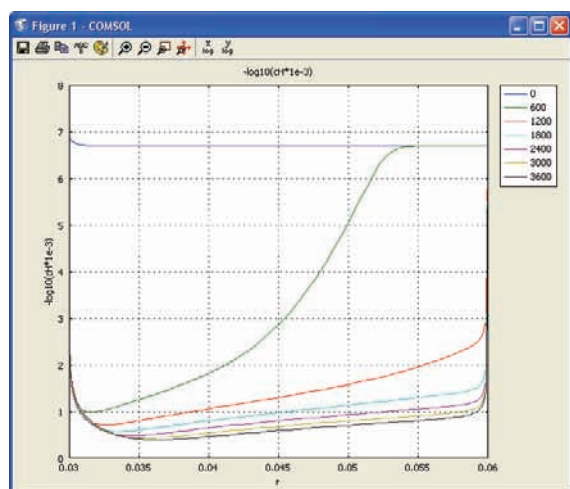


Slika 6. Dobijeni grafici relevantnih veličina tokom simulacije 1D modela - profil pH vrednosti, koncentracija vodonika, koncentracija hlora i gustine struja, respektivno

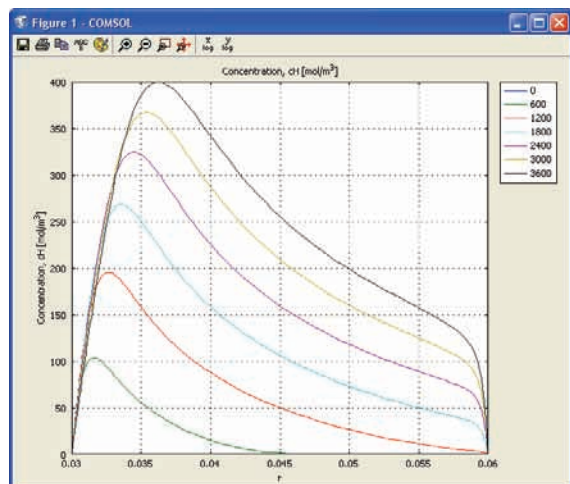


Slika 7. Grafik dobijen u slučaju 2D aksijalne simetrije modela. Uočava se legenda na kojoj su označene vrednosti predstavljene veličine, i to dvojako - brojno i različitim bojama koje se kreću od plave do crvene, odnosno od minimuma do maksimuma, respektivno

Izvršena je modifikacija osnovnog 1D modela ubacivanjem još jedne elektrode identičnih karakteristika na polovini rastojanja između već postojeće elektrode i granice domena. Zabeležen je niz promena, od kojih su najvažnije prikazane na graficima na slikama **Sl.8** i **Sl.9**.



Slika 8. Profil pH vrednosti za drugi subdomen



Slika 9. Koncentracija vodonika za drugi subdomen

Uočava se da je model složeniji u odnosu na osnovni. Sprovedena je analiza promena koje su nastupile. Dobijene su veće vrednosti rezultata na mestima koja su od značaja za dati proces. Važi i obrnuto. Međutim, nisu sve promene koje su nastupile povoljne. Dobijene su znatno veće vrednosti struje za novoubačenu elektrodu od onih koje su navedene u osnovnom modelu. To bi se moralo regulisati nekim dodatnim mehanizmima. Jedna od ideja za dalju modifikaciju modela jeste u skraćivanju vremena trajanja procesa. Razlog za to je što se maksimum gustine struje javlja tek u kasnijim vremenskim trenucima i na ovaj način bi se mogle izbeći najveće vrednosti gustine struje koje u svakom slučaju predstavljaju smetnju.

5. ZAKLJUČAK

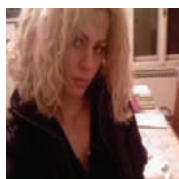
U ovom radu prikazane su opšte karakteristike softverskog paketa COMSOL Multiphysics i analizirana njegova primena u Elektrohemijskom tretmanu tumora. Paralelno su prikazani 1D i 2D aksijalni model tretmana i izvršena je modifikacija 1D modela ubacivanjem dodatne elektrode. Zabeležene su najvažnije promene i rezultati. Na kraju može se zaključiti da će ubrzani razvoj moćnih računara omogućiti da se ova tehnika uništavanja tumora još više usavrši, svakom narednom modifikacijom unapredi postojeći model i da elektrohemijski tretman tumora postane uobičajena tehnika lečenja tumora sa što većim procentom uspešnosti i što manje štetnih posledica po ljude.

Cilj ovih istraživanja je od velikog značaja za celokupni živi svet.

6. LITERATURA

- [1] F.H. Martin, Electrolysis in gynaecology; with a report of three cases of fibroid tumour successfully treated by the method, J. Am. Med. Assoc. 7 (1886)61-68; 85-90.
- [2] C.E. Humphrey and E.H. Seal, Biophysical approach toward tumour regression in mice, Science 130 (1959) 388-390.
- [3] www.comsol.com
- [4] Henrik von Euler, Electrochemical Treatment of Tumours, 2002.

Kratka biografija:



Zorica Gavrilovic rođena je 1981. u Rumi. Diplomski-master rad odbranila je 2011.godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva.

**REGULACIJA PRITISKA U GRANAMA POTROŠAČA SA PRIORITETIMA
VODOVODNOG SISTEMA****PRESSURE REGULATION IN BRANCHES OF CONSUMERS WITH PRIORITIES OF
THE WATER SUPPLY SYSTEM**Bojan Bjelić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast– ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu je odrađena regulacija pritiska u granama potrošača. Na osnovu vrednosti pritiska u granama, pumpa donosi odluku da li da ubrza, uspori ili da zadrži svoju brzinu. Sam proces regulacije pritiska je praćen sistemom za crpljenje i sistemom za preradu vode. Prvo se voda crpi pomoću dva pumpna agregata a zatim se sirova voda dovodi do sistema za preradu. Prerađena voda se dalje distribuira do sistema za distribuciju, a zatim do potrošača. Sama regulacija pritiska je objašnjena i pomoću fuzzy regulatora, gde se pomoću fuzzy regulatora reguliše brzina pumpe.

Abstract – In this paper was presented pressure regulation in branches of consumers. Based on values of pressure in branches, the pump is making a decision: to accelerate, to slow down or to keep it current speed. The process of pressure regulation itself is followed by a system for draining water, and by a system for water purification. First water is drained by two pump aggregates, and then crude water is led to the system for water purification. Purified water is then distributed to the system for water distribution, and then to the consumers. The pressure regulation itself is explained with a fuzzy regulator too, where speed of a pump is regulated by a fuzzy regulator.

Ključne reči: Pressure regulation, code sys, fuzzy logic

1. UVOD

Pod vodovodima se, u širem smislu gledano ne podrazumevaju samo cevovodi za transport i distribuciju vode, već i sva postrojenja i uređaji koji su u funkciji razmatranog vodosnabdevanja.

Šta će, pored cevovoda, vodovod da sadrži zavisi od namene vodovoda, vrste i mesta izvorišta, vodozahvata i drugih uticajnih faktora.

U opštem slučaju pored cevovoda vodovod čine vodozahvatni objekat, pumpne stanice, postrojenja za prečišćavanje i preradu vode, rezervoari, uređaji za zaštitu od hidrauličnog udara i dr.

Gradski vodovodi su po pravilu višefunkcionalni, jer pored obezbeđenja potreba za pijaćom vodom, obezbeđuju i vodu za polivanje zelenih površina i pranje ulica, pa i potrebe industrijske vode koja ne zahteva kvalitet vode za piće.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Velimir Čongradac, docent.

Gradski vodovodni sistem čine:

Vodozahvatni objekat na reci - njegov zadatak je da prihvati vodu iz reke ili jezera, onemogućiti prodor grube mehaničke nečistoće i stvori povoljne uslove za usisavanje vode.

Crpna pumpna stanica – ima zadatak da usisava vodu iz vodozahvatnog objekta i preko postrojenja za prečišćavanje transportuju vodu do rezervoara čiste vode, koji je u sastavu crpne pumpne stanice.

Postrojenje za prečišćavanje vode – služe za prečišćavanje vode (preradu vode) i pripremanje vode za dalju distribuciju do potrošača.

Rezervoar čiste vode,

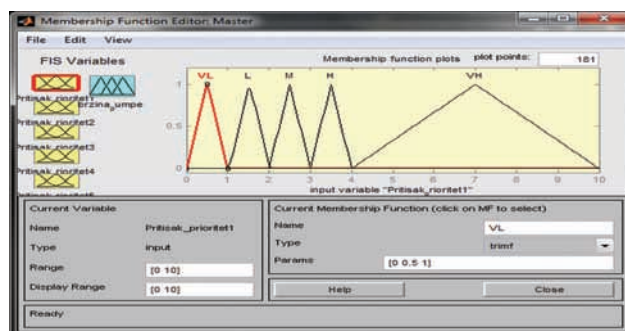
Potisne pumpne stanice - imaju zadatak da vodu iz rezervoara prečišćene vode transportuju do napornog rezervoara.

Naporni rezervoari – nazivaju se rezervoari iz kojih voda može gravitacijski da dođe sa natpritiskom do potrošača.

Naporni cevovodi – cevovodi kojima se voda dovodi do razvodne vodovodne mreže. [1]

2. FUZZY LOGIKA

Jedan od načina na koji se može regulisati pritisak u granama potrošača jeste da se koristi *fuzzy* regulator. Na njegov ulaz se dovode pritisci u granama potrošača sa različitim prioritetima, dok na izlazu imamo pumpu za regulaciju pritiska. Na **slici 1.** je prikazana funkcija pripadnosti za Pritisak_prioritet1. Svi ostali pritisci imaju identične funkcije pripadnosti tako da neće biti razmatrane u daljem tekstu.



Slika 1.- Funkcije pripadnosti Pritisak_prioritet1

Rasplinuti skupovi ulazne promenljive Pritisak_prioritet1 ima sledeće značenje: VL – jako nizak, L – nizak, M – srednji(dobar), H – visok i VH – jako visok. Za ostale ulazne promenljive funkcije pripadnosti su identične.

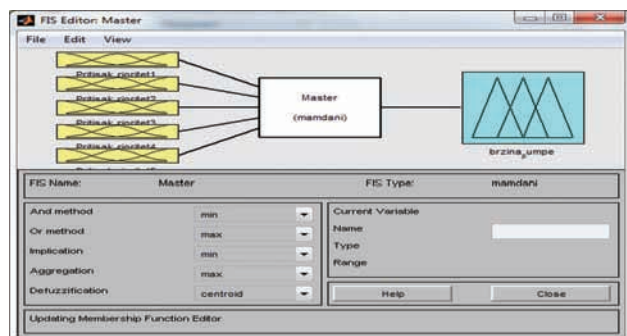
Prostor razmatranja za sve ulazne promenljive je od 0 – 10 bar, a funkcije pripadnosti navedenih skupova imaju oblik trougaonih funkcija.

Rasplinuti skupovi izlazne promenljive brzina pumpe imaju sledeće značenje. S – usporava, M – srednja(dobra), GS – ubrzava.

Prostor razmatranja promenljive „brzina pumpe“ je od 0 do 2048 obr/min. Ako je pritisak u cevovodu nizak, tada se zahteva ubrzavanje pumpe da bi se dostigla željena vrednost pritiska u granama potrošača. U tom slučaju brzina pumpe je u opsegu između 1024 i 2048 obr/min. Ako je pritisak u granicama dobrog pritiska tada se ne zahteva usporavanje/ubrzavanje pumpe i brzina pumpe je u granici između 512 i 1024 obr/min. Kada je pritisak u cevovodu visok tada brzina pumpe opada i kreće se u opsegu između 0 i 512 obr/min u cilju smanjivanja pritiska u cevovodu.

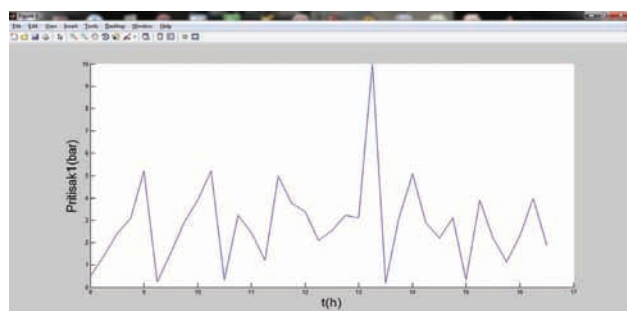
Na **slici 2.** je prikazana struktura fuzzy regulatora za regulaciju pritiska pomoću pumpe.

Na osnovu vrednosti pritisa u granama potrošača kao što je već ranije rečeno, pumpa donosi odluku da li da ubrza, uspori ili da zadrži trenutnu brzinu.

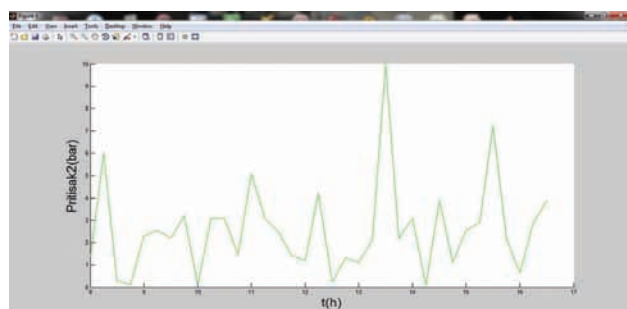


Slika 2.- Struktura fuzzy regulatora za regulaciju pritiska pomoću pumpe

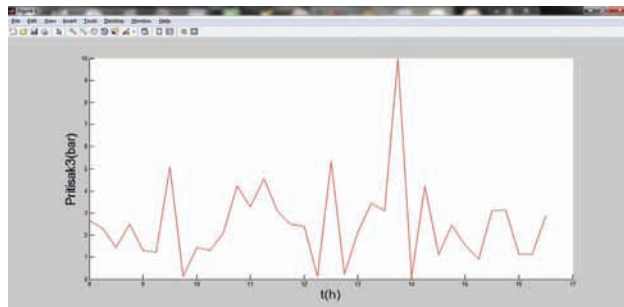
U nastavku je prikazano ponašanje svih ulaznih promenljivih kao i ponašanje odziva samog sistema.



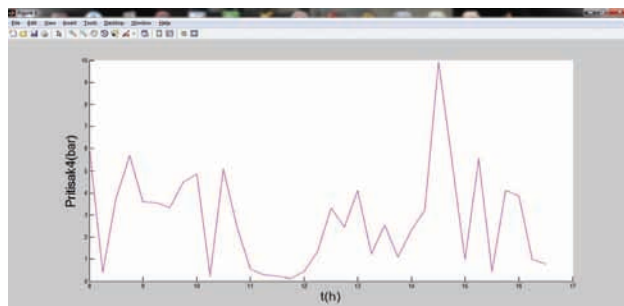
Slika 3.- Pritisak prioritet1



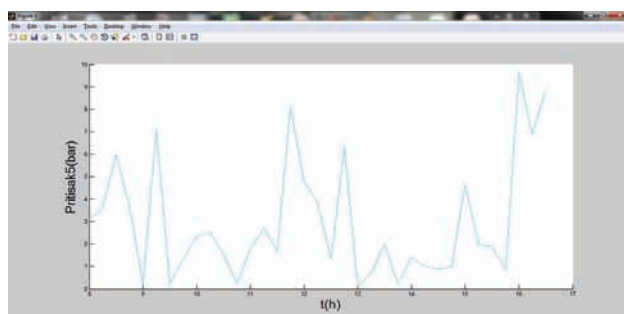
Slika 4.- Pritisak prioritet 2



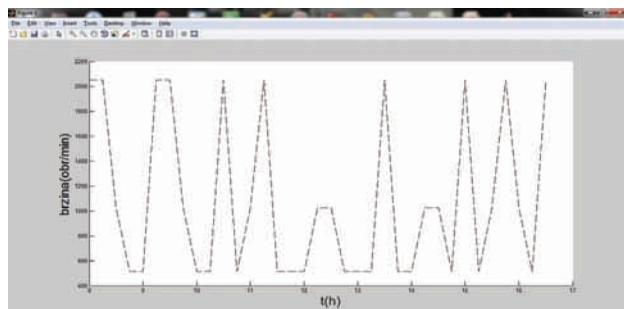
Slika 5.- Pritisak prioritet3



Slika 6.- Pritisak prioritet4



Slika 7.- Pritisak prioritet5



Slika 8.- Brzina pumpe

Sa grafika se jasno vidi da ako je pritisak nizak brzina motora se povećava u cilju postizanja željene brzine. Pritisak prioritet 1 je grana sa najvećim prioritetom dok je Pritisak prioritet 5 grana sa najnižim prioritetom. Da bi se materija na bliži način donela čitaocu razmotrićemo nekoliko slučajeva.

U trenutku 8:00h vidimo da je pritisak u grani sa prioritetom 1 jako nizak, u grani sa prioritetom 2 nizak, pritisak sa prioritetom 3 dobar, pritisak sa prioritetom 4 jako visok i pritisak sa prioritetom 5 visok. Na osnovu tih vrednosti u posmatranom trenutku vidimo da je pritisak sa najvećim prioritetom u granicama niskog pritiska što automatski zahteva ubrzavanje pumpe u cilju dostizanja željenog pritiska. Grafički prikaz brzine pumpe prikazan je na **slici 8.**

U trenutku 10:00h vidimo da je pritisak sa prioritetom 1 dobar, pritisak sa prioritetom 2 dobar, pritisak sa prioritetom 3 nizak, pritisak sa prioritetom 4 jako visok i pritisak sa prioritetom 5 nizak. Pošto je pritisak sa najvećim prioritetom dobar pumpa zadržava svoju brzinu u granicama između 512 i 1024 obr/min..

U trenutku 13:20h pritisak sa prioritetom 1 je jako visok, pritisak sa prioritetom 2 nizak, pritisak sa prioritetom 3 dobar, pritisak sa prioritetom 4 nizak i pritisak sa prioritetom 5 jako nizak. Tada se zahteva usporavanje pumpe u cilju smanjivanja pritiska u potrošačkim granama. Tada je brzina pumpe u opsegu između 0 i 512 obr/min.

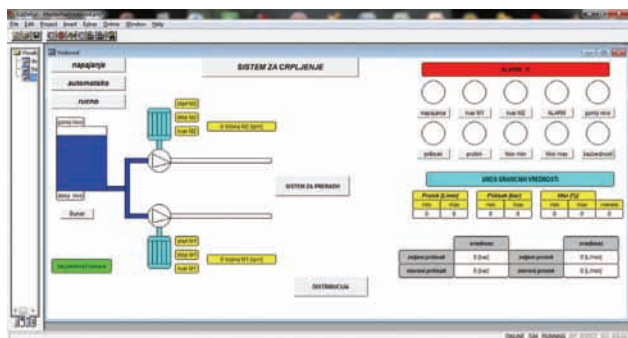
3. CRPNA PUMPNA STANICA

Obezbeđena su dva režima rada u sklopu našeg sistema, ručni i automatski režim rada. Automatski režim rada podrazumeva da PLC upravlja sa svim uređajima u skladu sa implementiranim softverom, dok ručni režim rada govori da operator ručno zadaje brzinu motora i na osnovu toga reguliše protok.

Crpna pumpna stanica ima zadatak da ispumpava vodu iz vodozahvatnog objekta i da je preko sistema za preradu distribuira do rezervoara čiste vode.

Ako ima vode u bunaru tj. ako detektor za donji nivo ne javi da nema više vode u bunaru, voda se preko pumpnih agregata crpi i dalje se preko cevi prosleđuje do sistema za preradu vode. Dva pumpna agregata se koriste iz tog razloga da ako se jedna pumpa pokvari, druga preuzme njenu ulogu i time spreči zaustavljanje celog sistema. Omogućen je unos graničnih vrednosti protoka, pritiska i rezidualnog hlora od strane operatora. Ako se desi da neka od promenljivih izađe van dozvoljenih granica doći će do alarmne signalizacije. Da bi se pokrenuo sam proces crpljenja, potrebno je da protok u cevovodu bude konstantan tj. potrebno je da je mereni protok bude jednak željenom protoku. Kada je taj uslov ispunjen, startuje se pumpa i počinje proces crpljenja vode iz bunara i dovođenje vode do sistema za preradu vode, o čemu će biti reči u sledećem poglavlju.

Na **slici 9**, prikazana je crpna pumpna stanica.



Slika 9.- Crpna pumpna stanica

4. SISTEM ZA PRERADU VODE

Prečišćavanje vode se vrši iz tri razloga :

Iz zdravstvenih razloga – uklanjanje bakterija i hemijski nepoželjnih materija, dodavanje fluora i dr,

Iz estetskih razloga – uklanjanje mutnoće, boje, mirisa, ukusa,

Za potrebe industrije – uklanjanje tvrdoće, korozivnosti i dr.

Danas postoji tehnologija kojom se, praktično svaka voda može dovesti u stanje higijenske ispravnosti. Međutim često su te metode skupe i ekonomski neisplative. Stoga je izuzetno značajno da se zemljište, podzemne i površinske vode manje zagađuju.

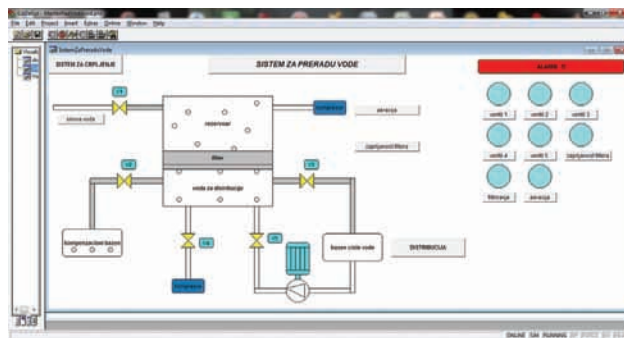
Sedimentacija(taloženje) je uklanjanje čestica iz vode pomoću gravitacije.

Filtracijom se iz vode uklanjaju preostale suspendovane čestice, bakterije i drugi mikroorganizmi.

Aeracija je uvođenje kiseonika u vodu dok se pod dezinfekcijom podrazumeva uništavanje patogenih i uslovno patogenih bakterija i smanjivanje ukupnog broja živih klica [2].

4.1 OPIS SISTEMA ZA PRERADU VODE

Sistem za preradu vode obezbeđuje preradu sirove vode koja se zatim distribuira do rezervoara čiste vode a odatle do potrošača. Nakon što voda dospe do rezervoara sirove vode, primenjuju se procesi aeracije (uvođenje kiseonika u vodu) i filtracija (uklanjanje preostalih suspendovanih čestica). Prečišćena voda se distribuira do bazena čiste vode a dalje do potrošača. Na **slici 10**, prikazan je sistem za preradu vode.



Slika 10.- Sistem za preradu vode

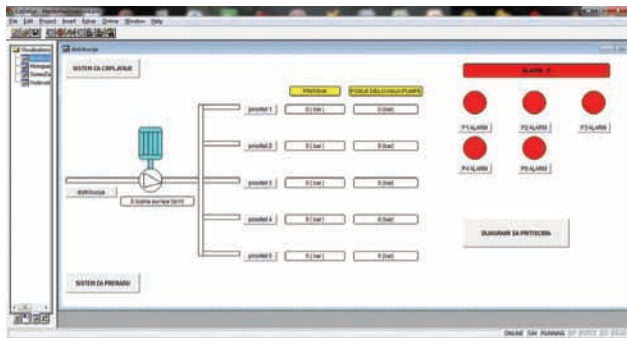
U sistemu za preradu vode je obezbeđena detekcija zaprpljanosti filtera. U slučaju detekcije zaprpljanosti filtera dolazi do niza sledećih akcija. Zatvara se ventil 1 za dovod sirove vode, sačeka se da opadne nivo vode u filterskom bazenu. Zatim se uključuje kompresor koji ispumpava svu prljavštinu iz filtera. Taj prljavi sloj se spira tako što se pomoću pumpe u povratnoj grani voda crpi iz bazena čiste vode. Ta čista voda pomešana sa prljavim slojem se spira u bazen prljave vode –kompenzacioni bazen a odatle se dalje izvozi na deponiju.

5. SISTEM ZA DISTRIBUCIJU

Nakon što prerađena voda dospe do bazena čiste vode, voda se dalje pomoću pumpe dovodi do potrošača. Postoji pet grana potrošača sa različitim prioritetima. Grana sa najvećim prioritetom je označena sa "**Prioritet 1**" dok je grana sa najmanjim prioritetom označena sa "**Prioritet5**". Prva vrednost pritiska predstavlja trenutnu vrednost pritiska dok druga vrednost predstavlja vrednost pritiska nakon delovanja pumpe(ubrzavanja ili usporavanja). Ako je brzina pumpe dobra, vrednosti pritiska u granama potrošača ostaju nepromenjene. Pritisci u granama su raspoređeni u 5 nivoa: jako nizak(0 – 1 bar), nizak(1 – 2

bar), dobar(2 – 3 bar), visok(3 – 4 bar) i jako visok(4 – 10 bar).

Na osnovu vrednosti pritiska u granama potrošača pumpa donosi odluku da li da ubrza, uspori ili da zadrži trenutnu brzinu. Ako je potrebno ubrzanje pumpe, brzina raste sa 1024 obr/min na 2048 obr/min a ako se zahteva usporenje brzina pumpe opada sa 1024 obr/min na 512 obr/min. Na **slici 11.** prikazan je sistem za distribuciju vode.



Slika 11.- Sistem za distribuciju vode

Da bi se materija na bliži način donela čitaocu, napomenuću još neke stvari. Pretpostavka je da se pod **Prioritetom 1**, podrazumevaju bolnice, zdravstvene ustanove kao i druge objekte koji su jako važni u svakodnevnom životu. Pod **Prioritetom 2** smatramo vojne ustanove, kasarne, hotele, restorane, fakultetske ustanove i dr. **Prioritetom 3** smatramo zalevanje gradskog zelenila i pranje gradskih ulica. **Prioritet 4** čine gradske ulice, manji delovi grada, dok pod **Prioritetom 5** podrazumevamo domaćinstva, porodična imanja i dr.

5. ZAKLJUČAK

Predmet ovog rada je bila izrada elektro projekta automatike sistema za vodosnabdevanje. Pored same automatizacije omogućen je nadzor i kontrola nad celim sistemom. Izborom odgovarajuće opreme, povećana je sigurnost i postignuta finansijska ušteda. Glavni zadatak ovog projekta je regulacija pritiska u granama potrošača.

U drugom poglavlju je bilo reči o *fuzzy* logici, strukturi *fuzzy* regulatora i tipovima *fuzzy* regulatora. Detaljno je objašnjeno kako se ponaša pumpa u skladu sa promenama ulaznih promenljivih. Grafički prikaz ulaznih promenljivih i izlazne promenljive pumpe je prikazan u drugom poglavlju. Za grafičko predstavljanje svih promenljivih koršćen je programski paket matlab.

Ceo sistem se kao što smo videli sastoji od crpne pumpne stanice, sistema za preradu i sistema za distribuciju. U samom sistemu distribucije na osnovu pritiska u granama potrošača, pumpa donosi odluku o tome da li da ubrza, da li da uspori ili da zadrži svoju trenutnu brzinu.

Treće poglavlje pokazuje samu funkcionalnost crpne pumpne stanice, četvrto poglavlje prikazuje sistem za preradu vode dok peto poglavlje predstavlja sistem za distribuciju a samim tim i regulaciju pritiska u granama potrošača. Ceo programski kod je realizovan u programskom paketu code sys-u.

6. LITERATURA

- [1] Vodovodi uvod [internet], [ažurirano 2010 Maj 5; Citirano 2011 April 22]; Dostupno na : <http://www.mfkg.kg.ac.rs>
- [2] Predavanja Stankovic [internet], [ažurirano 2010 Jun; Citirano 2011 Novembar 22]; Dostupno na: <http://www.medfak.ni.ac.rs>
- [3] Siemens [internet], [ažurirano 2008 Jul 8; Citirano 2010 April 24]; Dostupno na : <http://www.siemens.com>
- [4] Nivelco Process Control [internet], [ažurirano 2006 Feb 11; Citirano 2010 April 22]; Dostupno na: <http://www.nivelco.com>
- [5] Aquinterma [internet], [ažurirano 2010 Jul 17, Citirano 2010 April 23]; Dostupno na: <http://www.aquinterma.rs>
- [6] Calpeda [internet], [ažurirano 2007 Jun 14; Citirano 2010 April 23]; Dostupno na: <http://www.calpeda.com>
- [7] Danfoss Group [internet], [ažurirano 2007 Sep 2; Citirano 2010 April 23]; Dostupno na: <http://www.danfoss.com>
- [8] Einhell [internet], [ažurirano 2010 Jun 12; Citirano 2011 decembar 13]; Dostupno na: <http://www.odigledolokomotive.rs>
- [9] Signalne sijalice [internet], [ažurirano 2011 januar 13; Citirano 2011 jun 23]; Dostupno na: <http://www.sah.rs>
- [10] Zora Konjović, Fuzzy logic. Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad 2004
- [11] Dragan Kukolj, Sistemi zasnovani na računarskoj inteligenciji, Fakultet Tehničkih Nauka, 2007, ISBN: 8678920688
- [12] ETF Beograd [internet], [ažurirano 2012 februar 12; Citirano 2011 septembar 11]; Dostupno na: <http://www.automatiza.etf.bg.ac.rs>
- [13] Fuzzy logic [internet], [ažurirano 2009 januar 12; Citirano 2010 jun 11]; Dostupno na: <http://www.intelligent-systems.info>
- [14] J.Fox, "Towards a reconciliation of fuzzy logic and standard logic," Int.Jrnl. of Man Mach.Stud., Vol. 15, 1981, pp. 213-220.
- [15] L.A.Zadeh, "Fuzzy algorithms," Info. & Ctl., Vol.12 1968, pp. 94-102
- [16] M.Hellmann, Fuzzy logic introduction, Dostupno na: <http://diuf.unifr.ch>

Kratka biografija:



Bojan Bjelić rođen je u Bačkoj Palanci 10.04.1987. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarstvo i automatika odbranio je 2011. god.

MJERENJE KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE

POWER QUALITY MEASUREMENT

Dejan Čonjić, Josif Tomić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazani su osnovni poremećaji i pojave koje se javljaju u kvalitetu električne energije, kao i njihove osnovne osobine i načini nastanka. Posebna pažnja je posvećena harmonicima koje stvaraju štedljive sijalice (Compact fluorescent lamps – CFL). Cilj rada je da prikaže mogućnost upotrebe virtuelnih instrumenata realizovanih u LabVIEW programskom paketu za direktno mjerenje kvaliteta električne energije, sa posebnim osvrtom na harmonike struje i napona kod štedljive sijalice.

Abstract – This paper presents most common types of power disturbances, their basic attributes and what can cause them. Special attention is dedicated to harmonics caused by Compact Fluorescent Lamps – CFL. The goal of this paper is to demonstrate the capability of using virtual instruments realized in LabVIEW software package for direct measuring of power quality, with special overview on current and voltage harmonics on compact fluorescent lamps.

Ključne reči: Kvalitet električne energije, virtuelni instrumenti, harmonici štedljive sijalice

1. UVOD

Naš tehnološki svijet je postao duboko ovisan o konstantnoj dostupnosti električne energije. U većini zemalja, prodaja struje je omogućena širom zemaljske mreže, međusobno spajajući brojne proizvodne kapacitete do potrošača. Mreža mora da snabdijeva osnovne potrebe stanovanja, rasvjete, grijanja, hlađenja, klima uređaja, i transporta, te kritičnog snabdijevanja nevladinih, industrijskih, finansijskih, komercijalnih, medicinskih i komunikacionih zajednica. Komercijalna struja doslovno omogućava funkcionisanje današnjeg modernog svijeta u njegovom ubrzanom tempu. Sofisticirana tehnologija je ušla duboko u naše domove i poslove, a sa pojavom interneta stalno se mijenja način na koji smo u interakciji sa ostatkom svijeta.

Mnogi energetske problemi nastaju u komercijalnoj električnoj mreži, koja je, sa svojim hiljadama kilometara dalekovoda, podložna vremenskim neprilikama poput jakih vjetrova, groma, oluja, snijega i leda uz kvarove opreme i uključenja i isključenja velikih potrošača.

Takođe, problemi sa energijom koji pogađaju današnju tehnološku opremu se često stvaraju lokalno, unutar objekta iz velikog broja situacija, kao što su izgradnja lokalne mreže, velika startna opterećenja, neispravne

distribucione komponente, pa čak i obični električni šum koji se javlja u pozadini.

Pojmovi kojima se može pobliže opisati električna energija su njena raspoloživost i kvalitet, te pouzdanost snabdijevanja. Pouzdanost se definiše kao sposobnost neke cjeline, u ovom slučaju snabdijevanja električnom energijom, da izvršava svoju funkciju uz date uslove u datom vremenskom preiodu. Raspoloživost je pojam koji vežemo uz dostupnost električne energije. Ona se definiše kao sposobnost elementa, dakle električne energije, da bude u stanju obavljati traženu funkciju pod datim uslovima u datom vremenu ili tokom datog vremenskog intervala.

Kvalitet električne energije je složen pojam koji se može definisati kao obilježje električne energije u određenoj tački elektroenergetskog sistema posmatrano u poređenju sa referentnim tehničkim parametrima. Tehnički parametri se određuju normama koje se donose na međunarodnom nivou i mogu, ali ne moraju, biti zakonski obavezujući.

Sa posebnom pažnjom je, sa aspekta problematike kvaliteta električne energije, neophodno povesti računa o Evropskom standardu za karakteristike napona EN 50160.

2. POREMEĆAJI U KVALITETU ELEKTRIČNE ENERGIJE

Poremećaji u kvalitetu električne energije prikazani u ovom radu su organizovani u sedam kategorija, na osnovu talasnog oblika:

1. Tranzijenti
2. Prekidi
3. Propadi / Podnaponi
4. Naponski skokovi (nadvišenja) / Prenaponi
5. Izobličenja talasnog oblika
6. Fluktuacije napona – flikeri
7. Variranje frekvencije

2.1 Tranzijenti

Označeni kao potencijalno najštetnija vrsta poremećaja u snabdijevanju električnom energijom, tranzijenti se dijele u dvije potkategorije:

- 1) Impulsni tranzijenti
- 2) Oscilatorni tranzijenti

Impulsni tranzijenti su iznenadni događaji sa visokim vrhom koji podižu naponske i/ili strujne nivoe u bilo pozitivnom ili negativnom smjeru. Ove vrste događaja mogu biti podijeljene prema brzini nastanka (brzo,

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Josif Tomić, docent

srednje i sporo). Impulsni tranzijent može biti vrlo brz događaj (5 nanosekundi [ns] - vrijeme rasta od stabilnog stanja ka vrhu impulsa) ili kratkoročnog trajanja (manje od 50 ns).

Oscilatorni tranzijent je nagla promjena u stabilnom stanju napona signala, njegove struje, ili oboje, na pozitivnoj i negativnoj granici signala, oscilirajući na frekvenciji sistema. Jednostavno rečeno, tranzijent uzrokuje da signal naizmjenicno skoči i onda se smanji, vrlo brzo. Oscilatorni tranzijent obično pada na nulu unutar ciklusa (propadajuća oscilacija).

Ovi tranzijenti se događaju kad se isključuje induktivni ili kapacitivni teret, kao što su motori ili kondenzatori. Oscilatorni tranzijent je rezultat toga što se opterećenje opire promjeni.

2.2 Prekid

Definiše se kao potpuni gubitak napona snabdijevanja ili struje opterećenja. Zavisno od trajanja, prekidi se dijele na trenutne, prolazne, privremene i trajne. Rasponi trajanja prekida su:

- 1) Trenutni – od 0,5 do 30 ciklusa
- 2) Prolazni – 30 ciklusa do 2 sekunde
- 3) Privremeni – od 2 sekunde do 2 minuta
- 4) Trajni – preko 2 minuta.

Uzroci prekida mogu varirati, ali obično su rezultat neke vrste oštećenja električne mreže, kao što su udari groma, životinje, drveće, saobraćajne nesreće, vremenske neprilike (jak vjetar, teški snijeg ili led na žicama, itd.), greške na opremi. Dok je infrastruktura snabdijevanja dizajnirana da automatski kompenzuje mnoge od tih problema, i u njoj se javljaju greške.

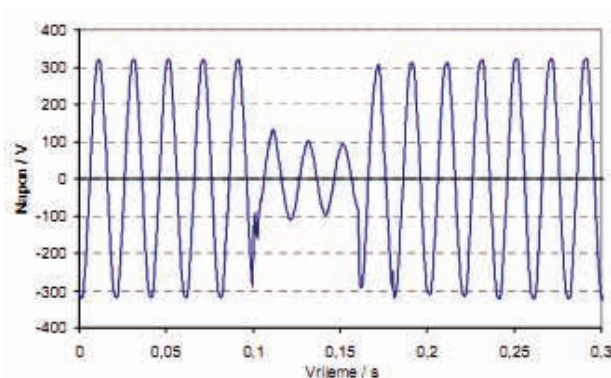
2.3 Propadi / Podnaponi

Propadi napona su događaji kada RMS (Root – Mean – Square) vrijednost napona padne na vrijednost između 0.1 i 0.9 nominalne vrijednosti u periodu od 0,5 ciklusa do 1 minute. Glavni uzročnici propada napona u elektroenergetskoj mreži su kvarovi u sistemu koji su dovoljno daleko tako da ne izazivaju potpuni prekid napajanja kao i startovanje velikih potrošača i povremeno napajanje velikih induktivnih potrošača. (Slika 1.)

Podnaponi su rezultat dugoročnih problema koje stvaraju propadi napona.

2.4. Naponski skokovi (nadvišenja) / Prenaponi

Naponski skokovi su povećanja RMS vrijednosti naizmjeničnog napona između 110% i 180% nominalne vrijednosti na mrežnoj učestanosti sa trajanjem između 0,5 ciklusa i 1 minute. Najčešće su izazvani udarima groma i lukovima prilikom prekidačkih operacija u prekidačima/kontakterima, posebno prilikom isključenja induktivnih potrošača. Ovi uzroci mogu izazvati ozbiljna oštećenja, od oštećenja izolacije do oštećenja osjetljive elektronske opreme.



Slika 1. Primjer propada napona

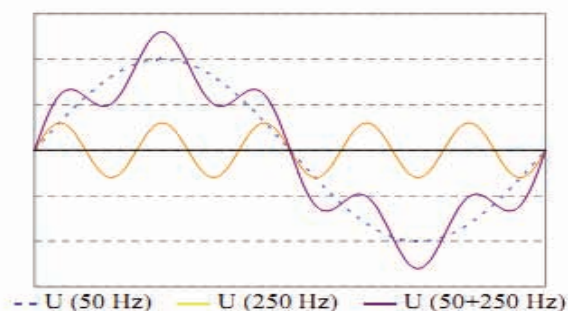
Prenaponi mogu biti rezultat dugoročnih problema koje stvaraju naponski skokovi. Prenapon se može posmatrati kao produženi naponski skok

2.5 Izobličenje talasnog oblika

Ovo je najsloženiji oblik poremećaja kvaliteta električne energije. U izobličenja talasnog oblika spadaju:

1. harmonici
2. zasjeci
3. šumovi.

Harmonici nastaju kada se na standardni 50 Hz-ni talasni oblik doda harmonijski signal veće frekvencije, najčešće čineći da sinusni talas postane deformisan (Slika 2.). Harmonici potiču od nelinearnih opterećenja u sistemu. Ova opterećenja proizvode nesinusoidalni oblik struje kada su pobuđeni sinusoidalnim naponom. Nelinearna opterećenja su uređaji koji koriste energetske elektrone (npr. ispravljači), zatim pogoni sa motorima promjenljive brzine, fluorescentni izvori svjetlosti, računari itd... Svi oni proizvode nesinusoidalni oblik struje kada su pobuđeni sinusoidalnim naponom. Pored harmonika postoje i takozvani **interharmonici**. To su talasi čija frekvencija nije cjelobrojni umnožak osnovne frekvencije.



Slika 2. Primjer harmonicima izobličenog naponskog talasa

Zasjeci su periodični poremećaji napona uzrokovani elektronskim uređajima, poput regulatora rasvjetе i elektrolučnih aparata. Ovaj problem bi se mogao opisati kao impulsni tranzijent, ali zato što je zasijecanje periodično, oko svake polovine ciklusa, zasijecanje se smatra problemom talasnog izobličenja. Uobičajene posljedice su zastoji sistema, gubitak podataka, te problemi sa prenosom podataka.

Šum se definiše kao nepoželjan električni signal širokog frekventijskog opsega, ispod 200kHz, koji je superponiran na naponski ili strujni talas u faznim provodnicima, a može se javiti i u neutralnom provodniku. Ponekad se kaže da šum nastaje usled brzih uzastopnih tranzijenata koji prate naponski signal celim njegovim tokom. Amplituda ovih tzv. brzih tranzijenata je obično mnogo manja nego amplituda izolovanog tranzijenta. Šumovi se u stvari sastoje od svih neželjenih poremećaja naponskog signala koji se ne mogu klasifikovati ni kao harmonici ni kao tranzijenti.

2.6 Fluktuacije napona – flikeri

Fluktuacije napona (*flikeri*) su periodične varijacije anvelope napona ili serija nasumičnih promjena napona, pri čemu se amplituda nalazi u granicama od 0.9 do 1.1 nominalne vrijednosti. Frekventijski opseg flikera je od 0 do 25Hz. Termin fliker potiče od uticaja fluktuacije napona na izvore svijetlosti, kada ljudsko oko primjećuje treperenje (*flicker*). Fluktuacije napona predstavljaju elektromagnetsku pojavu, dok je treperenje njihova nepoželjna posledica. Ipak, naponski fliker se u literaturi i standardima, ustalio kao naziv koji opisuje ovu pojavu. Flikeri se mjere uz uvažavanje osjetljivosti ljudskog oka.

2.7 Variranje frekvencije

Variranje frekvencije je jako rijetka pojava u stabilnim elektroenergetskim sistemima. Definirano je kao odstupanje frekvencije elektroenergetskog sistema od nominalne frekvencije. Nominalna frekvencija u Evropi je 50Hz dok je u SAD 60Hz. U suštini, što je veći elektroenergetski sistem, to je frekvencija obično stabilnija, tj. odstupanja od nominalne vrijednosti su manja. Međutim, u malim elektroenergetskim sistemima, frekventijska odstupanja su veća i mogu izazvati poprilične probleme. Odstupanja frekvencije nastaju uslijed loše regulacije brzine generatora, kvarova na sistemu koji pod većim opterećenjem, pri isključenju velikih potrošača, tačnije smanjenjem tereta i pri ispadu velikih generatora.

3. MJERENJE HARMONIKA STRUJE I NAPONA ŠTEDLJIVE SIJALICE

Harmonici su pojava komponenti u signalu čija je frekvencija cjelobrojni umnožak osnovne frekvencije signala. Dakle za 50 Hz-ni sistem harmonici su komponente frekvencije 100 Hz, 150 Hz, 200 Hz, 250 Hz itd. Potreba za smanjenjem opterećenja električne mreže upotrebom osvjetljenja sa povećanom efikasnošću za rezultat je imala veliko interesovanje za zamjenu običnih sijalica sa štedljivim sijalicama. Štedljive sijalice međutim, kao izvori nelinearnog opterećenja ubacuju harmonike nazad u elektroenergetsku mrežu. Do skoro su ti harmonici bili zanemarivani, zbog rijetke upotrebe ove vrste sijalica. Međutim, sa sve širom upotrebom, dešava se njihov kombinovani efekat, da se mnogo ovih malih izvora harmonika mogu tretirati kao jedan veliki izvor. Ovakvi strujni harmonici koji kruže kroz mrežu se teško ublažavaju zbog njihove raspršenosti

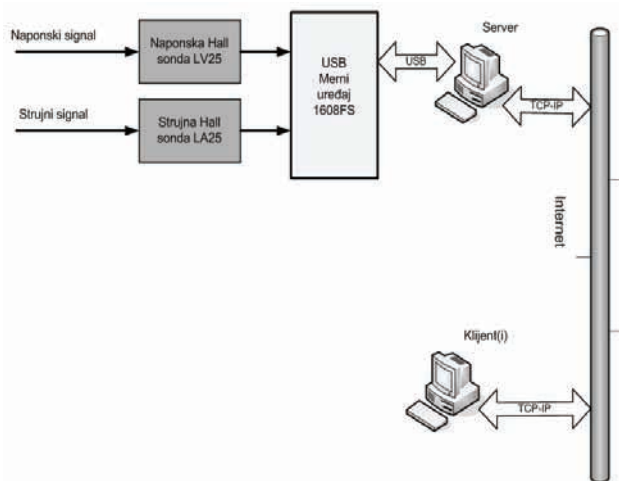
Amplituda svakog harmonika se izražava u procentima amplitude osnovnog harmonika. Sadržaj viših harmonika

se naziva totalno harmonijsko izobličenje (*Total Harmonic Distortion - THD*) ili klir-faktor i jednak je efektivnoj vrijednosti svih viših harmonika podjeljenoj sa efektivnom vrijednošću osnovnog harmonika, pa se tako na primjer kaže da je treći harmonik 60%, a peti 40%. Dakle misli se na procentualnu vrijednost u odnosu na osnovni harmonik. Visok sadržaj harmonika potpuno deformiše signal tako da se sasvim gubi sinusni oblik. Obično se izražava u procentima i koristi se za definisanje granica tolerancije u nekim standardima:

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{\infty} I_i^2}}{I_1} \leq 1$$

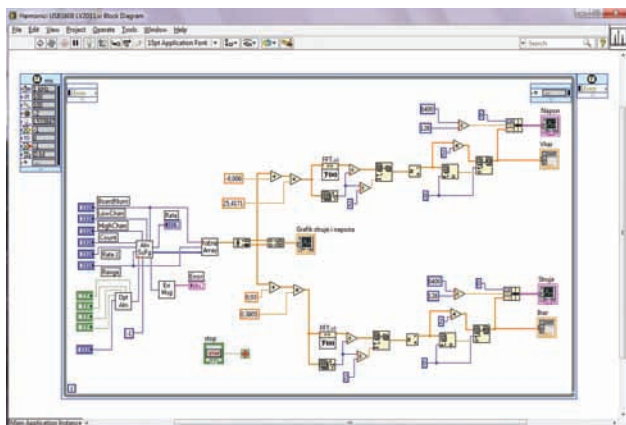
3.1. Arhitektura mjernog sistema

Na Slici 3. prikazan je izgled cijelog mjerno-akvizicionog sistema koji je razvijen za mjerenje harmonika štedljive sijalice. Ovaj sistem se sastoji od PC računara i USB 1608FS mjernog modula, čije su karakteristike: 8 analognih ulaza, (u opsegu od +/- 10V), jedan brojački ulaz kao i 8 digitalnih TTL ulaza/izlaza. U mjernom modulu postoji 8 AD konvertora, rezolucije 16-bita, maksimalne brzine smplovanja od 200 kS/s. Brzina uzorkovanja signala je 3200 Hz i vrijednosti harmonika se računaju deset puta u sekundi. Svi izmjereni podaci smještaju se velikom brzinom na hard disk računara. Takođe virtualni instrument ima mogućnost slanja podataka preko Interneta korišćenjem UDP ili TCP/IP protokola.



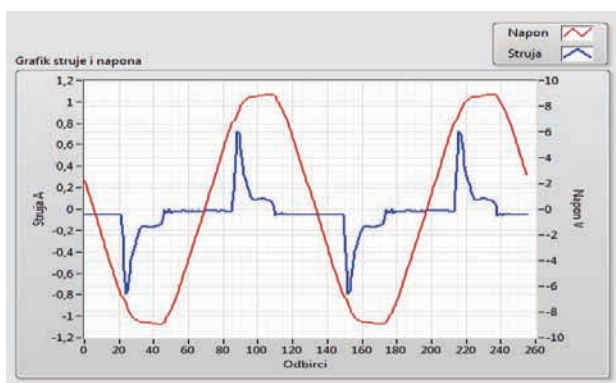
Slika 3. Mjerno-akvizicioni sistem korišten za mjerenje harmonika štedljive sijalice

Na slici 4 prikazan je Blok diagram Virtuelnog instrumenta koji je realizovan u LabVIEW programskom paketu za potrebe ovog mjerenja.



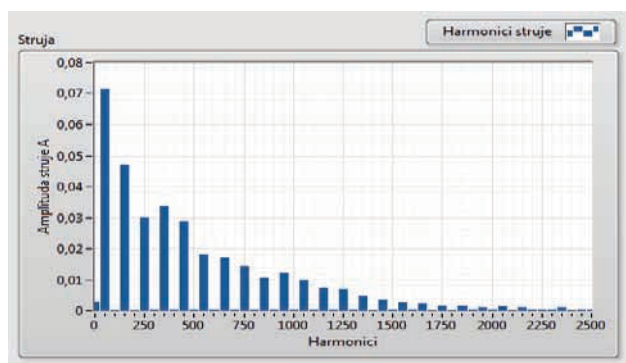
Slika 4. Blok diagram VI

Na slici 5 je prikazan grafik struje i napona. Naponski i strujni signal dobijeni su preko Holovih sonde oznaka LV25 i LA25. Holove sonde su omogućavale i galvansku izolaciju mjernog uređaja od visokog napona.



Slika 5. Grafik struje i napona štedljive sijalice

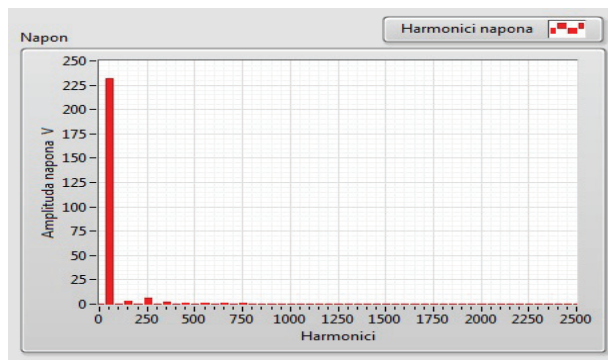
Dobijeni rezultati uzeti sa front panela, na kojima su prikazani spektri harmonika struje i napona su prikazani na slikama koje slijede.



Slika 6. Spektar harmonika struje

Električne performanse štedljive sijalice se odnose na vrstu harmonijskog filtriranja ili uređaja koji se koristi za korekciju faktora struje.

Na višim naponskim nivoima, štedljive sijalice izazivaju više problema, zbog interferencije harmonika koje proizvode.



Slika 7. Spektar harmonika napona

Najvažniji kriterijum za izbor štedljive sijalice je da se emisija trećeg i petog harmonika ograniče, jer se one superponiraju na ostale harmonike i čine veliku štetu u elektroenergetskoj mreži.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazana klasifikacija problema sa kvalitetom električne energije. Veliki dio smetnji kvaliteta električne energije uzrokovan je radom potrošača i to onih nelinearnih karakteristika, kao što su štedljive sijalice. Kako se u poslednjih nekoliko godina broj nelinearnih potrošača znatno povećao, tako je i njihov uticaj na elektroenergetsku mrežu, gledano sa stajališta kvaliteta električne energije, sve veći. Istovremeno, takvi su potrošači osjetljivi na promjene sinusoidalnog napona i zahtijevaju njegovu stabilnost za svoj rad. Virtualni instrument koji je korišten je realizovan u LabVIEW programskom paketu. Cilj rada je bio da se pokaže uticaj harmonika na elektroenergetsku mrežu koje uzrokuju štedljive sijalice.

5. LITERATURA

- [1] Josif Tomić, Milan Milovanović, "Virtualna instrumentacija primenom LabVIEW programa", FTN Grafički centar GRID, Novi Sad, 2010.
- [2] Zhiliang Wei (B.E. Hons) „Compact Fluorescent Lamps phase dependency modelling and harmonic assessment of their widespread use in distribution systems“, Christchurch, New Zealand 1999 http://ir.canterbury.ac.nz/bitstream/10092/3630/1/thesis_fulltext.pdf
- [3] Dokumentacija sa sajta National Instruments-a www.ni.com
- [4] Vladimir Katić: “Kvalitet električne energije, viši harmonici”, monografija, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, 2002.

Kratka biografija:



Dejan Čonjić rođen je u Vlasenici 1986. godine. Osnovne akademske - bečelorske studije završio je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Instrumentacija i mjerenja na usmjerjenju za Industrijska mjerenja 2010. godine.

OPTIMIZACIJA RADA SISTEMA KLIMATIZACIJE KORIŠĆENJEM Fuzzy-PID I Fuzzy REGULATORA SA PROMENLJIVIM PROTOKOM VAZDUHA**VAV SYSTEM OPTIMIZATION USING FUZZY-PID AND FUZZY CONTROLLER**

Ivica Dragičević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Област – 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 prostoriju. Vazduh se dovodi u prostorije preko VAV (engl. Variable air volume) kutija. Odabrana je jednokanalna VAV kutija. Promenom položaja klapni na VAV kutijama dolazi do promene statičkog pritiska u kanalu. Upravljačke metode za regulaciju protoka vazduha zasnivaju se na menjanju brzine ventilatora. Jedna metoda bila je da se održava statički pritisak u kanalu pomoću Fuzzy-PID samopodesavajućeg regulatora. Druga metoda bila je da se pomoću Fuzzy regulatora reguliše brzina ventilatora. Urađena je i optimizacija žaluzina povratnog vazduha.

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. The air is brought into the room through the VAV box. Single channel VAV box is selected. Changing the position of the VAV box flap leads to changes in static pressure in the channel. Control methods used for controlling air flow are based on changing the fan speed. One method was to maintain static pressure in the channel using the Fuzzy-PID controller. The second method was to use Fuzzy controller to regulate fan speed. There was also performed an optimization of return air dampers.

Ključne reči: VAV, HVAC, optimization, fuzzy logic

1. UVOD

Sistemi KGH igraju centralnu ulogu u regulisanju unutrašnjih uslova komfora i zdrave sredine za ljude u zgradi. Potrošnja energije u zgradi raste širom sveta na različitim nivoima – stambenom, komercijalnom kao i industrijskom. Ljudsko delovanje je oduvek uticalo na ekološke uslove. Takođe je poznato da važnost komfora

za ljude dobija naznačaja sa razvojem tehnologije (Aereboe, 1995; Zheng & Zaheer-Uddin, 1996). Zbog toga ljudi pokušavaju da kreiraju udobnije okruženje. Kao rezultat toga, poslednjih godina raste interesovanje za studije koje su u vezi sa projektovanjem i kontrolom ambijentalnih uslova. U višenamenskim zgradama koje imaju šoping-centar, kancelarije i prostor za razne druge namene, željeni temperaturni uslovi mogu biti različiti. Iz ovog razloga, fleksibilno projektovanje KGH sistema koji zadovoljava različite potrebe, od suštinske je važnosti za smanjivanje troškova gradnje, kao i operativnih troškova. Takođe, analiza učinka i operativne strategije KGH sistema postaje veoma važna zbog efikasnog korišćenja energije (Ashrae handbook, 1992). Studije o parametrima KGH sistema, kao što su temperature, jačina i kontrolne strategije, u poslednjih 50 godina, pokazale su da visok učinak KGH sistema može da se dobije smanjivanjem potrošnje energije (Stanfort, 1998). Tehnološki razvoj vodi do dobijanja sistemskih modela KGH sistema simulacijom programa u PC medijima (Ellis, 1996; Geller, 1998) [2].

Sistemi KGH su ključni elementi koji utiču na karakteristike potrošnje i doprinose sa oko 48% u ukupnoj potrošnji energije u zgradi [1]. Iz tog razloga, efikasno korišćenje energije u zgradama može se postići pravljenjem sistema KGH efikasnijim u pogledu konfiguracije i strategije upravljanja.

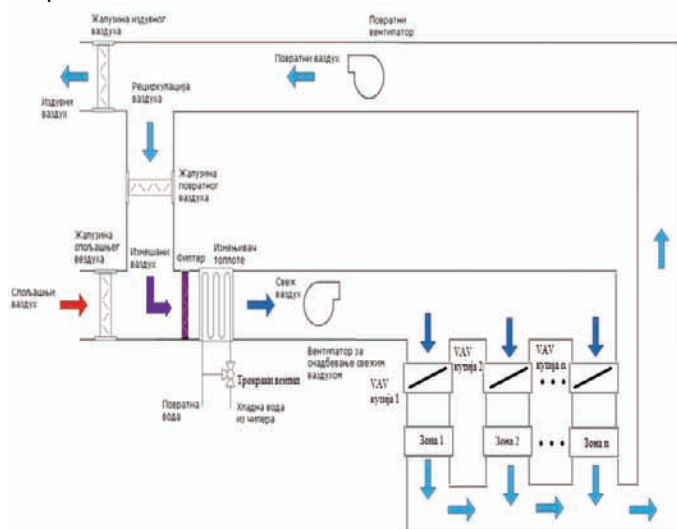
2. OPIS RADA SISTEMA KLIMATIZACIJE SA PROMENLJIVIM PROTOKOM VAZDUHA

Klima komora relativno je jednostavna. Obuhvata filtre, hladnjak vazduha, žaluzine i ventilator. Opis njihovog pojedinačnog i međusobnog delovanja sledi u nastavku. U komercijalnim klima komorama centralna jedinica za snabdevanje vazduhom (engl. central air supply) obezbeđuje vazduh sa kontrolisanom temperaturom i protokom, koji se koristi za provetravanje zatvorenog prostora. Spoljni vazduh je vazduh koji se u objekat ubacuje iz spoljašnjosti, dok je povratni vazduh onaj vazduh koji je već bio u unutrašnjosti objekta. Žaluzine omogućavaju da povratni i spoljni vazduh budu pomešani. Filteri u centralnoj jedinici mogu biti konstruisani da uklanjaju svaku neželjenu česticu sadržanu u spoljnjem vazduhu, uključujući neželjene supstance kao što su spore i poleni. Ako u spoljašnjem vazduhu postoje neželjene hemikalije ili mirisi, mogu se dodati hemijski i/ili filter od aktivnog uglja. Treba znati da su troškovi posebnog filtriranja vazduha umanjani, jer se filtrira samo količina vazduha za ventilaciju. Svakako, jedan od najbitnijih delova ove jedinice je sam izmenjivač toplote. Izme-

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Velimir Čongradac, docent.

njivač toplote u centralnoj jedinici, služi za hlađenje vazduha koji prelazi preko izmenjivača. Kroz njega protiče odgovarajuća količina hladne vode iz čilera, čija je uloga da hladi vazduh koji prolazi preko izmenjivača. To se dešava zbog toga što vazduh ima veću temperaturu od vode koja prolazi kroz izmenjivač, tako da se vazduh oslobađa svoje toplotne energije, koju preuzima voda, i na taj način se temperatura vazduha smanjuje. Pri tom se povećala temperatura vode koja je izašla iz izmenjivača, i ona dalje nastavlja da protiče ka čileru, gde će se ponovo hladiti. Regulacijom brzine kojom hladna voda prolazi kroz izmenjivač, kontroliše se temperatura vazduha koji prelazi preko izmenjivača. Iza samog izmenjivača, naravno, postoji senzor temperature koji daje informaciju o temperaturi ohlađenog vazduha koji je izašao iz izmenjivača. Tako ohlađen vazduh sada ulazi u ventilator, koji ga direktno ubacuje kroz cevovod u objekat [3]. Na slici 1 prikazan je sistem klimatizacije sa promenljivim protokom vazduha.



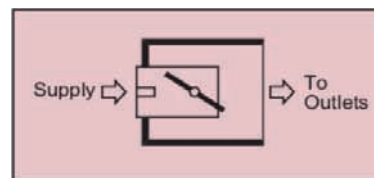
Slika 1.- Sistem klimatizacije sa promenljivim protokom vazduha

3. VAV SISTEMI

VAV sistem obezbeđuje distribuciju vazduha u objekat promenljivog kapaciteta ali konstantne temperature. Regulacija količine ubačenog vazduha se reguliše raznim tipovima žaluzina. Osnovni benefit upotrebe VAV sistema je ušteda energije. VAV sistemi mogu se lako dopuniti uređajima za regulaciju kvaliteta vazduha, kao što su CO₂ senzori. VAV sistemi takođe pružaju mogućnost povećanja komfora u zonama.

2.1. Jednokanalni VAV sistemi

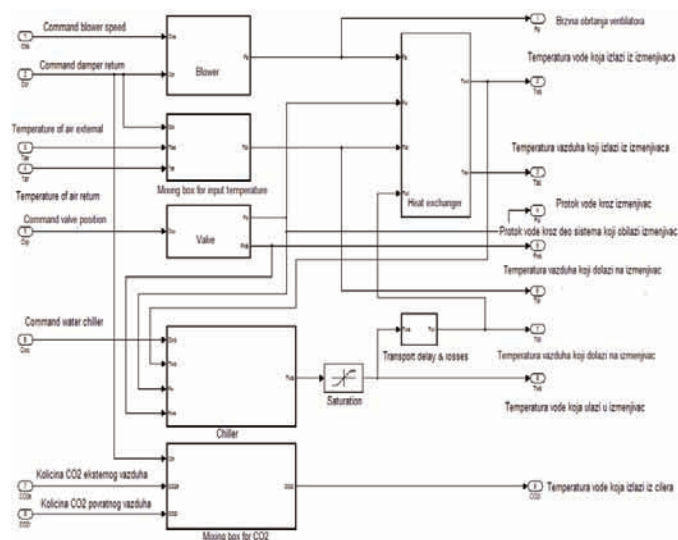
Najjednostavniji tip VAV sistema, je kutija sa klapnom koja menja količinu primarnog vazduha koji se ubacuje u zonu. VAV sistem prikazan na slici 2, sastoji se od kućišta, klapne, pokretača klapne i kontrolera. Ovo je jedna obična regulaciona klapna sa ponekad akustično izolovanom komorom sa kojom je povezan zonski kanal. Kada su kutije većeg kapaciteta, često je potrebno ugraditi i dodatni prigušivač buke. Regulaciona klapna reguliše količinu vazduha neophodnog kako bi se dostigla željena vrednost CO₂ u prostoriji. Dobra karakteristika ovog VAV sistema je da štedi energiju [4].



Slika 2.- Jednokanalni VAV sistem

4. MATEMATIČKI MODEL KLIMA KOMORE

Simulacioni model klima komore u potpunosti je realizovan u Matlab-ovom alatu Simulink i prikazan je na slici 3.



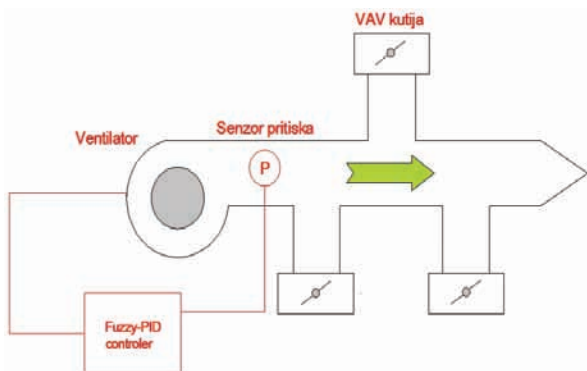
Slika 3.- Model klima komore realizovan u Simulinku

Razvoj simulacionog modela sistema, koji poseduje zadovoljavajuću tačnost i detaljnost, je od izuzetno velikog značaja. Praktično je ne moguće 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].

5. OPTIMIZACIJA RADA SISTEMA KLIMATIZACIJE SA PROMENLJIVIM PROTOKOM VAZDUHA

5.1 Optimizacija rada ventilatora

Danas se koriste različite metode upravljanja brzinom ventilatora. Da bi se održavao statički pritisak u kanalu pri promenama položaja klapni na VAV kutijama, neka vrsta regulacije protoka vazduha mora se koristiti za ventilator dovodnog vazduha. Standardna metoda regulacije protoka vazduha je upravljanje brzinom ventilatora za održavanje statičkog pritiska u kanalu. U VAV sistemu, senzor pritiska je najčešće postavljen na dve trećine dužine kanala dovodnog vazduha, i on meri statički pritisak u kanalu. Na slici 4 je prikazana regulacija pritiska.



Slika 4.- Regulacija pritiska

Sa promenom CO₂ u zonama, VAV kutije menjaju protok dovedenog vazduha, kako bi zadovoljile zahtevane uslove u zoni koju snabdevaju. Ovo prouzrokuje promenu pritiska unutar kanala za dovod vazduha. Fuzzy-PID regulator statičkog pritiska upravlja brzinom motora ventilatora za isporuku obrađenog vazduha da bi obezbedio postavljenu vrednost statičkog pritiska u skladu sa razlikom između željenog i izmerenog pritiska. Dokazano je da bolje rezultate za isti sistem daje Fuzzy-PID kontroler nego Fuzzy kontroler. Skup pravila Fuzzy kontrolera je teško menjati zbog potrebnog ekspertskog znanja, a kod PID-a je nezgodno odrediti parametre K_p, K_i i K_d tako da sistem ima optimalne (najbolje moguće) performanse. PID kontroleri su projektovani za linearne sisteme, kada se primene na nelinearne sisteme njihove performanse se smanjuju. Fuzzy kontroleri su uspešno primenjuju na nelinearne sisteme zato što je karakteristika baze pravilane linearna. Kombinovanjem ova dva kontrolera može se dobiti hibridni kontroler koji poseduje pozitivne osobine oba tipa kontrolera. Da bih se neutralisale ove negativne pojave može biti dizajniran napredni Fuzzy-PID kontroler koji će podesiti parametre PID-a tako da sistem ima najpribližnije ponašanje zadatim kriterijumima i primeniti na KGH sistem. Regulator koristi gresku 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 vemenskoj promenljivoj e i $\dot{e}$. 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 komandni signal za upravljanje brzinom ventilatora, za isporuku obrađenog vazduha da bi obezbedio željenu vrednost statičkog pritiska.

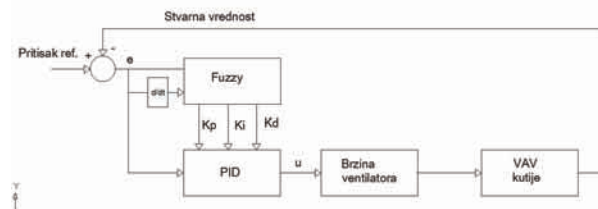
Na slici 5. $e(t)$ je greška koja predstavlja razliku željene vrednosti i stvarne vrednosti, a d/dt je izvod greške (promena greške u vremenu). $e(t)$ i d/dt predstavljaju ulaze Fuzzy kontrolera koji ih nelinearno preslikava na izlaze koji predstavljaju parametre PID-a. Jednačina (1.1) opisuje PID kontroler:

$$u(k) = k_p e(k) + k_i \sum_{i=0}^k e(i) + k_d [e(k) - e(k-1)] \quad (1.1)$$

K_p je pojačanje kontrolera; K_i = K_p T/T_i; K_d=K_p T_d/T; T je vreme odabiranja, T_i je vreme integracije, a T_d je vreme diferenciranja.

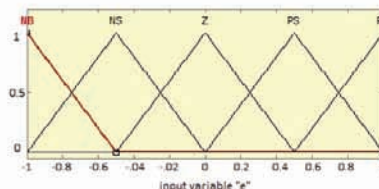
U ovom radu su parametri PID-a (K_p, K_i i K_d) dobijeni upotrebom samo-podešavajućeg Fuzzy-PID kontrolera. Koeficijenti klasičnog PID regulatora nemaju uvek

zadovoljavajuću vrednost za nelinearne sisteme zbog njihovog ne predvidivog ponašanja. Zbog toga je potrebno automatsko podešavanje parametara PID-a (on-line podešavanje). Na slici 5. je prikazana struktura Fuzzy-PID kontrolera. Karakteristike ovog sistema su poređene sa sistemom koji koristi Fuzzy kontroler. Pokazano je da su karakteristike sistema koji koristi Fuzzy-PID kontroler bolje od karakteristika sistema koji koristi Fuzzy kontroler.

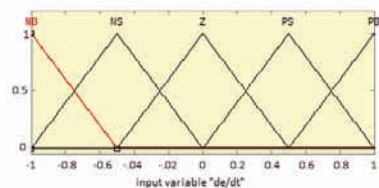


Slika 5.- Fuzzy-PID

Funkcije pripadnosti koje su korišćene za FuzzyPID regulator prikazane su na sledećim slikama (Slika 6, Slika 7).

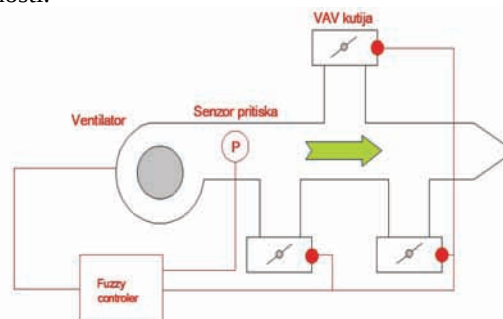


Slika 6.- Funkcije pripadnosti "e"



Slika 7.- Funkcije pripadnosti "de/dt"

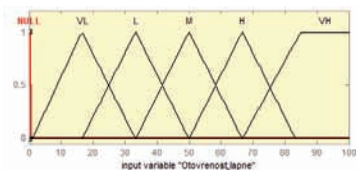
Rasplinuti skupovi izlazne promenljive (K_p, K_i, K_d) brzine ventilatora ima sledeće značenje: NB-negativno velika, NS-negativno mala, Z – nula, PS-pozitivno mala, PB-pozitivno velika, PVB-pozitivno veoma velika. Prostor razmatranja promenljive brzine ventilatora je od 0 do 100 %, a funkcije pripadnosti navedenih skupova su konstante vrednosti.



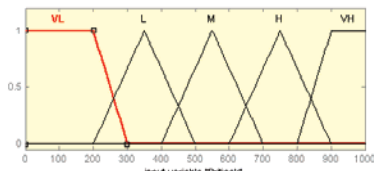
Slika 8.- Upravljanje brzinom ventilatora pomoću fuzzy regulatora

Drugi način upravljanja brzinom ventilatora jeste da se koristi Fuzzy regulator. Na njegov ulaz dovodi se klapna koja je najviše otvorena na VAV kutijama i vrednost statičkog pritiska sa senzora u kanalu, a na svom izlazu daje brzinu ventilatora, slika 8.

Funcije pripadnosti koje su korišćene za *fuzzy* regulator prikazane su na slikama 9 i 10.



Slika 9. - Funkcije pripadnosti otvorenost klapne



Slika 10.- Funkcije pripadnosti pritisak

Rasplinuti skupovi izlazne promenljive brzine ventilatora ima sledeće značenje: NULL- nula, VL-veoma mala, L – mala, M- srednja, H – velika, VH – veoma velika, MAX- maksimalna. Prostor razmatranja promenljive brzine ventilatora je od 0 do 100 %, a funkcije pripadnosti navedenih skupova su konstante vrednosti. Za NULL- 0, VL – 20, L – 35, M – 50, H – 65, VH – 80, MAX – 100

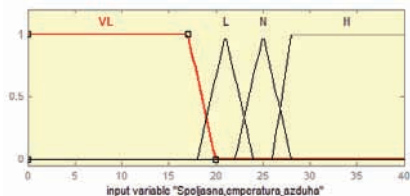
5.2 Optimizacija rada žaluzina povratnog vazduha

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.

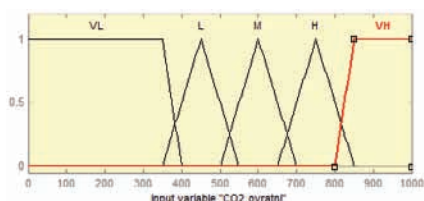
U ovim cevima nalaze se senzori temperature i CO₂ koji nam daju informaciju o trenutnim vrednostima temperatura i CO₂ pomenutih vazduha. Žaluzine omogućavaju da povratni i spoljni vazduh budu pomešani i da se na taj način reguliše temperatura i nivo CO₂ vazduha koji prolazi kroz izmenjivač toplote.

Za optimizaciju žaluzina povratnog vazduha korišćen je *Fuzzy* regulator. Na ulaz *Fuzzy* regulatora dovode se temperatura spoljašnjeg vazduha i koncentracija CO₂ u povratnom kanalu, na svom izlazu *Fuzzy* regulator daje otvorenost žaluzine povratnog vazduha.

Funcije pripadnosti koje su korišćene za *Fuzzy* regulator prikazane su na sledećim slikama (Slika 11, Slika 12).



Slika 11. Funkcije pripadnosti temperatura spoljašnjeg vazduha

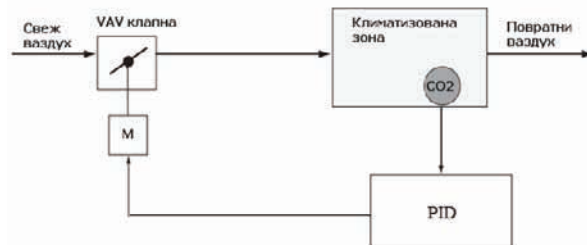


Slika 12. Funkcije pripadnosti CO₂ povratni

Rasplinuti skupovi izlazne promenljive otvorenost žaluzine povratnog vazduha ima sledeće značenje: FC- zatvori skroz, LO- malo otvori, NO – srednje otvori, HO- puno otvori, FO – skroz otvori. Prostor razmatranja promenljive otvorenost žaluzine je od -1 do 0, a funkcije pripadnosti navedenih skupova su konstante vrednosti. Za FC– 0, LO – -0.25, NO – -0.5, HO– -0.75, FO- -1.

5.3 Optimizacija rada jednokanalne VAV kutije

U ovom sistemu, senzori CO₂ su povezani sa regulacionom jedinicom, koju obično snabdeva jedan VAV sistem. Promena protoka vazduha u sistemu nastaje zbog prigušavanja u terminalima, u cilju postizanja željene vrednosti CO₂ u pojedinim prostorima odnosno zonama. Otuda dolazi do varijacija pritiska u svim tačkama sistema za distribuciju vazduha bez obzira na karakteristiku odabranog ventilatora. Koncentracija CO₂ u zoni reguliše se pomoću PID regulatora. Željena i stvarna vrednost CO₂ se oduzimaju i dovode se kao greška na ulaz PID regulatora, koji sada na osnovu greške $e(t)$ sa svog ulaza, generiše komandni signal za upravljanje klapnom VAV kutije, za isporuku svežeg vazduha da bi obezbedio željenu vrednost CO₂ u skladu sa razlikom između izmerene koncentracije i željene vrednosti CO₂. Slika 13. pokazuje princip rada jednokanalnog VAV sistema, u kome se kvalitet vazduha nadgleda pomoću CO₂ senzora. Ova vrsta kutija u potpunosti zavisi od sposobnosti centralnog ventilatora da prilagodi tok vazduha u zavisnosti od zatvaranja i otvaranja kutija. Posledica toga je da će VAV kutije koje se nalaze blizu ventilatora dobiti najveći deo ukupnog protoka vazduha [6].



Slika 13. Jednokanalni VAV sistem

5. REZULTATI

Simulacija je urađena za sledeće slučajeve:
Sa 100% svežim vazduhom:

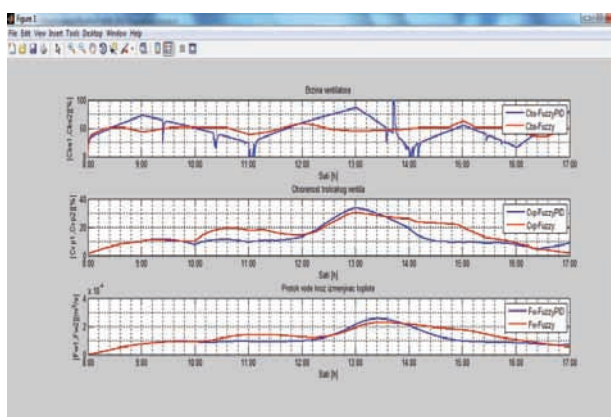
- Regulacija brzine ventilatora pomoću Fuzzy-PID regulatora
- Regulacija brzine ventilatora pomoću *Fuzzy* regulatora
- Regulacija žaluzina povratnog vazduha pomoću *Fuzzy* regulatora
- Regulacija trokrakog ventila pomoću *Fuzzy* regulatora

Pokazano je da su bolji rezultati za isti sistem dobijeni korišćenjem Fuzzy-PID u odnosu na *Fuzzy* regulator. Jedino u čemu bolje rezultate daje *Fuzzy* regulator je brzina ventilatora tj. ima veću uštedu energije.

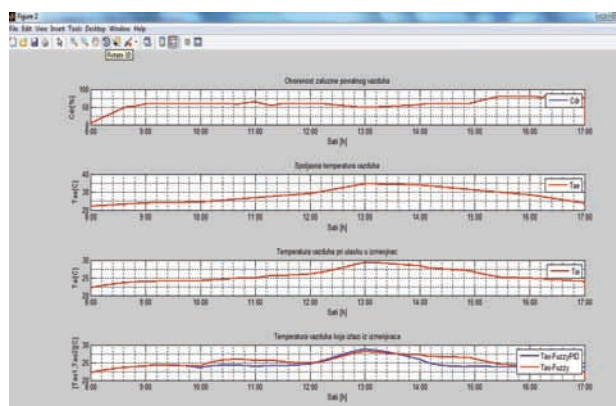
Stoga se može zaključiti, da regulacijom žaluzina povratnog vazduha i regulacijom brzine ventilatora ima smisla upravljati primenom i Fuzzy-PID i Fuzzy regulatora, jer dovode do optimalnih rešenja. Na slikama 14. i 15. prikazani su odzivi simulacije za oba slučaja.

Analizu sam podelio u četiri zone:

1. Neutralna zona spoljašnje temperature (8:00h – 10:00h)
 2. Blagi porast spoljašnje temperature (10:00h – 12:00 h)
 3. Nagli porast spoljašnje temperature (12:00h – 14:00 h)
 4. Blago smanjenje spoljašnje temperature (14:00h – 16:00 h)
1. U ovom slučaju se ništa bitno ne dešava jer je temperature spoljašnjeg vazduha u približnim granicama sa optimalnom temperaturom (24 °C).
 2. Ovde dolazi do blagog porasta spoljašnje temperature i jasno se vidi da je Fuzzy-PID regulator postigao bolje rezultate.
 3. Spoljašnja temperatura naglo raste (35°C) tako da nam je otvorenost trokrakog ventila, protok vode kroz izmenjivač i brzina ventilatora takođe porasla.
 4. Dolazi do pada spoljašnje temperature i sve opada u normalnim granicama i opet se Fuzzy-PID pokazao boljim.



Slika 14.- Odziv simulacije



Slika 15.- Odziv simulacije

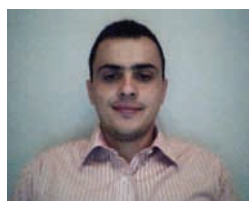
6. ZAKLJUCAK

Za optimizaciju konfiguracije sistema KGH ključan je model klima komore. Da bi se došlo do postavke problema, krenulo se od principske 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 CO₂ u prostoriji, dalji pravac razvoja modela otvara pitanja istraživanja i analize regulacije temperature u prostorijama [7].

7. LITERATURA

- [1.] Perez-Lombard, L., Ortiz, J., Pout, C. A Review on Buildings Energy Consumption Information, Energy and Buildings, 40(2008), pages 394–398.
- [2.] Desing and simulation of self-tuning PID-type fuzzy adaptive control for an expert HVAC system Server Soyguder, Mehmet Karakose, Hasan Alli Firat Universitz, Departmen of Mechanical Engineering, 23279 Elayig, Turkey
- [3.] Michael Anderson, Michael Buehner, Peter Young, Douglas Hittle, C. Anderson, Jilin Tu, and David Hodgson, An experimental system for advanced heating, ventilating and air conditioning (HVAC) control, Energy and Buildings 39, 2007, pages 136–147.
- [4.] Schengwei Wang, Intelligent Buildings and Building Automation. Taylor & Francis, Inc; November 2009, ISBN-13: 978-0415475716.
- [5.] Michael Anderson, Michael Buehner, Peter Young, Member, IEEE, Douglas Hittle, Charles Anderson, Jilin Tu, and David Hodgson, MIMO Robust Control for Heating, Ventilating and Air Conditioning (HVAC) Systems, Energy and buildings, 2005.
- [6.] Steven R. Calabrese, Practical Controls: A Guide To Mechanical Systems. 1 edition. Fairmont Press; June 17, 2003, ISBN-13: 978-082474618.
- [7.] Shui Yuan, Ronald Perez, Multiple-zone ventilation and temperature control of a single duct VAV system using model predictive strategy Original Research Article Energy and Buildings, Volume 38 (October 2006), Pages 248–1261.

Kratka biografija:



Ivica Dragičević rođen je u Tršiću 11.10.1986. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarstvo i automatika odbranio je 2011. god.

**ANALIZA UPRAVLJANJA PROTEZOM ŠAKE SA ELEKTROSTIMULACIONOM
POVRATNOM SPREGOM NA OSNOVU VIRTUELNOG MODELA****ANALYSIS OF HAND PROSTHESIS WITH ELECTROSTIMULATIVE FEEDBACK
USING VIRTUAL MODEL**

Damir J. Đozić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Tema ovog rada je realizacija virtuelnog modela proteze šake u cilju analize upravljanja protezom sa elektrostimulacionom povratnom spregom. Virtuelni model proteze simulira podizanje modela objekata različitih težina, veličina i oblika. Mehaničkim džojstikom se upravlja brzinom zatvaranja šake i silom stiskanja. Eksperimentom su ispitivane dve bitne stavke: 1) uspešnost podizanja objekata kada postoji elektrostimulaciona povratna sprega i 2) uspešnost podizanja objekata kada ne postoji povratna sprega. Rezultati pokazuju da je kod primene elektrostimulacione povratne sprege uspešnost bila znatno veća nego bez povratne sprege.

Abstract – Topic of this paper is virtual model hand prosthesis realization for the goal of analyzing prosthesis control using electrostimulative feedback. Virtual hand prosthesis model simulates lifting of objects with various weights, sizes and shapes. Mechanical joystick is used for hand closing speed and force manipulation. The aim of this study is to compare 1) lifting object success rate when electrostimulative feedback is included and 2) lifting object success rate when electrostimulative feedback is not included. Results show that success rate when electrostimulative feedback is included was significantly higher than when feedback was excluded.

Ključne reči - Elektrostimulaciona povratna sprega, proteze, virtuelna šaka, upravljanje

1. UVOD

Mozak, kao vodeći deo Centralnog Nervnog Sistema, pokreće i kontroliše rad lokomotornog aparata putem centralnih i perifernih nerava. Prilikom svakog pokreta mozak prima veliki broj informacija, pomoću kojih se stvara mentalna prezentacija ljudskog tela.

Upotreba proteza koje zamenjuju amputiranu šaku se danas zasniva na upravljanju bez povratne sprege te je smanjen broj informacija koje dolaze do mozga i interakcija korisnika proteze sa okolinom je otežana. Pravac za prevazilaženje ovih problema je uvođenje povratne sprege kod proteza i time omogućavanje ljudima da protezu ne gledaju i ne osećaju kao strano telo već kao

integralni deo njihovog organizma. Tu povratnu informaciju korisnik proteze može primati u različitim oblicima: vibracija, zvuk, slika, pritisak, ili kao u ovom eksperimentu - električna stimulacija senzorskih nerava.

U radu [7] pokazano je da pri električnoj stimulaciji kao izolovanom događaju, ne postoji povezanost između aktivnih neurona. Nasuprot tome, pri upotrebi električne stimulacije za upravljanje protezom pokazano je da postoji povećana aktivnost u levoj hemisferi mozga koja je zadužena za izgubljenu ruku. Upotrebom povratne informacije osećaj prijetnosti se povećava jer se proteza prestaje doživljavati kao strano telo.

Zadatak ovog rada je realizacija aplikacije koja ima za cilj ispitivanje upotrebljivosti informacije koju ispitanici dobijaju preko elektrostimulacione povratne sprege, težinu navikavanja na nju, kao i da li im olakšava i pospešuje korišćenje proteze.

Čovek prima informacije iz okoline na različite načine i na taj način stiče sliku o njoj. Usled povrede ili gubitka ekstremiteta, čovek ne može više da razvije kompletnu mentalnu prezentaciju svoga tela. Prethodna istraživanja [3, 4, 5, 6] pokazala su da obezbeđivanje zamene za odsustvo taktilne informacije, ili informacije o položaju nedostajućeg (dela) ekstremiteta (proprioceptivna informacija), rezultira postizanju boljih performansi u testovima hvatanja i podizanja objekata [2].

2. MATERIJAL I METODE

U cilju analiziranja primenljivosti i karakteristika elektrostimulacione povratne sprege na protezu šake realizovan je poseban sistem na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu. On se sastoji od: 1) aplikacije realizovane u Matlab okruženju koja obezbeđuje realizaciju celog eksperimenta i upravlja ostalim delovima, 2) virtuelne šake i objekata koji se prikazuju na ekranu, 3) stimulatora i elektroda preko kojih se ispitaniku obezbeđuje elektrostimulaciona povratna sprega, 4) mehaničkog džojstika i tastera koji služi za upravljanje virtuelnom šakom i 5) akvizicione kartice koja povezuje PC i džojstik (Slika 1).

Ispitanik preko ekrana dobija informaciju o virtuelnoj šaci kao i objekat koji je potrebno da podigne. Elektrostimulaciona povratna sprega povezana je sa ispitanikom preko elektroda, i na osnovu nje ispitanik vrši upravljanje virtuelnom šakom pomeranjem mehaničkog džojstika i pritiskanjem na tastera.

Aplikacija je napravljena u cilju ispitivanja uspešnosti podizanja virtuelnih modela objekata upotrebom virtuelne

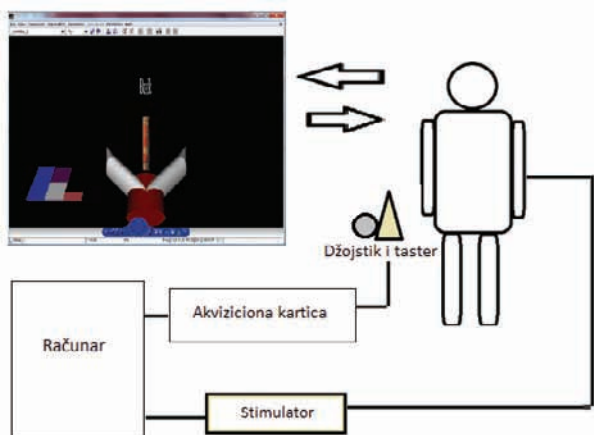
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je prof. dr Nikola Jorgovanović.

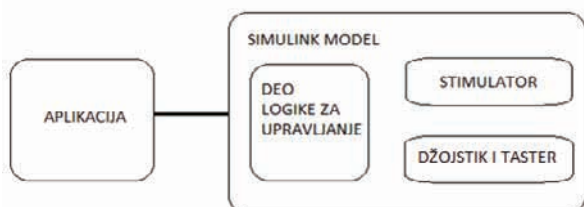
šake prilikom: 1) postojanja povratne sprege i 2) uklanjanja povratne sprege

Radna hipoteza je bila da će rezultati prikazati superiornost upravljanja sa elektrostimulacionom povratnom spregom u odnosu na upravljanje bez povratne sprege, kao i da će prosečan broj pokušaja podizanja objekata biti veći za nove (prvi put viđene objekte) nego za već poznate objekte.

Simulink model sadrži najveći deo funkcionalnosti programa. Sadrži blok za komunikaciju sa stimulatorom, blok za komunikaciju sa džojstikom kao i blok u kojem se nalazi logika protokola. Šema funkcionisanja programa prikazana je na Slika 2.



Slika 1- Šema sistema: 1) Ekran sa virtuelnom šakom, 2) Stimulator sa elektrodama, 3) Džojstik i taster, 4) Akviziciona kartica i PC



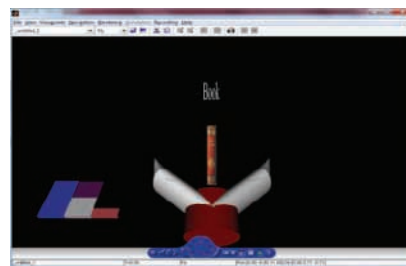
Slika 2 - Šema simulink modela - 1) Blok sa logikom za upravljanje, 2) Blok za komunikaciju sa stimulatorom, 3) Blok za komunikaciju sa Džojstikom i tasterom

Na ekranu je prikazana virtuelna šaka (Slika 3) kao i bar sa maksimalnom dozvoljenom silom za dizanje objekata, trenutnom silom kojom se deluje na objekat kao i minimalnom potrebnom silom respektivno. Pod pojmom objekat podrazumeva se model predmeta iz stvarnog sveta koji je korišćen u eksperimentu.

Objekti su postavljeni ispred virtuelne šake i prikazuju se jedan za drugim. Sila kojom se deluje na objekat podešava se pomoću mehaničkog džojstika koji se nalazi ispred subjekta, a nakon podešavanja sile na željenu vrednost, pritiska se taster koje označava pokušaj podizanja objekta.

Šaka se zatim diže a objekat, u zavisnosti od podešene sile, ili ispada ili se podiže zajedno sa šakom. U slučaju korišćenja prekomerne sile objekat odmah puca. Automatski nakon dizanja/ispadanja/pucanja prelazi se na sledeći objekat.

Sila se, pored vizuelnog prikazivanja, prikazuje ispitaniku i preko električne stimulacije.



Slika 3 - Virtuelna šaka – Bar sa leve strane prikazuje maksimalnu, trenutnu i minimalnu silu respektivno, za trenutni objekat

3.OBJEKTI

Informacije o objektu koje su od najveće važnosti u ovom eksperimentu su njegova težina i krutost koje su određene intuitivno, prema iskustvu, ali sa mnogo pažnje kako bi njihov međusobni odnos bio što je moguće realniji. Skup od ukupno 30 obuhvata objekte od najlakših (jaje, sijalica, CD) pa sve do dosta teških (cigla, puna flaša, čekić, itd.). Time je pokriven širok opseg težina kako bi rezultati bili što kvalitetniji. Za svaki objekat definisan je opseg sile koji će dovesti do njegovog uspešnog podizanja (Slika 4). Sve sile van tog opsega dovode ili do pucanja ili do ispadanja objekta. Iako postoje neki čvrsti objekti koji u realnom svetu neće moći da puknu, da se slome ili da se zgnječe (čekić, cigla), ipak je za svaki objekat definisana i granica pucanja. Ovim konceptom obezbeđeno je da ispitanici uvek podešavaju silu u tačno određenom opsegu što ustvari predstavlja korišćenje tačno određene količine energije, čime je i paradigma o ekonomičnom hvatu zadovoljena [1].



Slika 4 - Opseg sile koji dovodi do uspešnog podizanja objekta.

Plavo - Maksimalna dozvoljena sila delovanja na objekat; Crveno - minimalna potrebna sila delovanja na objekat; Belo - trenutna sila delovanja na objekat.

4.ELEKTROSTIMULACIJA KAO FEEDBACK

Kao povratna informacija upotrebljena je električna stimulacija. Postavljaju se dve elektrode na podlakticu. Obe elektrode prenose istu informaciju kako bi se osećaj na ruci poboljšao. Elektrostimulacioni impulsi koji se šalju iz stimulatora preko elektroda ka subjektu imaju konstantnu amplitudu od 4mA, frekvencija je konstantna 100Hz, a informacija o sili stiskanja se prenosi u obliku širine stimulacionih impulse. Kako je osećaj doživljavanja električne stimulacije subjektivan i zavisi od mnogo parametara (debljina masnog tkiva na ruci, otpornost kože, položaja elektroda itd.), pre eksperimenta za svakog ispitanika omogućeno je podešavanje minimalne i maksimalne širine stimulacionih impulsa.

5.OPREMA

Korišćena oprema podrazumeva mehanički džojstik koji ima mogućnost pomeranja po samo jednoj osi koji služi

za upravljanje virtuelnom šakom, mehanički taster koje simulira pokušaj podizanja objekta, PC na kojem se čitava aplikacija izvršava, akviziciona kartica *National Instruments PCI-6024E* koja povezuje džojstik i taster sa aplikacijom i obezbeđuje upravljanje u realnom vremenu, kao i stimulator TremUna i samolepljive elektrode *SPES MEDICA Pre-gelledAg/AgCl* koncentrične elektrode za jednokratnu upotrebu koji obezbeđuju električnu stimulaciju senzornih nerava.

Ispitanici

Eksperiment je sproveden na 11 ispitanika, pretežno studenata, starosti od 22. do 30 godina. Prag osećaja stimulacije kao i prag bola podešavao se za svakog ispitanika, i u najvećem broju slučajeva donja i gornja granica širine impulsa iznosila je 100us i 500us respektivno.

Eksperiment

Eksperiment podrazumeva simulaciju ponašanja modela veštačke šake prikazane na ekranu, kojom se upravlja preko mehaničkog džojstika i mehaničkog tastera. Cilj eksperimenta je da se prikazani model objekta uspešno podigne upotrebom virtuelne proteze, tj. da se objekat ne ispusti ili ne zgnječi. Povratnu informaciju o sili stiskanja objekta subjekat prima preko električne stimulacije senzornih nerava na ruci.

Čitav eksperiment je podeljen u 4 dela. Svaki deo je bitan i neophodan za sledeći. Pre početka eksperimenta određene su granice stimulacije odnosno prag bola i prag osetljivosti.

Prvi deo koncipiran je tako da upozna ispitanika sa eksperimentom. Sadrži šest objekata od kojih je prvi pokazni, kako bi se ispitaniku što bolje objasnio zadatak i funkcionisanje opreme. Prvi objekat ne može da se slomi i služi, pored navedenog, da subjekat oseti minimalnu i maksimalnu silu stimulacije kako bi zatražio korekciju u slučaju da prag osećaja i prag bola nisu adekvatno podešeni.

Nakon toga se sa eksperimentom formalno počinje. Prikazuju se pet objekata, jedan za drugim, svaki objekat samo jedan put. Na ekranu su prikazane granice pucanja i podizanja objekta, kao i trenutna sila kojom ispitanik deluje na objekat koja se takođe prikazuje ispitaniku preko električne stimulacije. Nakon podešavanja sile i pritiskanja tastera automatski se prelazi na sledeći objekat. Objekti su poredani po težini, od najlakšeg (jaje) do najtežeg (cigla). Cilj ovog dela bio je upoznavanje ispitanika sa eksperimentom, upoznavanje sa stimulacijom, kao i povezivanje sile potrebne za podizanje prikazanih modela objekata i stimulacije.

U drugom delu prikazuje se 5 objekata, svaki objekat mora da se podigne dva puta za redom kako bi se prešlo na sledeći objekat iz maksimalno 15 pokušaja, ne postoji vizuelna povratna sprega. Cilj ovog dela eksperimenta bio je ispitati vreme (broj pokušaja) potrebno da se zadovolji kriterijum za učenje svih objekata koji su u prethodnom delu prikazani.

Treći deo je koncipiran na isti način kao drugi ali su prikazani novih 5 objekata koje ispitanik nije video u prethodnim delovima. Cilj ovog dela je bio ispitati uspešnost podizanja novih, prvi put viđenih objekata.

Četvrti deo obuhvata 2 ciklusa. Prvi ciklus podrazumeva prikazivanje svih viđenih objekata (ukupno deset), svaki po tačno dva puta uzastopno. Testira se uspešnost ispitanika da podiže objekte koji su prikazani u delu broj 2 i 3. Postoji samo električna povratna sprega. Cilj je ispitati uspešnost podizanja objekata nakon treniranja ispitanika.

U drugom ciklusu prikazani su svi viđeni objekti opet, svaki po tačno dva puta uzastopno. Ne postoji ni vizuelna ni električna povratna sprega. Cilj je proveriti da li ispitanici koriste elektrostimulacionu povratnu spregu za upravljanje virtuelnom šakom ili imaju neki drugi način koji podrazumeva upravljanje bez povratne sprege.

4.REZULTATI

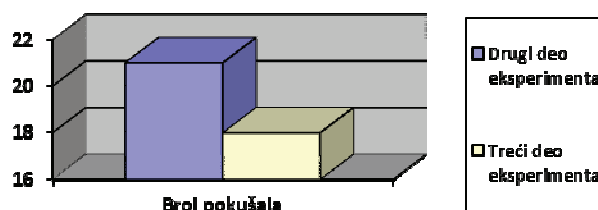
	Deo 2		Deo 3	
	Ukupan br. pokušaja	Uspešnost [%]	Ukupan br. pokušaja	Uspešnost [%]
Svi ispitanici	232	58.62	199	64.32
Sr. vrednost pokušaja	21.09		18.09	

Tabela 1 - Rezultati drugog i trećeg dela eksperimenta. Ukupan broj pokušaja i uspešnost za sve subjekte zajedno

Deo4 Uspešnost [%]	Ciklus 1	Ciklus 2	Ciklus 3	Ciklus 4
Svi ispitanici	71.81	40.90	35	62.72
Standardna devijacija	7.569	11.26	16.90	11.26

Tabela 2 - Rezultati četvrtog dela eksperimenta. Ukupna uspešnost za sve subjekte zajedno za svaki ciklus

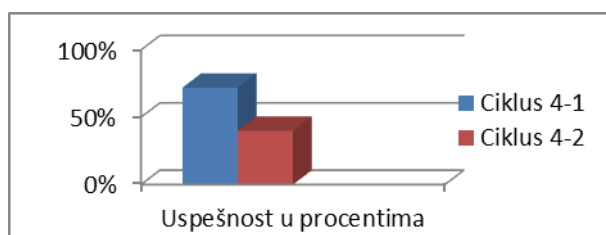
Eksperimentom ispitane su određene hipoteze i dobijeni su sledeći rezultati. Deo 2 (Tabela 1) pokazuje da je prosečni broj pokušaja podizanja objekata 21. Ovde su se pojavili objekti koji su u prvom delu viđeni i čije su mase ispitanicima tada bile prikazane. U delu 3 (Tabela 1 **Error! Reference source not found.**), u kome se očekivao veći broj pokušaja podizanja objekata od prethodnog (deo 2), ispitanici su prosečno imali samo 18 pokušaja što je bolji rezultat od pretpostavljenog (**Grafik 1**). Može se zaključiti da su se subjekti vrlo brzo navikli na električnu stimulaciju i da su se potrudili da je od početka koriste pravilno.



Grafik 1 - Poređenje testa 2 i 3 – Broj pokušaja u Drugom delu eksperimenta (PLAVO) i u Trećem delu eksperimenta (ŽUTO)

Kako nisu prikazane mase objekata u delu 3, ispitanici su mogli samo na osnovu izgleda objekta i iskustva koje imaju vezano za njih da naslute koliko su oni teški i kolika je sila neophodna (tj. koliko je jaka stimulacija neophodna) za njihovo uspešno podizanje.

Deo 4 (Tabela) potvrđuje postavljene hipoteze. Rezultati prvog ciklusa pokazuju da su ispitanici uspeali u velikoj meri da nauče da podižu objekte u delovima 1, 2 i 3 jer je uspešnost 71,81%. O informaciji da li se oslanjaju na upravljanje bez povratne sprege ili sa povratnom spregom, i u kojoj meri, govori drugi i treći ciklus ovog dela eksperimenta. Naime, vidi se da su se kod upravljanja bez povratne sprege performanse značajno smanjile. Uspešnost je sa 71,81% opala na ispod 40%. Ovim je pokazano da se ispitanici oslanjaju na upravljanje bez povratne sprege, ali da im je ipak informacija koju dobijaju preko povratne sprege veoma korisna što se dešava i u realnom svetu.



Grafik 2–Rezultati četvrtog dela eksperimenta – Uspešnost u procentima u ciklusu 1 (Plavo), ciklusu 2 (Crveno)

5.ZAKLJUČAK

Analiziranjem performansi čoveka prilikom upravljanja virtuelnom šakom došlo se do zaključaka koji uglavnom odgovaraju postavljenim hipotezama. Upotreba elektrostimulacione povratne sprege se vrlo brzo može naučiti, povezati sa silom stiskanja virtuelnih objekata i iskoristiti za upravljanje virtuelnom protezom šake. Rezultati pokazuju, kao i u studiji [1], da je upravljanje bez povratne sprege značajno, ali je za uklanjanje greške potrebna povratna sprega. Ova studija pokazuje da elektrostimulaciona povratna sprega može da se iskoristi i da je pri tome uspešnost podizanja objekata poboljšana. Ispitanici su prilikom korišćenja povratne sprege osećali sigurnost, a greške koje su pravili bile su manje od onih kada nije postojala nikakva povratna sprega.

Dalji razvoj ove studije mogao bi da bude produženje perioda treniranja, kao i prevazilaženje problema mesta postavljanja elektroda koje uvek mora biti isto. Činjenica da se i samo malim pomeranjem ruke osećaj stimulacije menja može biti pravac daljeg razvoja proteza tako što bi se eventualno koristile matrične elektrode.

LITERATURA

- [1] S. Vijayakumar, I. Saunders, „The role of feed-forward and feedback processes for closed-loop prosthesis control”, *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation* 2011, 8:60, <http://www.jneuroengrehab.com/content/8/1/60>

- [2] M. Zafar, C.L. Van Doren, “Effectiveness of supplemental grasp-force feedback in the presence of vision”, *Med. Biol. Eng. Comput.*, 2000, 38, 267-274
- [3] DURFEE, W. K., MARIANO, T. R., and ZAHRADNIK, J. L. (1991): “Simulator for evaluating shoulder motion as a command source for FES grasp restoration systems”, *Arch. Phys. Med. Rehab.*, 72, pp. 1088-1094
- [4] RISO, R. R., IGNAGNI, A. R., and KEITH, M. W. (1991): “Cognitive feedback for use with FES upper extremity neuroprostheses”, *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, 38, pp. 29-38
- [5] VANDOREN, C. L., RISO, R. R., and MILCHUS, K. (1991): “Sensory feedback for enhancing upper extremity neuromuscular prostheses”, *J. Neurol. Rehab.*, 5, pp. 63-74
- [6] PATTERSON, P. E., and KATZ, J. A. (1992): “Design and evaluation of a sensory feedback system that provides grasping pressure in a myoelectric hand”, *J. Rehab. Res. Dev.*, 29, pp. 1-8
- [7] Alejandro Hernandez Arieta, Konstantinos Dermitzakis, Dana Damian: „Sensory Feedback for body awareness in prosthetic applications“, Institute of Neuromorphic Engineering
- [8] MARK A. HOFMANN, NORMAN W. HEIMSTRA: “Tracking Performance with Visual, Auditory, or Electrocutaneous Displays” *HUMAN FACTORS*, 1972, 14(2), 131-138
- [9] Karlin Bark, Jason W. Wheeler, Sunthar Premakumar, Mark R. Cutkosky: “Comparison of Skin Stretch and Vibrotactile Stimulation for Feedback of Proprioceptive Information”, Center for Design Research Department of Mechanical Engineering Stanford University
- [10] C. N. Tupper and G. C. Gerhard: “IMPROVED PROSTHESIS CONTROL via HIGH RESOLUTION ELECTRO-TACTILE FEEDBACK”, Biomedical Engineering Center Dept. of Electrical and Computer Engineering University of New Hampshire

Kratka biografija:



Damir J. Dozić je rođen 22.06.1988. godine u Novom Sadu. Osnovnu školu „Kosta Trifković“ završio je 2003. godine. Gimnaziju „Svetožar Marković“ u Novom Sadu završio je 2007. godine. Iste godine upisao se na Fakultet tehničkih nauka, odsek Elektrotehnika i računarstvo, smer Računarstvo i automatika. Školske 2009/2010. godine upisao se na usmerenje Automatika i Upravljanje Sistemima. Osnovne akademske studije završio je 2011. Godine sa prosekom 9.47 i iste godine upisuje Master studije na istom smeru, usmerenje Biomedicinski Inženjering. Položio je sve ispite predviđene planom i programom.

INTEGRACIJA GOOGLE SERVISA U PHP ZEND VEB APLIKACIJE

INTEGRATION OF GOOGLE SERVICES INTO ZEND-BASED PHP WEB APPLICATIONS

Miloš Janjić, Milan Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad bavi se arhitekturom veb aplikacija napisanih u PHP programskom jeziku koristeći Zend Framework okruženje. U radu je predstavljena implementacija Google servisa kao što su kalendar i mape. Implementacija kalendar servisa izvršena je pomoću `Zend_Gdata_Calendar` komponente, dok je komunikacija sa Google Maps API-jem odrađena preko `jQuery GMap` plugin-a.

Abstract – This paper describes the architecture of a web application written in PHP programming language using Zend Framework. This paper also describes implementation of Google calendar and maps services. Implementation of Google calendar service is performed using `Zend_Gdata_Calendar` components, while communication with Google Maps API is done using `jQuery GMap` plugin.

Cljučne reči: PHP, Zend Framework, Google services, Google Calendar API, Google Maps API

1. UVOD

PHP je široko rasprostranjen Open Source script jezik koji se izvršava na strani web servera, a namenjen je za kreiranje dinamičkih web stranica, i uopšte različitih Internet aplikacija. Zvanično je PHP skraćenica za *PHP: Hypertext Preprocessor*, ali ga milioni ljudi i dalje znaju po originalnom nazivu – *Personal Home Page*. Autor je jezik kreirao za lakše održavanje vlastitih veb stranica, a na bazi tada jako zastupljenog Perl jezika. Inače, sintaksa samog jezika je vrlo slična sintaksama jezika C i Perl. Nakon njegovog pojavljivanja, veliki broj programera i dizajnera je uzeo učešća u njegovom daljem razvoju (pošto se radi o Open Source projektu), tako da je jezik sada stigao do verzije 6.

PHP je podržan od strane velikog broja platformi (gotovo svih), ali se posebno odomaćio na Unix/Linux platformi. Direktni konkurent PHP-Linux-Apache platform je ASP-WindowsNT-IIS platforma, ali po većini Internet marketing agencija ubedljivo vodi PHP platforma, uglavnom zato što je besplatna i što je otvorenog koda. Pored svega navedenog, svoju popularnost duguje svojoj sposobnosti da podržava veliki broj sistema za upravljanje bazama podataka (RDBMS), kao što su: na prvom mestu

MySQL; pa zatim i ostali: MS SQL server, Oracle, Postgre SQL, MS Access i još mnogi drugi. Još jedna važna stvar je ta da je PHP bogat funkcijama za manipulisanje velikim brojem različitih tipova sadržaja. Od manipuliranja grafikom (png, jpg, flash...) do učitavanja .NET modula i rada sa XML-om.

PHP na strani web servera predstavlja pretprocesor kome se prosleđuju PHP skripte. Ovo se u praksi radi na sledeći način: kreira se HTML stranica i u nju se dodaju PHP skripte. Stranice obavezno imaju ekstenziju `"*.php"`. Kada se postave na web server i korisnik ih zatraži putem svog browser-a, web server će na osnovu ekstenzije prepoznati da se radi o PHP stranicama i proslediće ih instaliranom PHP pretprocesoru. Potom će pretprocesor izvršiti programski kod i rezultat vratiti web serveru, koji nakon toga sve šalje browser-u. Rezultat procesiranja su najčešće dinamički kreirane HTML stranice, koje se zasnivaju na podacima iz neke od baza podataka, najčešće MySQL.

2. TEHNOLOGIJE

2.1. PHP

Poreklo PHP-a [1] datira nazad u 1995, kada je programer Rasmus Lerdorf razvio Perl/CGI skriptu koja mu je omogućila da zna koliko je posetilaca pročitao njegovu online biografiju. Tačnije, skripta je izvršavala 2 zadatka: logovanje informacija o posetiocima i prikazivanje broja posetioca na web stranici.

Kao što znamo da je u to vreme web bio „mlad“, alati kao ovi su bili nepostojeći. Ođednom je nastala prava „gužva“ oko ove Lerdorf-ove skripte. Zbog te nagle pojave interesovanje Lerdorf je izdao ovaj skup alata (eng. toolset) pod nazivom Personal Home Page (PHP).

Pošto navala za PHP skupom alata nije jenjavala, Rasmus je nastavio sa razvojem ovog jezika. Možda najveća rana promena je bila nova funkcija koja je omogućavala da se podaci uneti u HTML formu smeste u promenljive, što je omogućilo izvoz u ostale sisteme. Da bi ovo postigao odlučio je da nastavi dalji razvoj u C programskom jeziku, a ne u Perl-u. Razvoj PHP-a je kulminirao novembra 1997 sa verzijom 2.0 ili Personal Home Page/Form Interpreter (PHP/FI).

Nova verzija PHP-a je postala veoma popularna i tim programera se priključio Lerdorf-u. Oni su zadržali prvobitni koncept uključivanja koda direktno uz HTML i ponovo napisali mehanizam za parsiranje, čime je nastala verzija 3.0. Do Juna 1998 verziju 3.0 je koristilo više od 50000 korisnika.

NAPOMENA:

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

Razvoj se nastavio užurbanim tempom u naredne dve godine, sa stotinama novih funkcija. Početkom 1999, Netcraft (www.netcraft.com), kompanija za istraživanje i analizu interneta, je izdala izveštaj u kojem navodi da je broj korisnika koji koristi PHP je više od 1 miliona. Ovo čini PHP jednom od najpopularnijih skrip jezika u svetu. Dva programera koja su radili na razvoju PHP-a, Zeev Suraski i Andi Gutschmans, preuzeli su inicijativu da se potpuno razmotri način na koji je PHP radio, što je kulminiralo u ponovno pisanje PHP parser-a, nazvanom Zend scripting engine. Rezultat je bila nova verzija PHP-a 4.0.

2.2. Zend Framework

Zend Framework [4] je napravljen da obezbedi lakši razvoj PHP web aplikacija i omogući njihovo održavanje u dužem periodu. Sadrži bogat skup komponenti. Zasnovan je na jednostavnosti i OOP. Fokusiran je za pravljenje sigurnih, pouzdanih, modernih web 2.0 aplikacija i web servisa. Koristi širok opseg dostupnih API-ja kao što su Google, Amazon, Yahoo, Flickr.

Zend Framework **Error! Reference source not found.** uvodi standardizovan set komponenti koje omogućavaju jednostavan razvoj web aplikacija. Ove aplikacije mogu biti lako razvijene, održive i unapređivane. Glavne karakteristike su:

- Sve u kutiji (in the box)
- Moderan dizajn
- Lako za učenje
- Potpuno dokumentovano
- Jednostavno razvijanje aplikacija
- Brz razvoj

2.3. Model View Controller (MVC)

Trygve Reenskaug je prvi osmislio MVC [3] u kasnim '70-tim za Smalltalk. Od tada MVC je evaluirao, i ima dosta različitih implementacija. Pored svih ovih implementacija MVC i dalje zadržava svoj osnovni cilj razdvajanja korisničkog interfejsa u tri odvojene oblasti. Ovaj osnovni koncept je veoma lako razumeti. Međutim, detalji MVC implementacije mogu biti veoma kompleksni.

Tri oblasti koje MVC definiše su Model, View i Controller. Oni su odgovorni za model logike same aplikacije, korisničkog interfejsa i kontrolne logike. Odvajanjem aplikacije na ovaj način dobijaju se sledeće pogodnosti:

- Jednostavno dodavanje, menjanje i uklanjanje funkcionalnosti
- Mogućnost postojanja više različitih interfejsa istih podataka
- Jednostavne promene nad kontrolnom logikom
- Izbegavanje ponavljanje koda
- Timski rad

Naravno postoje nedostaci i situacije gde se MVC ne bi trebalo koristiti. Na primer, pri kreiranju veoma jednostavnih aplikacija (ako će ona uvek biti takva), nema potrebe za korišćenjem MVC-a.

2.3.1. MVC u Zend Framework-u

Zend Framework sistem je ustvari jedna od implementacija MVC šablona.

Model

Ovaj deo MVC šablona predstavlja kod koji radi „iza scene“ i predstavlja način na koji aplikacija radi. Poznat je kao „business logic“. Na primer, kod koji zna da korisnik ima ime i prezime. Iz toga se zaključuje da pribavljanje i čuvanje podataka u bazi podataka je „posao“ ovog sloja. Što se tiče koda, Zend Framework pruža Zend_Db_Table klasu koja omogućuje povezivanje sa bazom podataka i laku manipulaciju podacima

View

Predstavlja logiku prikazivanja aplikacije. Za web aplikacije ovo je obično HTML kod, koji opisuje web stranice, ali može i da uključuje XML koji se koristi kod RSS feed-ova. Takođe ako web sajt omogućava izvoz u CSV format, generisanje CSV-a bi takođe bio deo prikaza. Fajlovi za prikaz su poznati kao „templates“ i obično imaju neki kod koji omogućava prikazivanje podataka kreiranih od strane modela. Podrazumeva se da Zend Framework-ova view klasa (Zend_View) koristi PHP u template fajlovima, ali i drugi template mehanizmi se mogu koristiti, kao što su Smarty ili PHPTAL.

Controller

Kontroler je ostatak koda koji povezuje celu aplikaciju. Za web aplikacije, programski kod koji se koristi u kontroleru je kod koji na osnovu zahteva zaključuje šta da se pokrene. Kod Zend Framework aplikacija, sistem kontrolera je baziran po šablonu, poznat kao Front Controller, koji koristi „handler“ (Zend_Controller_Front) i akcije (Zend_Controller_Action) koji rade zajedno. Front kontroler handler prihvata sve zahteve sa servera i pokreće odgovarajuću akciju. Ovaj proces je poznat kao „routing“ i „dispatching“.

3. IMPLEMENTACIJA

Projekat pod imenom „PHP ZF combine with Google Calendar API“ predstavlja primer web aplikacije koja radi pod Zend Framework-om. Maksimalno koristi Zend Framework komponente, a najbitnija za ovaj projekat je komponenta pod nazivom Zend_Gdata (služi za komunikaciju sa Google API-jem [5]).

3.1. Google Calendar API

API (Application Programming Interface) ima specifičnu namenu da se koristi kao interfejs nekog servisa za komunikaciju sa drugim servisima i/ili aplikacijama.

Google Calendar API nam omogućava da razvijamo klijentske aplikacije pomoću kojih možemo da manipuliramo događajima i zadacima u javnim i privatnim Google kalendarima. Veoma lako možemo dodavati nove događaje, menjati, brisati ili pretraživati postojeće. Google Calendar API predstavlja REST (REpresentational State Transfer) servis. Da bi se moglo manipulirati sadržajem privatnih kalendara, mora se koristiti autentifikovana sesija. To znači da će se u sesiji korisnika čuvati access token za pristup privatnim kalendarima trenutnog korisnika.

3.2. Dijagram klasa

Klase *IndexController*, *HomeController* i *MapController* predstavljaju kontrolere ove web aplikacije.

Svi kontroleri nasleđuju jedan zajednički kontroler *App_Controller_Action* (koji nasleđuje Zend Framework-ov *Zend_Action_Controller*). Javne metode u kontrolerima koje na kraju imaju dodatak *Action*, predstavljaju akcije tih kontrolera. Klasa *Bootstrap* predstavlja klasu koja se izvršava pri inicijalizaciji aplikacije. Metoda *_initSettings()*, ima za zadatak da podešavanja iz *application.ini* fajla prebaci u *Zend_Registry* radi kasnijeg lakšeg pribavljanja podešavanja. Takođe sadrži i metodu *_initAutoloader()* koja će registrovati nov namespace gde će se nalaziti klase vezane za ovu aplikaciju. *App_Calendar_Adapter* je klasa koja služi za komunikaciju sa Google API-jem

3.3. Arhitektura sistema

Veb aplikacija “PHP ZF combine with Google Calendar API” je bazirana na Zend Framework-u. Prezantacioni sloj i sloj kontrolera su posledica korišćenja pomenutog okruženja. Sloj “modela” nije dodatno implementiran, jer nam komponente *Zend_Gdata* i *Zend_Gdata_Calendar* same po sebi pružaju entitete/adaptore za rad sa Google Calendar API-em.

3.3.1. Adapter

Kao što je napomenuto u ranijim poglavljima, korišćena je komponenta *Zend_Gdata_Calendar*. Da bi komunikaciju sa ovom komponentom prilagodili trenutnoj aplikaciji, zamišljen je još jedan sloj između ove komponente i sloja koji će to koristiti. Zapravo, u kontroleru se instancira adapter sa kojim kontroler jedino komunicira. Iz ovoga proizilazi da kontroler ne „priča“ nikada direktno sa samom *Zend_Gdata_Calendar* komponentom koja zaduženom za komunikaciju sa Google Calendar API-em.

Ubacivanjem još jednog adaptera sva logika koja treba da se izvrši, da se od ulaznih zahteva (dobijenih iz prezentacionog sloja) dobije očekivani odgovor, se nalazi u odgovarajućim metodama ovog adaptera. Tako da bilo kakva izmena i/ili dodatni zahtev se može veoma lako implementirati. Još jedna prednost je što ovim poštujemo jedan od principa objektnog programiranja – DRY (Don’t Repeat Yourself).

3.3.2. Controllers

Kontroleri predstavljaju deo aplikacije koji je zadužen da zahteve korisnika prosledi odgovarajućoj akciji. Zatim akcija obrađuje zahtev (parsira parametre iz zahteva, poziva potrebne metode, priprema odgovor) i postavlja vrednosti odgovarajućim parametrima prezentacionog sloja, koji krajnji korisnik vidi.

Svi kontroleri nasleđuju prilagođen kontroler *App_Controller_Action* koji nasleđuje *Zend_Controller_Action* – podrazumevani kontroler Zend Framework-a. Ovaj kontroler sadrži protected metode koje su potrebne svim kontrolerima aplikacije. Ovim se takođe izbegava ponavljanje koda u svakom kontroleru ponaosob. Glavna metoda koju svi kontroleri naslednici koriste jeste *_getCalendarAdapter* koja služi da vrati instancu klase *App_CalendarAdapter*. Pomoću te instance klase kontroleri komuniciraju sa Google Calendar servisom.

U ovoj aplikaciji postoje četiri kontrolera. Svaki je zadužen za određenu logičku celinu. Postojeći kontroleri:

IndexController – Početni kontroler aplikacije

HomeController – Autentifikovani pozovi koji se odnose na korisnikov kalendar

MapController – Prikaz budućih događaja (koji sadrže lokaciju) na mapi

ErrorController – Rukovanje error-ima u toku rada aplikacije

3.3.3. Views

Prezantacioni sloj, tj. sloj koji vidi krajni korisnik aplikacije, je napravljen kao phtml template. Ova vrsta template-a predstavlja u suštini php fajl sa ekstenzijom *.phtml, što nam govori da pri pisanju template-a možemo koristiti PHP i HTML elemente (isto kao i *.php fajlovi).

Zend Framework omogućava da postoji glavni prezantacioni fajl koji će u sebi uključivati ostale prezantacione fajlove u zavisnosti od kontrolera-akcije. Ovakav način organizovanja ovog sloja naziva se layout. U jednoj Zend Framework aplikaciji možemo imati više layout-a (primer: jedan layout za neautentifikovane korisnike, drugi za autentifikovane korisnike). Svaka akcija (koja nije ajax akcija) mora da ima svoj prezantacioni korespodent. Da bi vezali odgovarajuću akciju za njen prezantacioni fajl, on mora da se nalazi na određenom mestu pod određenim imenom. Svi prezantacioni fajlovi se nalaze pod direktorijumom *application/views/scripts*. U tom direktorijumu svaki kontroler ima svoj folder (čije ime mora da se poklapa sa imenom kontrolera), u kome se nalaze prezantacioni fajlovi za njegove akcije (ime akcije mora da se poklapa sa imenom *.phtml fajla).

Što se tiče ove aplikacije, postoji samo jedan layout, čiji se <body> html element menja u zavisnosti od kontrolera/akcije. Glavni layout fajl se nalazi u folderu *application/layouts*. Putanju do ovog fajla definišemo u glavnom konfiguracionom fajlu.

Za manipulaciju DOM-om (Document Object Model) korišćena je jQuery biblioteka. Prikaz kalendara je odrađen uz pomoć dodatka (plugin-a) za jQuery biblioteku Fullcalendar. Za prikaz događaja na mapi korišćen je dodatak (plugin) gMap.

3.4. Primeri mogućih implementacija

Poglavlje sadrži detaljniju moguću implementaciju odabranih rešenja, tj. pregled programske implementacije. Izabrani su primeri: pregled svih događaja u kalendaru, kreiranje novog događaja, prikaz budućih događaja na mapi.

3.4.1. Pregled svih događaja u osnovnom (default) kalendaru

Nakon uspešnog prijavljivanja i odobravanja pristupa aplikacije sopstvenom kalendaru, jedna od mogućnosti koju korisnik može da izabere jeste “show me all my events”. Odabirom ove opcije korisnik dobija prikaz svih

događaja za trenutni mesec (uvek se prikupljaju događaji za željeni mesec).

Javascript biblioteka koja je zadužena za prikaz događaja u formi kalendara (kao i manipulisanje pregleda događaja – mesečni, nedeljeni, dnevni) naziva se Fullcalendar. Registrovanjem callback-a na određene događaje kalendara (klik na datum u kalendaru, klik na postojeći događaj, inicijalno pribavljanje događaja) komuniciramo sa kontrolerima aplikacije slanjem ajax zahteva. Svi ajax zahtevi vraćaju odgovor u JSON formatu.

Podrazumevani pregled je pregled na nivou meseca. Dodatni prikazi su još: nedeljni, dnevni. Takođe postoje navigaciona dugmad za kretanje između meseci/nedelja/dana.

3.4.2. Kreiranje novog događaja – osnovni podaci

Dodavanje novog događaja se može izvršiti na tri načina: 1. Biranjem stavke iz menija “create me an event” koja će otvoriti novu stranicu za kreiranje događaja - detaljnije opisano u sledećem poglavlju; 2. Klikom (ili selektovanjem više datuma prevlaćenjem miša) na prazno polje datuma na kalendaru otvara se modalni dialog gde unosimo samo naslov događaja; 3. Unošenjem “magičnog” teksta u polju iznad kalendara i klikom na dugme “Quick add event”. Ovom metodom možemo uneti više detalja o događaju kao što su naslov, datum/vreme, mesto;

3.4.3. Kreiranje novog događaja – sa svim detaljima

Na stranicu za dodavanje novog događaja (sa svim detaljima) možemo doći sa bilo koje stranice, pritiskom na dugme “create me an event” u navigacionom meniju. Nakon što se celokupan DOM (Document Object Model) učita, izvršava se određeni javascript da bi se podesio izgled i funkcionalnost stranice. jQueryUI biblioteka (<http://jqueryui.com>) nam daje apstraktan nivo za interakciju na niskom nivou, animaciju, napredne efekte, razne dodatke, i sve to zasnovano na jQuery biblioteci (<http://jquery.com>).

Pritiskom na dugme “Create event”, šalje se POST zahtev na adresu “/home/create-event”, na osnovu kojeg router zaključuje da treba zahtev da prosledi na “create-event” akciju “home” kontrolera. Create-event akcija dobijene parametre formatira i prosleđuje funkciji “_calendarAdapter” objekta

3.4.4. Prikaz budućih događaja na mapi

Novina koja je uvedena, koja ne postoji u Google Calendar aplikaciji je iscrtaivanje i ispis putanje kako stići na određeno mesto (o ovom slučaju mesto događaja) sa trenutne lokacije. Do ove stranice se može doći na dva načina. Klikom na događaj se prikazuju svi osnovni podaci selektovanog objekta. Pored osnovnih podataka stoji i link „get direction“ kojim se prikazuje stranica za unos startne pozicije. Drugi način je prikazivanjem svih budućih događaja na mapi.

Za prikaz mape i događaja na njoj, korišćen je dodatak za jQuery biblioteku – imGoogleMaps (<http://www.grasshopperpebbles.com>).

Događaji se prosleđuju na stranicu u JSON (JavaScript Object Notation) formatu.

Klikom na link „get direction“ dobijamo željenu stranicu. Trenutna lokacija se unosi ručno, dok se odredište automatski prikuplja u zavisnosti šta je unešeno kada je kreiran događaj.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu je ukratko predstavljen PHP programski jezik i kako se on zajedno sa Zend Framework paketom može iskoristiti da se naprave kvalitetne veb aplikacije. Takođe je bilo i reči o tome kako napraviti projekat pod Zend Framework-om, kao struktura i funkcionisanje samog okruženja.

Projekat pod nazivom “PHP ZF combine with Google Calendar API” predstavlja samo deo toga što se može odraditi sa Zend Framework-om. Povezivanje sa Google Calendar API-jem je odradeno preko komponente Gdata. U sprezi sa ovom komponentom korišćen je dodatak za komunikaciju sa Google Maps API-jem, pomoću koga su se prikazivali događaji na mapi. Ova aplikacija se može koristiti kao zamena za Google Calendar.

S obzirom na lakoću pisanja veb aplikacija, logičnost, komunikaciju sa velikim veb servisima, raširenost i popularnost PHP-a, došli smo do zaključka da korišćenjem Zend Framework-a možemo praviti veb aplikacije koje mogu slobodno parirati okruženjima kao što su Javin JSF ili Microsoftov ASP.NET.

5. LITERATURA

[1] W. Jason Gilmore, Beginning PHP and MySQL, Apress, 2008, ISBN: 978-1-4302-0299-8

[2] Keith Pope, Zend Framework 1.8. Web Application Development, Packt publishing, 2009, ISBN: 978-1-847194-22-0

[3] MVC – Model View Controller
<http://en.wikipedia.org/wiki/Model-View-Controller>

[4] Zend Framework
<http://framework.zend.com>

[5] Google Calendar API
http://code.google.com/apis/calendar/data/2.0/developers_guide.html

Kratka biografija:

Miloš Janjić je rođen 1986. godine u Gornjem Milanovcu. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Računarstvo i automatika – Računarske nauke i informatika, odbranio je 2012. godine.

Milan Vidaković je rođen 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.

GOVORNI INTERFEJS I NJEGOVE PRIMJENE NA GOVORNIM PORTALIMA I SMART TELEFONIMA

Ivana Marković¹, Siniša Suzić¹, Vlado Delić¹

¹Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad; e-mail: ivana.markovic.bar@gmail.com

SAŽETAK

U ovom radu predstavljen je govorni interfejs i njegove primjene na govornim portalima i na pametnim telefonima. Primjenom govornih tehnologija u savremenim korisničkim servisima i aplikacijama moguće je pružiti nove i unaprijediti postojeće usluge, što povećava produktivnost opsluživanja korisnika i kvalitet poslovanja. Automatsko prepoznavanje govora i sinteza govora na osnovu teksta, kao osnovne komponente za prepoznavanje i sintezu govora, mogu pružiti dodatnu funkcionalnost ili atraktivnost samog servisa. Namijenjene su prevashodno programerskim kućama i sistemskim integratorima koji treba da ih ugrađuju u razne govorne portale i aplikacije za brojne krajnje korisnike. U posljednje vrijeme primjena govornih tehnologija postaje sve značajnija i kod mobilnih telefona, omogućavajući zdavanje komandi putem glasa. Sadržaji koji najčešće zanimaju većinu ljudi jesu bioskopski i pozorišni repertoar, red vožnje u avionskom, željezničkom i drumskom saobraćaju, vremenska prognoza, informacije o kulturno-umjetničkim i sportskim događajima, stanje na putevima, horoskop, sportski rezultati, itd.

1. GOVORNI PORTAL

Nove govorne tehnologije koje omogućavaju automatsko prepoznavanje i sintezu govora, značajno su unaprijedile generaciju IVR (engl. *Interactive Voice Response*) aplikacija i dovele do pojave tzv. govornih portala (engl. *Voice Portals*).

Govorni portal je sistem koji korisniku omogućava pristup informacijama na Internetu u svako doba i na svakom mjestu, najčešće pomoću telefona i sopstvenog glasa. Govorni portal na web-u je pristupna tačka preko koje korisnici traže željene informacije pomoću telefona i koristeći navigaciju pomoću govornih komandi.

Automatsko prepoznavanje govora - ASR (engl. *Automatic Speech Recognition*) i sinteza govora na osnovu teksta - TTS (engl. *Text-to-Speech Synthesis*) predstavljaju ključne elemente govornog portala, a za razliku od drugih novih tehnologija zavisne su od jezika i moraju se u značajnoj mjeri razvijati zasebno za svaki jezik.

1.1. Automatsko prepoznavanje govora (ASR)

ASR je proces softverskog prepoznavanja ljudskog govora. Performanse sistema za automatsko prepoznavanje govora su obično određene u pogledu preciznosti i brzine. Preciznost se mjeri procentom pogrešno prepoznatih riječi, dok se brzina mjeri faktorom realnog vremena, [1].

Svaki sistem za prepoznavanja govora se sastoji od jezičkog modela ili gramatike, akustičkog modela i dekodera, [2].

Jezički modeli sadrže veliku bazu riječi sa njihovim vjerovatnoćama pojave u određenoj sekvenci. Koriste se u aplikacijama za diktiranje. Svaka riječ iz jezičkog modela ili gramatike ima pridruženu bazu fonema koji odgovaraju različitim zvukovima i zajedno čine rečenicu. Gramatika u suštini definiše ograničenja u tome šta sistem za prepoznavanje govora može da očekuje na ulazu. Kada je neka od tih riječi prepoznata, sistem za prepoznavanje govora vraća riječ programu – uglavnom nekom dijalog menadžeru koji nakon toga vrši zadate procese bazirane na toj riječi.

Akustički model sadrži statističke zastupljenosti različitih zvukova koji čine svaku riječ u jezičkom modelu ili gramatici. Svaki poseban zvuk odgovara jednom fonemu. On mora sadržati zvukove za svaku riječ koja se koristi u prethodno definisanoj gramatici. Te riječi daju sistemu za prepoznavanje govora sekvence zvukova koje on "osluškuje". U suštini kada sluša neku riječ, on zapravo sluša sekvence zvukova, koje čine tu riječ prethodno definisanu u gramatici.

Dekoder je program koji uzima zvukove korisnika i traži iste zvukove u akustičkom modelu. Kada pronađe poklapanje, dekodek obrađuje foneme odgovarajućeg zvuka. On bilježi poklapanja fonema sve dok korisnik ne napravi pauzu. Tada traži odgovarajuće sekvence fonema u jezičkom modelu ili gramatici i vraća prepoznatu sekvencu.

1.2. Sinteza govora u tekst (TTS)

Sinteza govora predstavlja vještačko stvaranje ljudskog govora. Sistem koji se koristi za ovu svrhu zove se sintetizator govora i njegova implementacija se takođe može realizovati softverski. Osnovna funkcija sistema tekst u govor (TTS) jeste konverzija normalnog jezičkog teksta u govor. Sintetizovani govor se može stvoriti od pojedinih djelova snimljenog glasa, smještenih u bazi podataka. Sistemi za sintezu govora su na prvi pogled vrlo slični. Glavna razlika između njih jeste u količini sačuvanih glasovnih jedinica, [3].

Sistem tekst u govor se sastoji iz dva dijela: blok za jezičku obradu teksta i blok za generisanje govornog signala, [5]. Svaki od ovih djelova ima posebne uloge prilikom pretvaranja teksta u govor. Blok za jezičku obradu teksta ima dvije osnovne uloge. Prva osnovna uloga prepoznaje se kao "predobrada" teksta pomoću koje se normalan jezički tekst konvertuje u njegove ekvivalente napisanih riječi. Druga osnovna uloga podrazumijeva "konverziju teksta u foneme", koja obezbjeđuje prvobitno dodjeljivanje fonetske transkripcije svakoj riječi, a zatim i dijeljenje, odnosno kombinovanje tih riječi u rečenice. Osnovna uloga bloka za generisanje govornog signala jeste konverzija simboličke lingvističke reprezentacije u govor.

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Siniše Suzića. Mentor je bio prof. dr Vlado Delić.
- b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji DOGS, Kovačica, oktobar 2012.



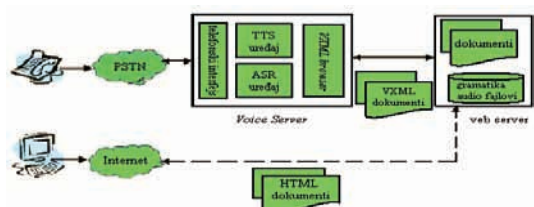
Slika 1: Blok šema TTS sistema

Kvalitet sistema za sintezu govora određuje se po njegovoj sličnosti i razumljivosti sa ljudskim govorom. Najvažniji kriterijumi kvaliteta su prirodnost i jasnoća. Prirodnost se prepoznaje kroz stepen u kom izlazni podaci zvuče kao ljudski govor, dok jasnoća predstavlja nivo razumljivosti izlaznih riječi. U skladu sa osobinama govornog korisničkog interfejsa i različitim zahtjevima korisnika kod sinteze govora, potrebno je da govorni *interfejs* bude prilagođen ciljnoj grupi korisnika. Stoga, može se razlikovati niz tehnologija za generisanje sintetizovanog govora. Dvije osnovne tehnologije su: povezivačka sinteza, koja se zasniva na povezivanju segmenata snimljenog govora i čiji je cilj da sintetični govor zvuči što prirodnije i formantska sinteza, koja ne koristi uzorke ljudskog govora tokom izvršenja. Umesto njih, izlazni podaci sintetizovanog govora kreiraju se korišćenjem akustičkog modela, [3].

1.3. Komunikacija između korisnika i uređaja

Da bi se ovaj proces komunikacije između korisnika i sistema obavio kvalitetno i efikasno neophodno je da sistem govornog portala sadrži sledeće hardverske, softverske i mrežne elemente:

- telefonsku mrežu;
- voice server (VoiceXML Gateway);
- web/aplikacioni server;
- Internet mrežu;
- VoiceXML dokumente;
- gramatičke fajlove i
- audio fajlove, [4].



Slika 2: Komunikacija između korisnika i uređaja

1.4. Mogućnosti primjene govornih portala

Portali na bazi govornih tehnologija:

1. Ozvučeni Internet sajtovi:
 - Računar čita izabrani tekst (ruke i oči su slobodne).
2. Telefonski govorni automati:
 - Ekran koji su osjetljivi na dodir mogu biti obogaćeni sa govornim tehnologijama;
 - ASR i TTS.
3. Multimodalni informativni pultovi:
 - Osnovne funkcionalnosti: prepoznavaju govorne komande (ASR) i odgovaraju sintetizovanim govorom (TTS);
 - Primjeri telefonskih servisa:

- informacije (vrijeme, putevi, kultura);
- snimanje oglasa, reklamacija i rezervacija;
- red vožnje, telemarketing, zabavni servisi;
- biranje lokala i govorna pošta.

4. Automatske telefonske sekretarice
5. Aplikacije za osobe sa invaliditetom:
 - Govorne mašine za djecu sa cerebralnom paralizom;
 - Audio biblioteka za osobe sa invaliditetom;
 - Telefon kao govorna mašina za nijeme;
 - Robot za pomoć u terapijskom radu;
 - Senzorski sistem u pametnoj kući;
 - Titlovanje TV programa.

Za uvođenje govornih portala bile bi zainteresovane institucije kao što su: banke, pošte, turističke organizacije, kompanije za prevoz putnika, robe i usluga.

Ovakav sistem usluga bi omogućio bankama da privuku nove korisnike novom vrstom usluga, npr. usluga pristupa računu, trgovina hartijama od vrijednosti. Takav sistem bi zahtijevao uvođenje zasebnog korisničkog imena i lozinke za pristup bazi podataka, čime se ostvaruje zaštita privatnosti korisnika.

Turisti bi putem tog portala mogli da prijave boravak, kao i da plate boravišnu taksu, da se informišu o znamenitostima grada, restoranima, hotelima, dešavanjima... Turistički biroi bi morali posjedovati govorne portale u kojima je obuhvaćeno više stranih jezika, kako bi strani turisti mogli koristiti ovaj portal. Dakle, govorni *interfejs* ovakvog portala morao bi biti složeniji, jer osim što bi bilo uključeno više jezika, morala bi se napraviti aplikacija za automatsko prepoznavanje određenog jezika i odgovaranje na tom jeziku.

Kompanije za prevoz putnika, robe i usluga, bi putem govornih portala i aplikacija nudile korisnicima svojih usluga detaljne informacije o vremenu polaska, dolaska, kao i najjeftiniju putanju od tačke A do B.

2. MOGUĆNOST PRIMJENE GOVORNOG INTERFEJSA KOD SMART TELEFONA

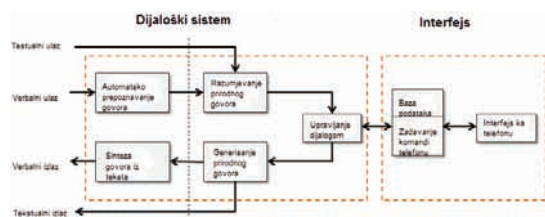
Moduli u sistemu se mogu funkcionalno podijeliti u dvije osnovne grupe:

1. *Interfejs* sa mobilnim telefonom (u daljem tekstu: *interfejs*) – Ova grupa modula je zadužena za preuzimanje podataka iz memorije sa mobilnog telefona (npr. preuzimanje sadržaja kratkih tekstualnih poruka, preuzimanje podataka iz telefonskog imenika, itd.), upis podataka u memoriju mobilnog telefona (npr. upis nove poruke, upis novog broja u telefonski imenik, itd.), i zadavanje komandi telefonu (npr. slanje poruke, pozivanje broja).

2. Dijaloški sistem – Ova grupa modula je zadužena za verbalnu i tekstualnu komunikaciju sa korisnikom.

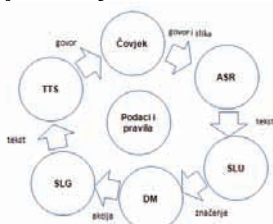
Osnovna ideja je postići da funkcionalnost dijaloškog sistema bude nezavisna od telefona. Dijaloški sistem bi imao indirektan pristup podacima i komandama telefona, preko *interfejsa*, [2].

Govorni korisnički *interfejs* (VUI) pomoću *glas-govor platforme* čini ljudsku interakciju sa uređajima optimizovanom, čime vrši pokretanje automatizovane usluge ili procesa na uređaju. Potrebno je da *interfejs* bude pažljivo osmišljen i kreiran za ciljnu grupu korisnika kojoj je namijenjen.



Slika 3: Arhitektura sistema

U pregledu dijalognog sistema razlikujemo module za razumijevanje prirodnog govora (SLU), za upravljanje dijalogom (DM), i za generisanje prirodnog govora (SLG). Ova tri modula čine cjelinu koja je funkcionalno nezavisna od modula ASR i TTS. Ovakva postavka omogućava da kasnije zamijenimo pojedine module i primijenimo dijaloški sistem za drugi jezik.



Slika 4: ASR i TTS u dijalogu čovjek mašina

ASR (engl. *Automatic Speech Recognition*) - Automatsko prepoznavanje govora: konvertuje govor u tekst, što tačnije i efikasnije, nezavisno od uređaja, govornika i okruženja.

SLU (engl. *Spoken Language Understanding*) - Razumijevanje govornog jezika: izdvaja značenje iz prepoznatog govora i interpretira čovjekov zahtjev.

DM (engl. *Dialogue Management*) - Upravljanje dijalogom: upravlja razmjenom informacija sa čovjekom.

SLG (engl. *Spoken Language Generation*) - Generisanje govornog jezika: prevodi akciju DM-a u tekst (rečenice).

TTS (engl. *Text-to-Speech Synthesis*) - Sinteza govora na osnovu teksta: konvertuje tekst u govor, što prirodniji i razumljiviji, sa raznim govornicima, jezicima i akcentima.

3. PRIMJERI GOVORNOG INTERFEJSA NA SMART TELEFONIMA

U nastavku se nalazi opis nekih aplikacija za smart telefone koji koriste govorne tehnologije.

3.1. Google Voice Search

Google Voice Search aplikacija, koja je unaprijed instalirana na mnogim *Android* uređajima i koja je dostupna na *Google Play-u*, omogućava pretraživanje *Interneta* putem glasa kao i korišćenje nekih komandi na telefonu, [7]. Od verzije *Androida 2.1* uvedena je tzv. „govorna tastatura“. Aktiviranje snimanjem govorne komande se vrši pritiskom na ikonu (mikrofon) koja se nalazi u sklopu virtualne tastature.

Moguće je zadavanje različitih komandi kao što su slanje tekstualnih poruka glasom, pozivanje kontakta iz imenika ili diktiranjem broja, slanje *e-mail-a*, puštanje muzike iz *playlist-e* ili sa odgovarajućeg sajta (kao što je *youtube.com*).

Sama primjena govorne pretrage pretrage nije ograničena samo na telefone sa operativnim sistemom *Android*, već je u većoj ili manjoj mjeri prisutna na svim mobilnim uređajima nove generacije. U tabeli 1 je prikazan kratak pregled podržanih podržanih opcija ove aplikacije za različite mobilne platforme, [7].

Glasovna aplikacija koja omogućava zadavanje glasovnih komandi na *Android* telefonima je ograničena na određeni broj jezika. Nedavno je uvedena i podrška za srpski jezik kao prvi južnoslovenski jezik, [6].

Voice Search tehnologija omogućava programerima jednostavno ubacivanje funkcionalnosti za prepoznavanje govora u aplikacije. Preduslov za korišćenje takvih aplikacija je da i *Google Voice Search* aplikacija bude instalirana na telefonu.

Do verzije *Androida 4.2* prepoznavanje se vrši putem *Interneta*, na *Google*-ovim serverima. Prvi uređaj koji posjeduje ovu verziju operativnog sistema, omogućava da se prepoznavanje za potrebe diktiranja tekstualne poruke obavlja bez *Internet* konekcije, dakle na samom telefonu.

Tabela 1: Pregled podržanih aplikacija na uređajima

Odlika	Android	BlackBerry	iPhone	Nokia S60	Windows
Pretraga glasom	+	+	+	+	+
Moja lokacija	+	+	+	+	+
Google sugestija	+	+	+	+	+
Pretraga istorije	+	+	+	+	+
Pretraga e-maila	+	+	+	+	+
Pretraga kontakata	+	+	+	+	+
Vertikalna pretraga	+	+	+	+	+
Linkovi ka drugim google aplikacijama	+	+	+	+	+

3.2. iSpeech

iSpeech je kompanija koja nudi pristup servisima za prepoznavanje i sintezu govora putem *Interneta*. Između ostalog omogućava i konverziju sajtova i blogova u audio. Takođe, nudi mogućnost konverzije i raznih dokumenata poput: *Word*, *Excel*, *PowerPoint*, *Text*, itd.

iSpeech omogućava primjenu TTS i ASR na različitim mobilnim telefonima, računarima i web platformama dajući odgovarajuće SDK-ove koji omogućuju pristup njihovim servisima. Korišćenje prepoznavaća i TTS-a na mobilnim uređajima je besplatno, [8].

Mobilne	Desktop/Server	Web
• iPhone • Android • BlackBerry	• Java • .NET	• Javascript (TTS) • Flash/Flex/Air

Slika 5: Platforme na kojima su *iSpeech* servisi primjenjiv

iSpeech može se koristiti za upotrebu govora na sledeće načine: govorne komande, pozive, *e-mail* i SMS diktiranje, *Web* pretragu, zapis poruka, unos u polja za podatke, traženje informacija, transkripciju, navigaciju, prevod govora, slušanje bilo kog teksta, preslušavanje *e-mail-ova* i SMS poruka, govorna obavještenja, naraciju, virtualni pomoćnici.

3.3. SpeakToIt

Primjene *SpeakToIt* (STI) aplikacije su mnogobrojne i neke od njih su: razgovor sa korisnikom, pronalaženje informacija i lokacija, navigacija,

pozivanje i slanje poruka, promjena statusa na socijalnim mrežama, puštanje muzike, itd.

„Riječ je o virtuelnom prijatelju našeg telefona, koji odgovara na naša pitanja prirodnim (ljudskim) glasom. Određuje zadatke i obavještava o važnim događajima. Čuva naše vrijeme i čini komunikaciju sa dodacima i Web servisima lakšim i manje stresnim.“

Tabela 2: Mane i prednosti za STI

STI	
Mane:	Prednosti:
Ne koristi alarm	Brz
Nema većeg računanja	Dobro razumije prirodan jezik
Traži brz odgovor	Umije da se šali
Ne stavlja znake interpunkcije kod poruka, mail-a	Podržava rad sa kalendarom
Smišta u samo jedan podsjetnik	Podržava socijalne mreže
Kod lociranja koristi samo Google maps	Automatski traži našu lokaciju i pokazuje očekivano vrijeme
	Promjena avatara

3.4. Vlingo v2.1.3

Vlingo je aplikacija koja posjeduje samo 4 opcije: socijalne mreže, pretraga, lociranje i slanje mail-a. Prepoznavanje nije toliko dobro, vjerovatno zbog lošijeg izgovora i imena i ostalih naziva koji su za srpski jezik.

Ova aplikacija ima mogućnost adaptacije na govornika, što nakon određenog vremena korišćenja može da poveća tačnost prepoznavanja govora.

Tabela 3: Mane i prednosti za Vlingo

Vlingo	
Mane:	Prednosti:
Bez mogućnosti većeg računanja	Brzi
Ne podržava rad sa kalendarom i alarm	Dobar kreiranje poruka, mail-ova, statusa (interpunkcija)
Ne daje informaciju o vremenu, već vrši pretragu	Navigacija
Zahtijeva odgovarajuće fraze	Lijep interfejs
Bez sala	Podržava socijalne mreže
	Kod lociranja pruža veliki broj informacija „Strpljiv“
	Integriše podsjetnik sa velikim brojem aplikacija

Ova aplikacija pruža korisnicima punu glasovnu kontrolu nad njihovim telefonom sa operativnim sistemom Android. Vlingo daje mnogo više funkcionalnosti od same Voice Search aplikacije, kao na primjer, omogućuje postavljanje statusa na društvenim mrežama upotrebom samo glasovnih komandi.

Vlingo je najavio verziju 3.0 njihovog Vlingo Virtualnog Asistenta, koji donosi potpuno novi korisnički interfejs. Kao dodatak redizajnu, Vlingo 3.0 donosi širu podršku za nekoliko jezika i beta podršku za dva nova jezika (japanski i koreanski), na žalost srpski nije uključen, ali sistem prepoznaje naš naglasak u engleskom relativno dobro. Unaprijeđen je i sistem za razmjenu poruka, kao i lokalna pretraga, [9].

4. ZAKLJUČAK

Integracija računarstva i tehnologije je doprinijela raznovrsnijoj primjeni govornih tehnologija. ASR i TTS tehnologije omogućile su prevazilaženje ograničenja

telefonske i računarske tastature kao interfejsa između čovjeka i Computer Telephony Integration. Ovim je omogućeno korisnicima da se kroz menije kreću glasom, a ne upotrebom tastature, bilo na telefonu ili računaru. Cilj rada je bio upoznavanje budućih korisnika sa novim tehnologijama koje će da nam pojednostave obavljanje nekih svakodnevnih aktivnosti.

AlfaNum d.o.o. je vodeće preduzeće koje se bavi razvojem i plasmanom govornih tehnologija za srpski jezik, kroz softverske komponente koje se jednostavno mogu integrisati u razne aplikacije, kao i u okviru gotovih rješenja projektovanih prema zahtjevima kupca.

ZAHVALNICA

Istraživački rad koautora rada na ovoj temi delom je finansiran od strane Fonda za inovacionu delatnost Republike Srbije kroz Mini grant ID 35.

LITERATURA

- [1] <http://www.alfanum.co.rs/index.php>
- [2] <http://www.voxforge.org/home/dev/acousticmodels/linux/create/htkjulius/tutorial/data-prep/step-1>
- [3] Rubin, P., Baer, T. & Mermelstein, P., An articulatory synthesizer for perceptual research, *Journal of the Acoustical Society of America*, SAD, 1981
- [4] Vlado Delić i Sovilj-Nikić S., *Arhitektura govornih portala i mogućnosti primene ASR i TTS u pozivnim centrima na srpskom govornom području*, XIII Telekomunikacioni forum TELFOR 2005, Beograd, Sava Centar, 22.-24.11.2005. godine
- [5] http://www.ktios.net/images/stories/clanovi_katedre/vlado_delic/Akustika/Automatsko%20prepoznavanje%20i%20sinteza%20govora/L09.Secujski.SintezaGovora.pdf
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/Google_Voice_Search
- [7] <http://www.google.com/mobile/voice-actions/>
- [8] <http://www.ispeech.org/developer/gettingstarted/integration>
- [9] <http://www.srbodroid.com/vesti/update/vlingo-apdejtovan-na-verziju-3-0-sa-novim-interfejsom/>

ABSTRACT

This paper presents the voice interface and its applications to voice portals and smart phones. Using these technologies provides new and improve existing services, increasing productivity and quality of service. Automatic speech recognition and speech synthesis may provide additional functionality or attractiveness of the service. They are primarily intended for programmers and system integrators who need to install them in a variety of voice portals and applications for end-users. Services that most people are interested in are: cinema and theater repertoire, schedule of air, rail and road traffic, weather and information about cultural, artistic and sport events, road conditions, horoscopes, sports scores, etc.

ODREĐIVANJE DOZVOLJENE OPTERETIVOSTI I RAZVOJ TERMIČKOG MODELA TROFAZNOG KAVEZNOG ASINHRONOG MOTORA

DETERMINATION OF LOADABILITY CHARACTERISTIC AND THERMAL MODELING OF THREE PHASE SQUIRREL CAGE INDUCTION MOTOR

Petar Ajder, Dejan Reljić, Veran Vasić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratka sadržaj – Opteretivost električnih motora zavisi pre svega od temperaturnih ograničenja. Trofazni kavezni asinhroni motori zatvorene izvedbe, sa vlastitom ventilacijom, imaju široku primenu u industriji. Međutim, zbog sopstvene ventilacije dozvoljena opteretivost ovih motora smanjuje se sa smanjenjem brzine obrtanja, što se ima u slučaju napajanja motora iz invertora. U ovom radu eksperimentalno je određena dozvoljena opteretivost trofaznog kaveznog asinhronog motora napajanog iz invertora. Razmotren je slučaj brzina obrtanja koje su manje od nominalne brzine obrtanja motora. U cilju analize zagrevanja motora dat je osnovni termički model kojim se na pojednostavljen način opisuju termički procesi u električnom motoru. Formiran je model u Matlab-Simulink programskom okruženju, a rezultati matematičke simulacije provereni su eksperimentalno.

Abstract - The loadability of electric motor is above all determined by temperature limits. Totally enclosed self ventilated induction motors are widely used in industrial applications. Because of the self ventilation the motor thermal loadability decreases as the motor speed decreases. This kind of behaviour limits the continuous available torque at low speeds. In this paper a loadability experiment of three phase self ventilated induction motors was performed. The motor was fed by power converter. The thermal overload conditions were also investigated. Simplified thermal model for the induction motor was developed by using Matlab/Simulink program. The results obtained from the simulations have been verified experimentally.

Ključne reči: Asinhroni motor, invertor, zagrevanje, dozvoljena opteretivost, termički model.

1. UVOD

Izumom i patentiranjem naizmjeničnog sistema, a potom i asinhronog motora od strane Nikole Tesle, započela je sledeća faza razvoja elektromotornih pogona. U oblasti nereguliranih pogona asinhroni motor je za kratko vreme potisnuo motore jednosmerne struje. Glavni razlog za to leži u činjenici da je kod asinhronih motora prostija konstrukcija i održavanje, veća pouzdanost, ekonomičnost kao i niža cena u odnosu na motore jednosmerne struje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Veran Vasić, red. prof.

Obzirom na mogućnost kvalitetne, a ne preterano komplikovane i skupe regulacije, pogoni sa motorima jednosmerne struje ipak su se zadržali u regulisanim pogonima sve do osamdesetih godina prošlog veka kada su se pojavili prvi komercijalni invertori za asinhronne motore. Napajanje asinhronog motora iz invertora donelo je mnogobrojne prednosti, ali i otvorilo neka nova pitanja i probleme o kojima ranije nije bilo potrebno razmišljati. To je na primer pitanje realizacije takvog elektromotornog pogona sa asinhronim motorima predviđenim za rad sa promenljivim brzinama obrtanja. Asinhroni motori se standardno proizvode za napajanje sinusnim naponom i fiksnom frekvencijom (50 Hz). Pored ovog problema, koji ima uticaj na sam motor, javlja se i problem uticaja pretvarača na mrežu u vidu tzv. harmonijskog “zagađenja”.

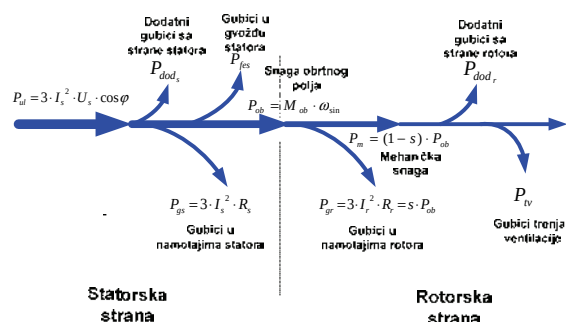
Ovaj rad se bavi problematikom termičkog stanja asinhronih motora napajanog iz invertora, tj. industrijskog pretvarača učestanosti pri različitim brzinama obrtanja.

2. STRUKTURA SNAGE GUBITAKA ASINHRONE MAŠINE

Prilikom svake konverzije energije neminovno dolazi do pojave snage gubitaka. Ova nije pošteđena ni asinhrona mašina, gde se celokupna snaga gubitaka konvertuje u toplotnu energiju. Kod asinhronne mašine ukupna snaga gubitaka može se razvrstati u nekoliko podgrupa, zavisno od mesta na kojima nastaju u samom procesu elektro mehaničke konverzije. Gubici unutar asinhronog motora se mogu podeliti na:

- Gubitke u namotajima (električni gubici),
- Gubitke u gvožđu (magnetni gubici),
- Gubitke trenja i ventilacije (mehanički gubici).

Na slici 1 prikazana je struktura snage gubitaka asinhronne mašine [1].



Slika 1 - Struktura snage gubitaka asinhronne mašine

Gubici u namotajima nastaju usled proticanja struje kroz namotaje mašine, a zbog otpora samih namotaja dolazi do neminovnog zagrevanja kako namotaja tako i same mašine. Ovi gubici postoje i na statorskoj i na rotorskoj strani mašine, a mogu se opisati izrazima:

$$P_{gs} = 3 \cdot I_s^2 \cdot R_s \quad (1)$$

$$P_{gr} = 3 \cdot I_r^2 \cdot R_r \quad (2)$$

gde su R_s i R_r otpornosti namotaja statora i rotora (svedena na stranu statora) redom, a I_s i I_r struje kroz namotaje statora i rotora (svedena na stranu statora) redom. Ovi gubici zavise od struja kroz namotaje statora i rotora tj. od opterećenja same mašine.

Gubici u gvožđu nastaju usled promenljivog magnetnog fluksa koji prožima magnetno kolo, a takođe zavise i od vrste materijala od koga je magnetno kolo izrađeno. Ovi gubici se mogu podeliti na gubitke usled histerezisa i gubitke usled vrtložnih struja, a mogu se opisati sledećim izrazom [2]:

$$P_{fe} = \eta \cdot \frac{f}{50} \cdot B^2 + \sigma \left(\frac{f}{50} \right)^2 \cdot B^2 \quad (3)$$

Na osnovu izraza (3) može se zapaziti da snaga ovih gubitaka zavisi od karakteristika materijala od koga je izrađeno magnetno kolo (η i σ) magnetne indukcije (B) i frekvencije napajanja (f), što je u slučaju napajanja iz invertora veoma značajno. Prvi sabirak sa desne strane

u izrazu (3) predstavlja gubitke usled histerezisa dok drugi sabirak predstavlja gubitke usled vrtložnih struja. Snaga gubitaka u gvožđu skoncentrisana je na strani statora iako ona postoji i na strani rotora, ali se zanemaruje jer su frekvencije rotorskih struja i frekvencija promene rotorskog fluksa male za normalne radne režime asinhronne mašine. Vrednost ovih gubitaka može se odrediti iz oglada praznog hoda, a pretpostavlja se da su oni nezavisni od opterećenja.

Gubici trenja i ventilacije, tj. mehanički gubici, nastaju kao posledica trenja u samim ležajevima mašine i trenja ventilatora mašine o rashladni fluid. Ovi gubici su nezavisni od opterećenja ali su zavisni od brzine obrtanja vratila same mašine. U bilansu snage gubitaka asinhronne mašine ovaj vid gubitaka zauzima najmanji udeo.

Dodatni gubici su gubici koji se uvode kao kompenzacija greške koja se čini prilikom aproksimacije gubitaka u namotajima statora (Džulovi gubici) i gubitaka usled vrtložnih struja koje se zatvaraju kroz kućište i vratilo same mašine. Ovi gubici su teško merljivi te se najčešće računaju prema sledećem izrazu [2]:

$$P_{dod} = 0.005 \cdot P_{el\,nom} \cdot \left(\frac{I_s}{I_{nom}} \right)^2 \quad (4)$$

gde su:

- P_{dod} - dodatni gubici mašine,
- $P_{el\,nom}$ - nazivna električna snaga mašine,
- I_s - struja statora,
- I_{nom} - nazivna struja mašine.

Potrebno je napomenuti da izraz (4) za dodatne gubitke važi u slučaju napajanja sinusnim mrežnim naponom konstantne frekvencije, a za slučaj napajanja iz invertora ovi gubici će biti nešto veći zbog nesinusnog napajanja i harmonijske distorzije struje. Izraz kojim je data zavisnost snage gubitaka prilikom ovakvog napajanja dat je sledećom jednačinom [3]:

$$P_{dod} \approx I_s^2 \cdot f^{1.5} \quad (5)$$

gde su:

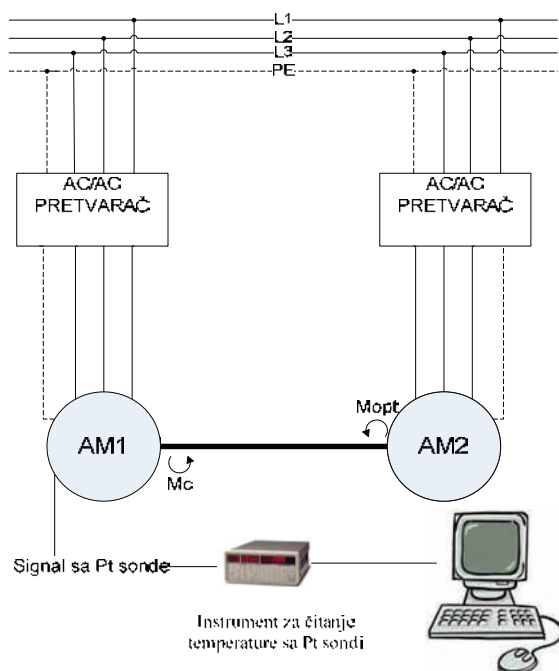
- I_s - struja statora,
- f - frekvencija napajanja mašine,
- P_{dod} - dodatni gubici mašine.

3. EKSPERIMENTALNO ODREĐIVANJE DOZVOLJENE OPTERETIVOSTI MOTORA

Pri projektovanju asinhronih mašina jedan od najvažnijih faktora koji se mora uzeti u razmatranje je zagrevanje mašine. Ono se mora svesti na minimum jer svaki porast temperature iznad granice definisane klasom izolacije izaziva uništavanje izolacije namotaja, tj. dovodi do trajnog oštećenja mašine. Kod ispravno projektovanog motora, pri nominalnom naponu napajanja, nominalnoj frekvenciji i nominalnim momentu opterećenja, porast temperature ne sme biti veći od vrednosti određene klasom kojom je deklarisan motor, odnosno izolacija namotaja. Međutim, u slučaju napajanja motora iz invertora, dozvoljena opterećenje motora se smanjuje. Razlog za ovo leži u činjenici da se povećava iznos dodatnih gubitaka zbog nesinusnog napajanja, a u slučaju smanjenja brzine obrtanja, tj. frekvencije napajanja, umanjuje se efekat hlađenja (povećava se termički otpor mašine) što dovodi do većeg porasta temperature u stacionarnom stanju. U oblasti slabljenja polja smanjenje opteretivosti je očekivano jer je to oblast konstantne snage. Iz tog razloga proizvođači asinhronih motora bi trebali dati dijagram dozvoljene opteretivosti motora u trajnom radu pri napajanju iz invertora. Međutim, čest je slučaj da proizvođač ne daje takve podatke ili podaci nisu potpuni. U tom slučaju do dijagrama dozvoljene opteretivosti asinhronog motora može se doći eksperimentalno. U nastavku su dati rezultati jednog takvog oglada, a za frekvencije napajanja do nominalne. Nije razmatran rad u oblasti slabljenja polja.

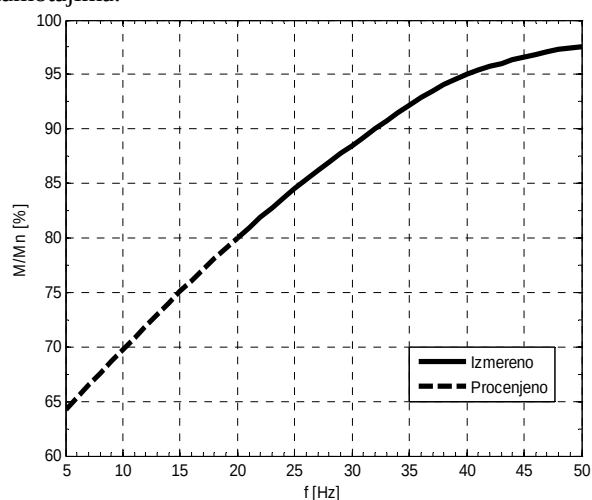
U ogledu je korišćen trofazni kavezni niskonaponski asinhroni motor proizvođača „ATB Sever“ snage 5,5 kW i nominalne brzine obrtanja od 710 o/min (ispitivani motor AM1 na slici 2). Motor je deklarisan u klasi B, dok je izolacija namotaja statora u klasi F. Motor je napajan iz industrijskog pretvarača „Danfoss FC 302“, a odabran je U/f zakon upravljanja bez kompenzacije klizanja. Za opterećenje je korišćen drugi trofazni kavezni nisko naponski asinhroni motor snage 11 kW, nominalne brzine obrtanja 1440 o/min (AM2 na slici 2), koji je napajan iz četvorokvadratnog industrijskog pretvarača „ABB ACS 800“, a radi u momentnom režimu rada. Konfiguracija pogona prikazana je na slici 2. U ogledu zagrevanja motora AM1 temperatura namotaja statora određivana je na osnovu podataka sa PT100 sonde koja je ugrađena u statorskom namotaju razmatranog motor. Promena otpora PT100 sonde beležena je instrumentom „Sanwa PC5000“ i uz pomoć programa *PC Link* vrednosti su snimane na računaru.

Dobijeni dijagram dozvoljene opteretivosti prikazan je na slici 3. Sa slike se uočava da je trajno dozvoljeni moment opterećenja motora, pri nazivnoj frekvenciji napajanja od 50 Hz, manji od nominalnog momenta motora.



Slika 2 - Konfiguracija opreme

Ovo je posledica povećanja snage gubitaka u motoru u slučaju napajanja iz invertora. Naime, zbog nesinusnog napona napajanja postoje i viši harmonici fluksa što utiče na uvećanje snage gubitke u gvožđu, a osim toga zbog harmonijske distorzije struje motora biće veći i gubici u namotajima.



Slika 3 - Dozvoljena opteretivost motora u zavisnosti od frekvencije napajanja

Sa smanjenjem frekvencije napajanja snaga odvođenja toplote iz mašine se smanjuje (povećava se termički otpor), pa se iz ovog razloga mora vršiti smanjenje dozvoljenog momenta opterećenja motora u trajnom radu.

Osim toga, razlog leži i u činjenici da se sa umanjnjem efekta hlađenja povećava otpor namotaja čime se povećava i snaga gubitaka u namotajima.

U slučaju asinhronih motora sa prinudnom ventilacijom (čest slučaj kod servomotora), ne treba očekivati smanjenje trajno dozvoljenog momenta opterećenja sa smanjenjem frekvencije napajanja.

4. UPROŠĆEN MODEL ZAGREVANJA ASINHRONOG MOTORA

Prilikom eksploatacije asinhronih mašina posebnu pažnju potrebno je obratiti na njihovu termičku zaštitu. Da bi mogla da se obezbedi kvalitetna zaštita potrebno je imati podatke o termičkim karakteristikama same mašine. Pored podataka koje dostavlja proizvođač, do traženih podataka dolazi se i samim ispitivanjem mašina, tj. vršenjem oglada koji su bitni za dati proces. Čest je slučaj da izvođenje samih oglada nije moguće ili je nepraktično, te se iz tih razloga koristi modelovanje termičkih procesa u samoj mašini.

Postoji više vrsta termičkih modela mašine i oni se razlikuju po svojoj složenosti, a shodno tome i prema svojoj tačnosti. Modeli višeg reda daju dosta preciznu sliku termičkih procesa u samoj mašini, ali im je mana složenost i neophodnost poznavanja velikog broja parametara same mašine u svakom trenutku. Zbog navedenih nedostataka modela višeg reda, a za potrebe termičke zaštite motora, u praksi se često koriste uprošćeni modeli kao što je model prvog reda. Iako takav model ne opisuje verno termičke pojave u mašini, zbog svoje jednostavnosti i proste realizacije, našao je široku primenu u praksi. Takav model obrađuje se i u ovom radu.

Kao što je navedeno u poglavlju 2, snage gubitaka manifestuju se kroz zagrevanje asinhronih mašina. Treba naglasiti da najveći uticaj na zagrevanje ima snaga gubitaka u namotajima mašine. Iz tog razloga u nastavku će se u obzir uzeti samo snaga gubitaka u namotajima statora i to snaga Džulovih gubitaka. Na osnovu te snage gubitaka određivaće se povišenje temperature.

Ukoliko se krene od izraza za termodinamičko ponašanje homogenog tela (mašinu smatramo homogenom) dobija se sledeća jednačina zagrevanja [4, 5]:

$$C_{th} \frac{d\theta}{dt} = I_s^2 R_s - \frac{\theta}{R_{th}} \quad (6)$$

gde su:

θ - Porast temperature mašine	K,
I_s - Struja statora mašine	A,
C_{th} - Specifični toplotni kapacitet mašine	J/K,
R_{th} - Termički otpor mašine	K/W,
R_s - Električni otpor namotaja statora mašine	Ω .

Ukoliko se diferencijalna jednačina (6) normalizuje dobija se mnogo pogodniji oblik za razmatranje termičkih osobina mašine. Sada jednačina (6) ima oblik:

$$\tau \frac{d\theta^*}{dt} = I_s^{*2} - \theta^* \quad (7)$$

gde je τ vremenska konstanta zagrevanja ($\tau = R_{th} \cdot C_{th}$).

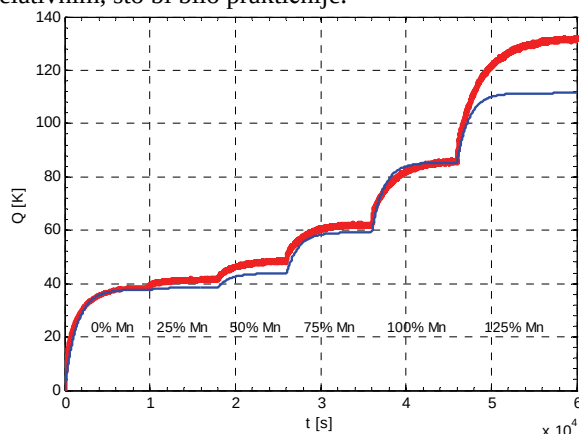
Diferencijalna jednačina (7) može se upotrebiti za analizu termičkih procesa u mašini. Rešavanjem jednačine zagrevanja (7), pod pretpostavkom da je početni porast temperature jednak nuli, dobija se sledeći izraz za porast temperature:

$$\theta^* = I_s^{*2} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \quad (8)$$

gde su :

θ^* - normalizovana vrednost porasta temperature,
I_s^* - Normalizovana vrednost struje statora.

Na osnovu izraza (8) moguće je napraviti model prvog reda koji opisuje termičke procese asinhronog motora. Model zagrevanja asinhronog motora dat izrazom (8) realizovan je u programskom paketu *Matlab/Simulink*. Na slici 4 dat je prikaz povišenja temperature ispitivanog motora dobijen eksperimentalno (crvena linija) i putem matematičke simulacije (plava linija). Rezultati su prikazani za frekvenciju napajanja od 50 Hz i moment opterećenja u iznosima 0%, 25%, 50%, 75%, 100% i 125% nominalnog momenta ispitivanog motora. Vremenska konstanta zagrevanja (τ) određena je eksperimentalno. Iz edukativnih razloga, porast temperature je prikazan u apsolutnim jedinicama, a ne u relativnim, što bi bilo praktičnije.



Slika 4 - Prikaz povišenja temperature motora AM1

Na osnovu prikazanih rezultata sa prethodne slike, primetno je da postoje razlike između rezultata dobijenih eksperimentalno putem i putem simulacije matematičkog modela datog izrazom (8). Najmanje odstupanje rezultata se ima pri nominalnom opterećenju ispitivanog motora, dok je pri manjim opterećenjima odstupanje izraženije. Najveće odstupanje rezultata se ima za moment opterećenja od 125% nominalnog momenta motora. Ovo odstupanje se objašnjava činjenicom da uprošćen model zagrevanja motora ne uzima u obzir povećanje otpora namotaja usled zagrevanja, kao i to da ostali gubici u motoru nisu uzeti u obzir. Takođe, sa porastom opterećenja dolazi i do povećanja klizanja rotora, a samim tim i promene uslova hlađenja same mašine jer je ovde reč o motoru sa sopstvenim hlađenjem. Osim toga, polazna pretpostavka je bila da je motor homogeno telo, što on svakako nije. Može se zaključiti da će sa daljim povećanjem momenta opterećenja razlika stvarnog porasta temperature namotaja i porasta određenog matematičkim modelom biti izraženija. To znači da dobijeni model nije pogodan za procenu porasta temperature pri opterećenjima koja su značajno veća od nominalnog momenta motora. Pa ipak, dobijeni model se može iskoristiti za realizaciju termičke zaštite motora. Naime, porast temperature u relativnim jedinicama, koji je izlaz iz matematičkog modela datog izrazom (8), može se odvesti u komparator čiji drugi ulaz predstavlja dozvoljenu temperaturu namotaja motora u trajnom radu (na primer 1 r.j.), a izlaz komparatora daje nalog sklopnom uređaju za isključenje napajanja motora u slučaju kada je porast temperature namotaja veći od podešene vrednosti.

Iako će postojati odstupanje stvarnog povišenja temperature namotaja motora od estimiranog povišenja, može se smatrati da je postignuta dovoljno kvalitetna termička zaštita motora. Osim toga, predloženi model kao ulaznu veličinu zahteva samo struju statora motora i njenu nominalnu vrednost, što ovaj model čini praktičnim.

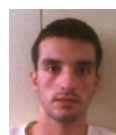
5. ZAKLJUČAK

U radu je dat osvrt na termičke procese asinhronom motoru prilikom njegove eksploatacije pri napajanju iz invertora. Eksperimentalno je određena dozvoljena opteretivost trofaznog kaveznog asinhronog motora napajnog iz invertora. Razmotren je slučaj brzina obrtanja koje su manje od nominalne brzine obrtanja motora. U cilju analize zagrevanja motora dat je osnovni model zagrevanja kojim se na pojednostavljen način opisuju termički procesi u električnom motoru. Formiran je model u *Matlab-Simulink* programskom okruženju, a rezultati matematičke simulacije provereni su eksperimentalno. Pokazano je da postoje izvesna odstupanja stvarnog porasta temperature i porasta određenog modelom zagrevanja prvog reda. Uprkos tome, dobijeni model je praktičan i može se iskoristiti za realizaciju termičke zaštite motora.

6. LITERATURA

- [1] Pinia Yhang, Yi Du, Thomas G. Habeltar, - "A Transfer Function-based Thermal Model Reduction Study for Induction Machine Thermal Overload Protective Relays"
- [2] Krstić Goran, - "Određivanje temperaturno stacionarnog stanja asinhronog motora", Završni rad, Novi Sad 2009.
- [3] Juha Pyrhonen, Tapani Jakinene, Valentina Hrabavcava, - "Design of rotating electrical machines"
- [4] B. Venkataraman, B. Godey, W. Premerlani, E. Sholman, M. Thakur, R. Midence - "Fundamentals of a Motor Thermal Model and its Applications on Motor Protection"
- [5] Stenley E. Zocholl, - "Optimizing Motor Thermal Models"

Kratka biografija



Petar Ajder rođen je u Kikindi 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2012. god.

Dejan Reljić magistrirao je 2006. god na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, gde je zaposlen u zvanju asistenta.

Veran Vasić doktorirao je na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu 2001. godine. Zaposlen je na Fakultetu tehničkih nauka kao redovni profesor.

UPOTREBA FREKVENTNOG PRETVARAČA ZA REALIZACIJU SINHRONIZOVANOG I POZICIONO REGULISANOG POGONA**REALISATION OF SYNCHRONISED AND POSITION REGULATED DRIVE BASED ON FREQUENCY CONVERTER**

Vladimir Grubor, Veran Vasić, Đura Oros, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je obrađena upotreba frekventnog pretvarača Danfoss FC302 za realizaciju pogona sa sinhronizovanim kretanjem, kao i pogona regulisanog po poziciji. Dat je način programiranja pretvarača, kao i opis sintakse programskog jezika. Takođe, prikazani su i rezultati ispitivanja na realnom pogonu. Kod ispitivanja poseban osvrt je dat na podešavanje PID regulatora, i na uticaj ostalih parametara na kvalitet regulacije. Ovo ujedno predstavlja najznačajniji deo rada.

Abstract – The theme of this paper is the use of frequency converter Danfoss FC302 for the realisation of synchronized electrical drive, as well as for the position regulated drive. The paper presents the frequency converter programming process and the description of programming language syntax. It also presents experimental results conducted on a real system. Through the experiments PID regulator settings are accentuated, as well as the effect of other parameters on the quality of the achieved regulation. Altogether, this is the most significant aspect of the paper.

Cljučne reči: frekventni pretvarač, asinhroni motor, regulisani pogon, sinhronizacija, regulacija po poziciji

1. UVOD

Regulisani električni pogoni najčešće se sreću u industrijskim primenama. Unapređenjem energetske elektronike i digitalne upravljačke elektronike, regulisani pogoni sve veću primenu imaju i u svakodnevnom životu. Električni pogon može se podeliti na nekoliko osnovnih celina: izvor električne energije, energetski pretvarač, električni motor, opterećenje (radna mašina), upravljački sistem (regulator) i senzor upravljanja veličine. Kao električni motor najčešće se koriste jednosmerne ili asinhronne mašine. Prednost jednosmernih motora je u jednostavnom načinu upravljanja. Mana im je sama konstrukcija sa svojim ograničenjima. Prednost asinhronih mašina je u manjoj ceni i većoj robusnosti u odnosu na ostale tipove. Mana im je složen način upravljanja. Da bi se izvršila kvalitetna kontrola asinhronne mašine potrebno je izvršavati složene algoritme. Mikroprocesorski sistemi koji su sposobni da izvršavaju ove algoritme u realnom vremenu su se tek u skorije

vreme pojavili na tržištu. Sa njihovom pojavom pogoni realizovani sa asinhronim mašinama se sve više primenjuju u novim regulisanim pogonima.

Industrijska primena pogona regulisanih po poziciji najčešće se sreće kod kranova i dizalica, paletizera, nekih vrsta pokretnih traka. Van industrijske primene, pozicioniranje se najčešće koristi kod liftova. Sinhronizovani pogoni se najčešće sreću kod valjaoničkih stanova, u papirnoj industriji kod pogona valjaka, kod pokretnih traka. U ovim primerima se može videti praktična primena frekventnog regulatora kao regulatora pozicije.

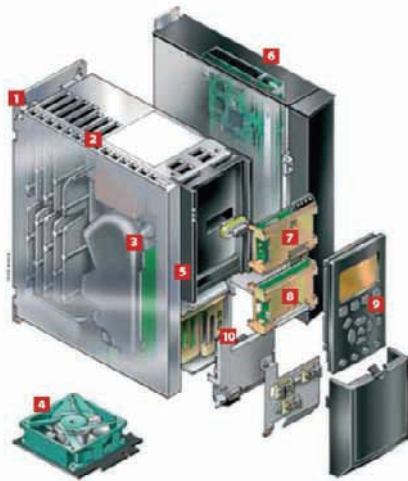
2. FREKVENTNI PRETVARAČ DANFOSS FC302

Serijski pretvarač FC302 omogućava kontrolu sinhronih i asinhronih naizmeničnih mašina. Za kontrolu mašina mogu se koristiti VVC+ tehnika (Voltage Vector Control Plus), U/f tehnika ili tehnika vektorskog upravljanja. Sva upravljanja mogu se raditi sa ili bez povratne sprege po brzini. Takođe pretvarač omogućava upotrebu mašine u brzinskom ili momentnom režimu. Kao senzor brzine i položaja najčešće se koristi inkrementalni enkoder postavljen na vratilo motora. Na standardnom FC302 se kao veza sa ostalim uređajima nalaze digitalni i analogni ulazi/izlazi, relejni izlazi, i terminali za komunikaciju. Moguće je konfigurisati funkciju svakog digitalnog ulaza. Preko analognih ulaza može se zadavati referenca, dovoditi neka procesna informacija itd. Komunikacija je moguća preko RS485 ili USB linije. Omogućava da više pretvarača međusobno komuniciraju, kao i da jedan centralni računar upravlja, ili prikuplja podatke sa pretvarača. Kontrola rada i podešavanje pretvarača se može raditi lokalno, preko panela na samom pretvaraču – LCP (Local Control Panel). LCP se sastoji od displeja za prikaz i tastera za unos podataka.

Na pretvarač se mogu dodati posebne kartice koje mu daju dodatne mogućnosti. U ovom radu je obrađena upotreba MCO kartice za proširenje mogućnosti standardnog frekventnog pretvarača. Na slici 1 je prikazana struktura FC302. Na slici 1 je sa (6) označena MCO kartica, LCP panel sa (9), digitalni ulazi/izlazi sa (10). Kartica omogućava dodatnu kontrolu kretanja pogona koji napaja frekventni pretvarač. Pretvaraču daje mogućnost da vrši kontrolu pozicije, omogućuje sinhronizaciju po poziciji ili brzini sa drugim pogonom, i druge dodatne funkcije. Kartica se može programirati, tako da se može koristiti i za kontrolu jednostavnijih industrijskih procesa.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Veran Vasić, red.prof.



Slika 1 Sastavni delovi frekventnog pretvarača FC302

Programiranje MCO kartice se radi preko računara sa MCT 10 softverom. MCT 10 je namenjen za podešavanje frekventnog pretvarača, kao i za prikupljanje i prikaz podataka sa pretvarača. Omogućava podešavanje parametara preko računara, programiranje pretvarača, čitanje istorije grešaka i ostale dodatne funkcije. Sadrži i Scope opciju koja omogućava da se grafički prikaže kako se menjaju određene veličine tokom rada pogona.

3. SINTAKSA PROGRAMSKOG JEZIKA

Sintaksa jezika za programiranje MCO kartice je prilagođena industrijskoj oblasti primene. Jezik podržava i neke od složenijih funkcija kao što su rad sa prekidima, korišćenje biblioteka, korišćenje podprograma i funkcija.

Tipičan program počinje sa definicijama svih prekida koji se obrađuju i definicijama nizova. Zatim se definišu i inicijalizuju globalne promenljive, konstante i podešavaju se bitniji parametri kartice i pretvarača. Potom se nalazi glavna petlja. Glavna petlja se jednostavno pravi pomoću GOTO komande. Posle glavne petlje deklariraju se tela svih funkcija i podprograma definisanih na početku (tela funkcije, prekidne rutine, podprogrami za obradu grešaka).

Sintaksa jezika se sastoji od skupa komandnih reči, aritmetičkih operatora, predprocesorskih deklaracija, podprograma-procedura(funkcija), procedura za obradu grešaka, procedura za obradu prekida. Ima dosta sličnosti sa C programskim jezikom.

Komandne reči su najvažniji deo sintakse ovog jezika. One ne postoje u C-u, a uvedene su da bi se lakše upravljalo radom MCO kartice i pretvarača. Komandne reči mogu se grubo podeliti na one koje služe da se podesi način na koji će kartica raditi i one kojima se čitaju ili menjaju vrednosti parametara u okviru MCO kartice i FC302. Format kojim se zadaje komanda je: KOMANDNA REČ + vrednost (npr. komanda za apsolutno pozicioniranje - POSA 1000).

Kompajler podržava sve aritmetičke, relacijske i operacije nad bitovima kao i u C programskom jeziku. Jedina razlika kod aritmetičkih je u tome što je operator za deljenje „%“ umesto „/“. Od logičkih operatora definisani su samo i, ili i ne, i označavaju se jednostavno sa „AND“, „OR“ i „NOT“. Bit operatori su zadržani u

potpunosti kao i u C-u. Relacijski operatori su u potpunosti isti kao i u C-u.

Tipovi promenljivih su prilagođeni, tako da se mogu definisati promenljive celobrojnog tipa – 16bitne(INT) i 64bitne(LONG), promenljive sa pokretnim zarezom – 16bitne(FLOAT) i 64bitne(DOUBLE).

Kompajler podržava rad sa osnovnim vrstama petlji i selekcija. U odnosu na petlje u C-u razlikuju se jedino po tome što se telo petlje ne stavlja između uglastih zagrada, već se početak i kraj označavaju službenim rečima. Moguće je definisati funkcije, subrutine i prekidne rutine.

4. REALIZACIJA POGONA

U ovom delu su prikazani rezultati izvedenih oglada koji pokazuju neke od osnovnih mogućnosti MCO kartice, kao i uticaj parametara na proces koji kartica reguliše. Ogladi su podeljeni u četiri celine:

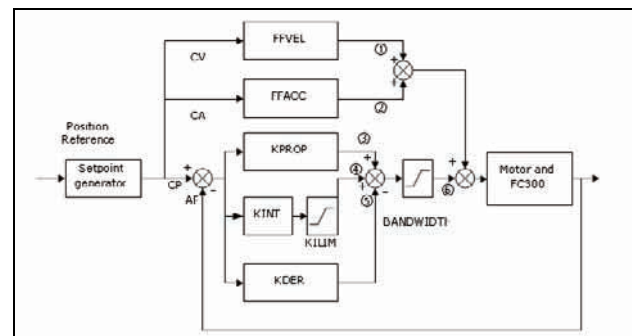
- podešavanje PID regulatora,
- demonstracija pozicioniranja pogona preko MCO kartice,
- sinhronizacija po poziciji dva pogona preko MCO kartice,
- sinhronizacija po brzini dva pogona preko MCO kartice.

Opremu pomoću koje su vršena ispitivanja čine: dva asinhrona motora, dva frekventna pretvarača FC302 (od kojih je jedan sa MCO305 karticom), dva inkrementalna enkodera i računar sa MCT10 softverom.

Pretvarač sa MCO karticom zajedno sa mašinom koju napaja predstavlja slave pogon. Drugi pretvarač sa njegovom mašinom predstavlja master pogon. Asinhroni motori se u jednom ogledu mehanički sprežu da bi se simuliralo promenljivo opterećenje na slave pogonu. Za grafičko prikazivanje promene bitnih veličina koristi se Scope alat MCT10 softvera.

4.1. Podešavanje PID regulatora

MCO kartica ima sopstveni PID regulator koji služi samo za regulaciju pozicije i brzine slave pogona. Uticaj PID regulatora na kvalitet regulacije je mnogo veći nego uticaj regulatora unutar FC302. Regulacija pozicije i sinhronizacija kretanja veoma zavise od parametara regulatora, i podešavanje se treba uraditi pre puštanja pogona u rad. Pokazalo se da je proces podešavanja spor i osetljiv (male promene parametara dovode do velike razlike u ponašanju celog pogona). Na slici 2 prikazana je struktura regulatora u okviru MCO kartice.



Slika 2 Struktura regulatora u okviru MCO kartice

Podešavanje se radi iz dva dela. Prvo se podešavaju feed forward parametri, a posle toga parametri PID regulatora.

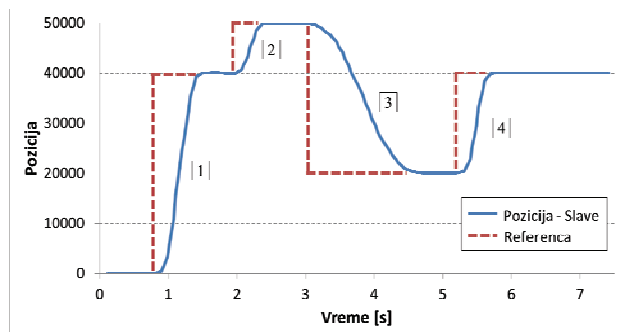
Feed forward se podešavaju pomoću Tune Oscilloscope alata. Podešavanje PID regulatora se radi tako što se posmatra kako se ponaša pogon za različite vrednosti parametara.

Dobijeno je da se pogon pri pozicioniranju najbolje ponaša sa sledećim vrednostima parametara: KPROP=90, KDER=600, KINT=0, FFVEL=750, FFACC=150, TIMER=4. Za sinhronizaciju se mora koristiti i integralni član. Dobijeno je da se pogon dobro ponaša kad je KINT=200, svi ostali parametri su isti.

4.2. Pozicioniranje

Pozicioniranje u suštini predstavlja pomeranje vratila pogonskog motora u određeni položaj. Sa MCO karticom moguće je raditi apsolutno ili relativno pozicioniranje.

Na slici 3 su prikazane komandovana i stvarna pozicija slave pogona. Pre svake komande pozicije menja se maksimalna brzina i ubrzanje, kako bi se video njihov uticaj na sam proces pozicioniranja. Može se videti da maksimalna brzina i ubrzanje ne utiču samo na brzinu pozicioniranja, već i na način na koji će se pozicioniranje izvršiti.

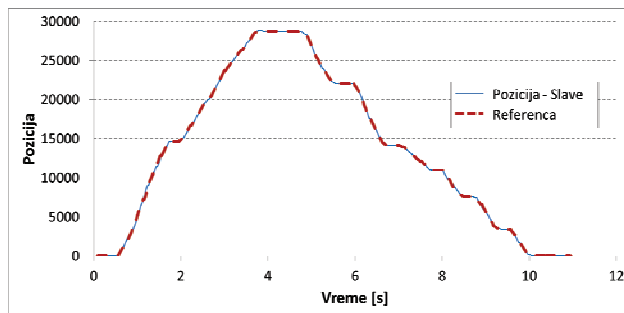


Slika 3 Pozicioniranje pri različitim vrednostima maksimalne brzine i ubrzanja

4.3. Sinhronizacija po poziciji

Sinhronizacija po poziciji znači da dva pogona imaju međusobno usklađenu poziciju, i da se takav odnos održava tokom rada. MCO kartica omogućava da se sinhronizacija uspostavi između dva ili više pogona. Jedan pogon zadaje referencu pozicije, naziva se master. Pogoni koji sinhronizuju svoju poziciju sa masterom zovu se slave pogoni. Njihova funkcija je da prate po poziciji master pogon. MCO kartica omogućava da se napravi odnos između pozicija master i slave pogona. Na ovaj način se može napraviti neka vrsta zamene za mehaničke prenosne mehanizme.

Na slici 4 su prikazane pozicije master i slave pogona tokom izvršavanja programa. Vratilo mastera je zakretano u koracima od po 360°, 180° i 90°. Vidi se da slave pogon uspeva dobro da prati master, bez prebačaja i oscilacija. Ako probaju da se urade dinamičnije promene pozicije mastera, slave ipak ne uspeva ovako dobro da prati. Javlja se malo kašnjenje u poziciji slave pogona, kao i prebačaj pozicije. Regulator veoma brzo svede grešku pozicije na nulu, ali zbog toga slave nekad osciluje oko referentnog položaja. Bolje ponašanje slave pogona se verovatno može dobiti boljim podešavanjem parametara PID regulatora.

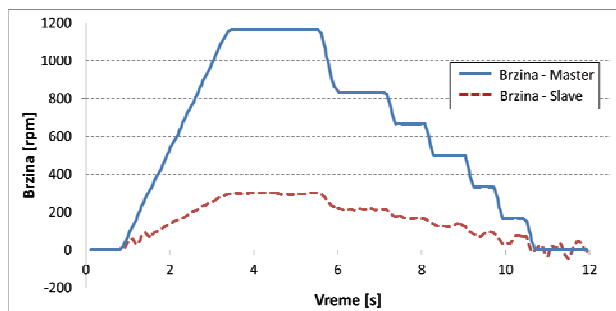


Slika 4 Sinhronizacija pozicije sa master pogonom

4.4. Sinhronizacija brzine obrtanja

Sinhronizacija po brzini znači da dva pogona imaju međusobno usklađenu brzinu obrtanja. Isto kao kod sinhronizacije pozicije, jedan pogon zadaje referencu (master), ostali pogoni prate tu referencu (slave). Moguće je napraviti prenosni odnos između brzina master i slave pogona. Pri sinhronizaciji brzine ne reguliše se pozicija slave pogona.

Na slici 5 prikazan je uticaj integralnog dejstva PID regulatora na kvalitet sinhronizacije brzine. Vidi se da bez integralnog dejstva nije moguće uspostaviti sinhronizaciju. Brzina slave pogona znatno odstupa od brzine mastera, a ispravna sinhronizacija se nikad ne postiže. Najbolja sinhronizacija se postiže sa KINT=200. Daljim povećanjem integralnog dejstva, oscilacije brzine postaju sve izraženije, a nekada se javljaju čak i kada je brzina mastera konstantna.



Slika 5 Sinhronizacija brzine bez integralnog dejstva

5. ZAKLJUČAK

U radu je prikazana realizacija osnovnih funkcija MCO305 kartice. Pokazano je da se pogon regulisan po navedenim veličinama može relativno jednostavno realizovati uz pomoć FC302 sa karticom MCO305.

Programiranje kartice ne predstavlja veći problem, jer je programski jezik znatno uprošćen. Povezivanje opreme je skoro identično sa povezivanjem na standardni FC302. Veću pažnju jedino zahteva podešavanje PID regulatora. Kod sve tri primene kartice, kvalitet regulacije veoma zavisi od podešenosti PID regulatora.

Sa parametrima PID regulatora koji su dobijeni u ovom radu, pogon se u nekim slučajevima ponaša granično stabilno. Kod pozicioniranja i sinhronizacije po poziciji, pri velikoj i nagloj promeni reference, slave pogon nekad može imati prigušene oscilacije oko referentne pozicije. Kod sinhronizacije po brzini, oscilacije pri nultoj referenci su mnogo uočljivije nego kod pozicioniranja.

MCO kartica praktično stalno pomera vratilo slave motora u okolini njegove trenutne pozicije, iako master motor miruje. Ako se izuzmu navedene situacije, kvalitet regulacije je relativno dobar. Greška se brzo svodi na minimalnu. Pri manjim step promenama reference, javljaju se prigušene oscilacije oko reference. Oscilacije se brzo priguše i pogon ulazi u stacionarno stanje. Pogon u stacionarnom stanju kod svih primena radi sa minimalnom greškom.

U deklaraciji kartice piše da pri pozicioniranju, greška u stacionarnom stanju ne prelazi ± 1 inkrement. U ovom radu je najmanja vrednost greške ± 50 inkremenata pozicije. Zbog ovoga, kao i zbog navedenih situacija u kojima se pogon ne ponaša zadovoljavajuće, verovatno je da parametri PID regulatora mogu biti bolje podešeni. Bolje podešavanje PID regulatora ostaje kao predlog za dalje unapređenje rada pogona.

6. LITERATURA

- [1] Vladan Vučković: „Električni pogoni“, Akademska Misao, Beograd
- [2] Laslo Kraus: „Programski jezik C“, Akademska Misao, Beograd
- [3] VLT® AutomationDrive Operating Instructions, MG.33.AJ.02, Danfoss
- [4] MCO 305 Operating Instructions, MG.33.K3.02, Danfoss
- [5] MCO 305 Command Reference, MG.34.R1.02, Danfoss

Kratka biografija:



Vladimir Grubor rođen je u Zrenjaninu 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2012.god.



Veran Vasić rođen je u Šapcu 1970. god. Doktorirao je na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu 2001. Zaposlen je na Fakultetu tehničkih nauka kao redovni profesor.

Đura Oros je rođen 1957 u Ruskom Krsturu. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2008. Zaposlen je na Fakultetu tehničkih nauka u zvanju docenta.

ANALIZA ROBUSTNOSTI ELEKTROSTIMULACIONE POVROTNE SPREGE**ANALYSIS ROBUSTNESS OF ELECTROCUTANEOUS FEEDBACK**Goran Krajoski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast: ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO****2. .EKSPERIMENT**

Kratak sadržaj - U ovom radu predstavljen je eksperiment koji je vršen sa ciljem da se ispita robusnost elektrostimulacione povratne sprege. Opisan je protokol eksperimenta, korišćena oprema i rezultati eksperimenta. Cilj rada je unapređenje upravljanja veštačkom šakom.

Abstract - This paper describes an experiment that we used to examine robustness of electrocutaneous feedback. It described the protocol of the experiment, used equipment and results. The aim of this paper is to improve prothesis control.

Ključne reči: Elektrostimulaciona povratna sprega, kompenzatorno praćenje, veštačka šaka, robusnost, čovek-mašina sistem.

1. UVOD

U okviru čovek mašina sistema, operater većinu informacija o mašini dobija putem čula vida [1]. Razvojem tehnike povećao se broj informacija koje čovek prima putem čula vida. Povećanjem broja informacija došlo je do smanjenja performansi čoveka, zbog vremena koje mu je potrebno da primi i obradi informacije [3]. Zbog toga se počelo sa istraživanjem alternativnog načina prezentovanja informacija operateru, preko čula sluha i dodira [4]. Ispitivanjem čula dodira korišćenjem vibrataktivnih i elektrostimulacionih elemenata uvidela se mogućnost njihove primene pri upravljanju protezama [5]. Da bi do kraja ispitali mogućnosti elektrostimulacione povratne sprege, izvršeno je testiranje njene robusnosti.

Predmet ovog rada je opis eksperimenta i opreme koja je korišćena pri eksperimentu ispitivanja robusnosti elektrostimulacione povratne sprege, kao i predstavljanje rezultata dobijenih eksperimentom.

Rad je motivisan željom da se elektrostimulaciona povratna sprega koristi pri upravljanju protezom šake. Uvođenje elektrostimulacione povratne sprege smanjilo bi hendikep ljudi koji su ostali bez dela ruke jer bi na ovaj način mogli da nadoknade nedostatak osećaja sile hvatanja koju pacijenti sa amputacijama ostvaruju uz pomoć proteze.

Velika prednost elektrostimulacione povratne sprege je u tome što su pacijenti sa amputacijom naviknuti na elektrostimulaciju jer se ona dosta koristi prilikom rehabilitacije [2].

2.1. Ispitanici

Ispitanici koji su učestvovali u eksperimentu su studenti Univerziteta u Novom Sadu i asistenti Fakulteta tehničkih nauka sa katedre za Signale, sisteme i upravljanje. Starost ispitanika bila je od 21 do 38 godina.

2.2. Opis eksperimenta

Ispitanici tokom eksperimenta vrše kompenzatorno praćenje. Kompenzatorno praćenje se ostvaruje preko džojstika, a uz pomoć elektrostimulacione ili vizuelne povratne sprege. Vizuelna povratna sprega se ostvaruje preko monitora personalnog računara dok se elektrostimulaciona povratna sprega ostvaruje uz pomoć električnog stimulatora i koncentričnih elektroda koje se lepe na različite strane podlaktice ispitanika. Preko povratne sprege subjekat dobija informaciju o grešci, njenom znaku i intenzitetu. Kod vizuelne povratne sprege greška je predstavljena odstupanjem markera od nulte vrednosti na skali, dok je kod elektrostimulacione povratne sprege intenzitet greške predstavljen širinom impulsa stimulacije, a znak se predstavlja aktivnošću jedne od elektroda. Pozitivna greška prouzrokuje aktivnost elektrode koja je zalepljena sa desne strane podlaktice ispitanika. Širina impulsa se linearno menja između dve vrednosti - pragova osećaja i bola. Ovi pragovi se određuju za svakog ispitanika posebno. Prag osećaja predstavlja vrednost širine impulsa za koju ispitanik oseća stimulaciju (minimum 50μs), dok prag bola predstavlja vrednost širine impulsa za koju subjekat oseća neprijatno "peckanje" (maksimalna vrednost je 1000μs). Greška koja se prezentuje subjektu predstavlja razliku između izlaza iz sistema i referentnog signala. Referentni signal predstavlja pseudo-slučajni step signal. Promene referentnog signala su predefinisane, a do promene signala dolazi kada subjekat smanji srednju kvadratnu grešku ispod određenog unapred definisanog nivoa. Subjekti tokom eksperimenta vrše upravljanje sa dva sistema - sistemom prvog (1) i sistemom drugog reda (2).

$$F(s) = \frac{K}{sT + 1} \quad (1)$$

$$F(s) = \frac{K}{s(sT + 1)} \quad (2)$$

Da bi se ispitala robusnost elektrostimulacione povratne sprege, mora se utvrditi kako subjekat reaguje ako se promene parametri sistema prilikom upravljanja. Zbog toga su, tokom eksperimenta, vršene promene pojačanja K i vremenske konstante T . Vrednosti promena parametara sistema prikazane su u tabeli 1.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio Nikola Jorgovanović, vanr. prof.

Tabela 1. Prikaz vrednosti parametara za oba sistema

Sistem	$F(s) = \frac{K}{Ts + 1}$		$F(s) = \frac{K}{s(Ts + 1)}$	
	K	T	K	T
Set 1	1	0.8	1	0.1
Set 2	4	0.8	2	0.1
Set 3	4	4	2	2

2.3. Protokol eksperimenta

Eksperiment je podeljen u dva dela. Svaki deo eksperimenta traje dva sata i jednog dana je rađen samo jedan deo eksperimenta.

Prvog dana ispitanici su vršili upravljanje sistemom prvog reda uz pomoć obe povratne sprege dok su drugog dana upravljali sistemom drugog reda.

Protokol tokom oba dana ispitivanja je identičan. Na početku ispitivanja vrši se postavljanje elektroda i određivanje pragova osećaja i bola.

Ovom prilikom mora se paziti da ne dođe do neželjenih kontrakcija mišića ispitanika. Nakon ove faze prelazi se na fazu upoznavanja sa sistemom.

Subjekat vrši upravljanje sistemom uz pomoć obe povratne sprege. Upravljanje se vrši u sesijama od po 120 sekundi.

Početne sesije se ne računaju prilikom obrade podataka eksperimenta, one služe da se ispitanik upozna sa sistemom i da pokuša vrednost greške da poveže sa osećajem koji ima prilikom stimulacije. Takođe, ovi pokušaji omogućavaju da se utvrdi da li subjekat ima "dobar" osećaj, tačnije da li su elektrode postavljene na odgovarajuće mesto.

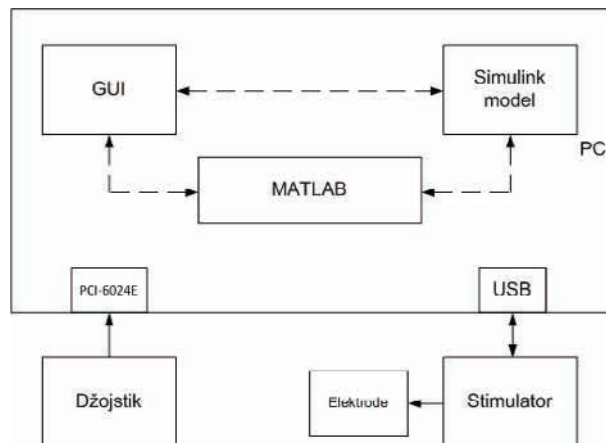
Nakon upoznavanja subjekta prelazi se na upravljanje samo uz pomoć elektrostimulacione povratne sprege. Prva sesija upravljanja sistemom predstavlja inicijalni test, koji će prilikom obrade služiti da se utvrdi napredak ispitanika posle treninga.

Nakon testa sledi nekoliko trening pokušaja. Trening pokušaji se ponavljaju dok subjekat ne dostigne stabilnu performansu. Kada subjekat dostigne stabilnu performansu, vrši se snimanje dva test pokušaja koji se prilikom obrade porede sa inicijalnim testom. Posle snimanja test pokušaja vrši se promena pojačanja prema tabeli 1 i ponavlja se isti postupak kao i za inicijalnu vrednost parametara. Nakon promene pojačanja vrši se promena vremenske konstante, čije su vrednosti takođe date tabelom 1.

Kada se snimi poslednji test pokušaj posle promene vremenske konstante prelazi se na upravljanje uz pomoć vizuelne povratne sprege. Snimanje signala pri upravljanju uz pomoć vizuelne povratne sprege je identično kao i za elektrostimulacionu povratnu spregu, sa tom razlikom što je broj trening pokušaja manji jer subjekat brže dostiže stabilnu performansu.

3. OPREMA KORIŠTENA ZA EKSPERIMENT

Organizaciona šema opreme korišćene prilikom eksperimenta data je na slici 1.



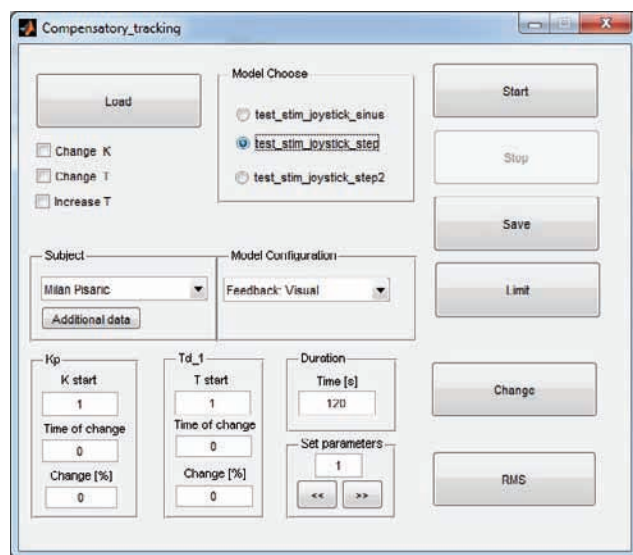
Slika 1. Organizaciona šema opreme

Oprema korišćena prilikom izvođenja eksperimenta se sastoji od:

- personalnog računara (PC),
- National Instruments akvizicione kartice (PCI-6024E),
- TremUna stimulatora,
- džojstika i
- dve koncentrične elektrode

4. APLIKACIJA

Za potrebe izvođenja eksperimenta izrađena je namenska aplikacija. Aplikacija se sastoji od grafičkog korisničkog interfejsa i modela sistema upravljanja. Grafički korisnički interfejs izrađen je u Matlab Guide-u, dok je model izrađen u okviru Simulink-a. Izgled grafičkog korisničkog interfejsa prikazan je na slici 2.



Slika 2. Izgled grafičkog korisničkog interfejsa

Preko GUI dela aplikacije moguće je izvršiti sledeće operacije:

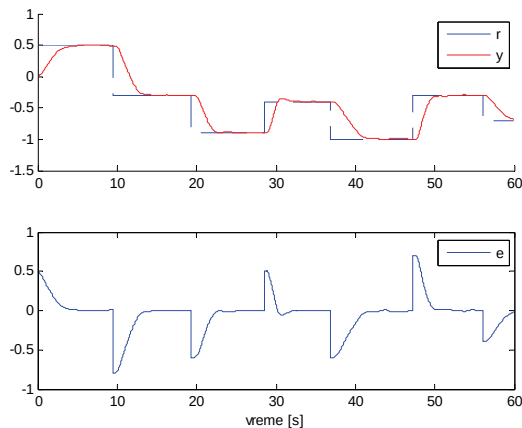
- odabir modela sistema,
- unošenje podataka o ispitaniku,
- podešavanje parametara sistema,
- podešavanja pragova osećaja i bola,

- praćenje performansi i
- čuvanje podataka.

Grafički korisnički interfejs je urađen sa ciljem da se skrat i olakša izvođenje eksperimenta.

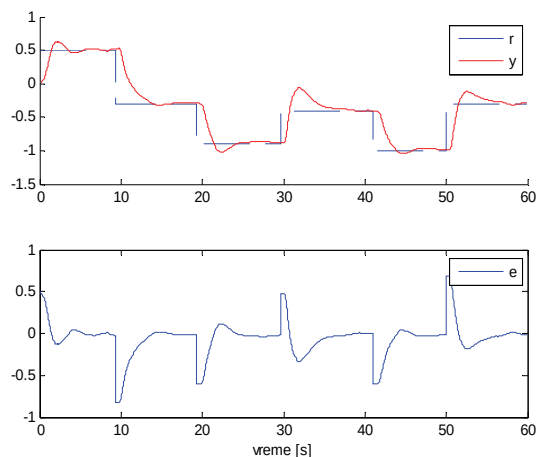
5. REZULTATI

U okviru ovog rada biće predstavljeni rezultati za jednog ispitanika tokom upravljanja sistemom prvog reda.



Slika 3. Signali snimljeni tokom jedne sesije eksperimenta, vizuelna povratne sprega

Na slici 3 prikazani su signali upravljanja uz pomoć vizuelne povratne sprega. Prikazani su referentni signal (r), izlazni signal (y), signal greške (e).

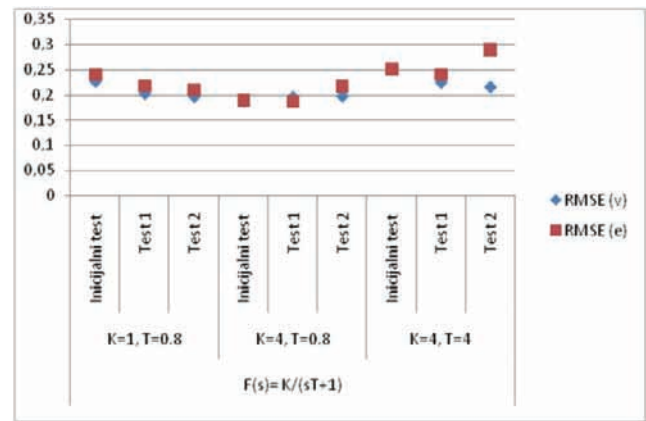


Slika 4. Signali snimljeni tokom jedne sesije eksperimenta, elektrostimulaciona povratne sprega

Signali prikazani na slici 4 su snimljeni tokom upravljanja uz pomoć elektrostimulacione povratne sprega posle obavljenog treninga.

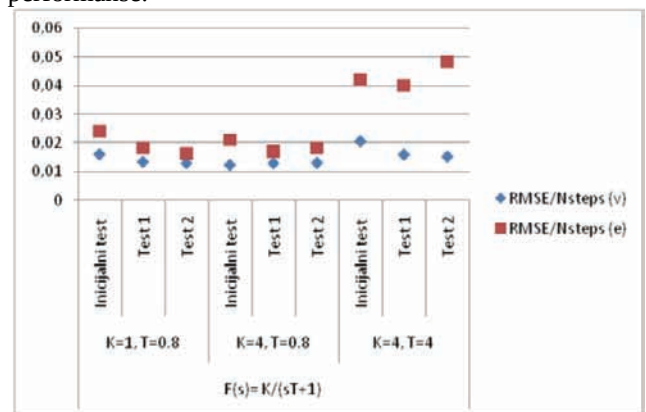
Može se uvideti da je upravljanje uz pomoć vizuelne povratne sprega bolje, ali i da je subjekat posle treninga sa elektrostimulacionom povratnom spregom (slika 4) uspeo da približi kvalitet upravljanja kao pri vizuelnoj sprezi (slika 3).

Da bi se prikazala razlika između vizuelne i elektrostimulacione povratne sprega vršeno je izračunavanje srednje kvadratne greške.



Slika 5. Prikaz srednje kvadratne greške

Razlike u vrednostima greške za vizuelnu (rombovi) i elektrostimulacionu spregu (kvadrati) pokazuju da se kvalitet upravljanja pri elektrostimulacionoj povratnoj sprezi povećava i da se posle određenog vremena približava kvalitetu upravljanja pri vizuelnoj povratnoj sprezi. Prema ovom kriterijumu, povećanje pojačanja dovodi do poboljšanja kvaliteta upravljanja jer greška opada. Promena vremenske konstante negativno se odrazila na kvalitet upravljanja za ovaj kriterijum performanse.



Slika 6. Prikaz normalizovane srednje kvadratne greške

Osim srednje kvadratne greške, uveden je i kriterijum performanse sa oznakom RMSE/Nsteps koji predstavlja srednju kvadratnu grešku podeljenu sa brojem promena step signala u toku jedne sesije. Ovaj kriterijum performanse uveden je da bi se na kvalitetniji način uporedile vrednosti greške za test pokušaje. Na slici 6 se vidi napredak subjekta prilikom treninga za inicijalnu vrednost parametara i za promenu pojačanja. Promena vremenske konstante predstavlja teži zadatak za subjekta i ne vidi se napredak prilikom treninga.

6. ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja su pokazali da je elektrostimulaciona povratna sprega robusna za promenu pojačanja, dok su lošiji rezultati dobijeni pri promeni vremenske konstante sistema. Bolji rezultati bi se dobili ako bi subjekti duže koristili elektrostimulacionu povratnu spregu, tj. ako bi faza treninga duže trajala. Lošiji rezultati upravljanja pri elektrostimulacionoj povratnoj mogu biti posledica manje rezolucije elektrostimulacione sprega.

Ovaj problem bi se delimično rešio korišćenjem većeg broja elektroda ili matrične elektrode. Unapređenje bi se moglo postići ako bi se izvršila dodatna ispitivanja vezana za mesto postavljanja elektroda kao i načina predstavljanja greške. U daljim istraživanjima mogao bi se napraviti virtuelni model veštačke šake kojim bi subjekti upravljali uz pomoć elektrostimulacione povratne sprege.

7. LITERATURA

[1] Mark A. Hofmann and Norman W. Heimstra, "Tracking Performace with Visual, Auditory, or Electrocutaneous Displays", *Departman of Psychology, University of South Dakota, Vermilion, Sauth Dakota, U.S.A*

[2] H. P. Schmid and George A. Bekey, "Tactile information Processing by Human Operators in Control Systems", *H. P. SCHMID, member, IEEE, and George A. Bekey, FELLOW, IEEE*

[3] Jennifer L. Burke, Matthew S. Prewett, Ashlez A. Gray, Liuquin Yang, Frederick R. B. Stilson, Michael D. Coover "Comparing the Effects of Visual-Auditory And Visual-Tactile Feedback on User Performance: A Meta-analysis" *Jennifer L. Burke Institute for Safety Security Rescue Technology; Matthew S. Prewett, Ashlez A. Gray,*

Liuquin Yang, Frederick R. B. Stilson, Michael D. Coover, University of South Florida; Linda R. Elliot, Elizabet Redden ARL/HRED @ SAIC

[4] R. J. Jagacinski, J. M. Flach and R. D. Gilson, "A Comparison of Tracking with Visual and Kinesthetic-Tactual Displays", *Human Performance Center and Aviation Psychology Labaratory, The Ohio State University Columbus , Ohio*

[5] C. N. Tupper and G.C. Gerhard, "Improved Prothesis Control via High Resolution Electro-tactile Feedback" *Biomedical Engineering Center Dept. Of Electrical and Computer Engineering University of New Hampshire*

Kratka biografija:



Goran Krajoski rođen je 15.05.1989. godine u Ljubljani. Tehničku školu "Mihajlo Pupin" u Bijeljini, smer elektrotehničar računarstva. završio je 2007. godine, iste godine upisuje Fakultet tehničkih nauka, odsek Elektrotehnika i računarstvo. Na katedri za Automatiku i upravljanje sistemima diplomira 2011. godine i upisuje master studije na smeru za Biomedicinski inženjering.

PODELA MODELA PODATAKA DISTRIBUTIVNE MREŽE U CLOUD OKRUŽENJU

PARTITIONING OF DISTRIBUTION NETWORK DATA MODEL IN CLOUD ENVIRONMENT

Vladimir Mihajlovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je predložena procedura za inicijalnu podelu modela podataka distributivne elektroenergetske mreže radi distribuiranog izvršavanja analitičkih elektroenergetskih funkcija u cloud okruženju. Pošto je efikasnost proračuna ključna, razvijen je kriterijum za optimalnu podelu modela podataka i za postizanje balansiranosti opterećenja procesora. Podela modela podataka utiče na potrebu za komunikacijom između računara u sistemu, čime utiče i na performanse čitavog sistema. Predloženo rešenje testirano je nad generisanim grafovima koji simuliraju realne modele podataka distributivnih mreža.

Abstract – The thesis proposes a method for initial partitioning of power distribution network data model for use in distributed execution of analytical functions in cloud environment. To reach efficient analytical function execution, it is necessary to define a criteria for optimality and system load balance. Data model partitioning has an effect on the need for interprocess communication, consequently affecting system performance. Proposed algorithm is tested on generated graphs which simulate real distribution network data models.

Ključne reči: Distributivne mreže, podela modela podataka, grafovi, cloud računarstvo.

1. UVOD

Nove tendencije u upravljanju distributivnim elektroenergetskim sistemima uzrokuju usložnjavanje modela podataka, koji postaje takav da je nemoguće obrađivati ga na jednom računaru. To dovodi do potrebe razvijanja distribuiranih softverskih rešenja sistema za upravljanje distributivnom elektroenergetskom mrežom (engl. *Distribution Management System – DMS*). Jedno od pitanja u razvoju distribuiranog rešenja jeste način podele modela podataka distributivne mreže. Teži se podeli u kojoj su podaci nezavisni, odnosno da obrada podataka iz jedne grupe ne zahteva informacije dobijene u obradi neke od drugih grupa podataka.

Najčešće to nije moguće, te je potrebno naći suboptimalno rešenje, odnosno pronaći podelu sa minimalnom zavisnošću. Nezavisnost je važna, jer je komunikacija u distribuiranom sistemu "skupa", odnosno iziskuje duže vreme izvršavanja i stvara kašnjenja u sistemu.

NAPOMENA:

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

Osim nezavisnosti, potrebno je podatke podeliti na takav način da opterećenje bude podjednako u svim elementima sistema. Model je potrebno optimalno podeliti pri pokretanju sistema, kao i odrediti postupak dinamičke preraspodele u slučaju promena u sistemu.

U rešenju koje je opisano u ovom radu predstavljen je i testiran jedan od mogućih načina za inicijalnu podelu modela podataka distributivne mreže. Pretpostavljeni sistem izvršavao bi se na *Windows Azure* platformi za cloud računarstvo. Cloud računarstvo predstavlja paradigmu iznajmljivanja računarskih resursa putem Interneta u vidu servisa (engl. *As a Service*). Bazirano je na deljenoj infrastrukturi, gde korisnici iznajmljuju onoliko resursa koliko im je u datom trenutku neophodno. Na ovaj način poslovanje postaje efikasnije sa aspekta troškova.

U radu je opisan način predstavljanja modela podataka. Algoritam podele modela podataka u ovom radu je višefazni algoritam podele grafova. Zahtev podele glasi da zavisnost između podeljenih delova bude što manja, odnosno da rad sistema iziskuje što manje komunikacije, i da se time umanjuje latencija. Takođe, potrebno je da podela opterećenja sistema (procesora) bude ujednačena.

2. CLOUD RAČUNARSTVO

Cloud računarstvo predstavlja jednu od realizacija distribuiranog računarskog sistema [1]. Ono obuhvata nekoliko računarskih koncepata i omogućuje isporučivanje računarskih resursa (procesorske moći, memorije, prostora za skladištenje itd.) putem Interneta. Cloud računarstvo je za osnovu u svom razvoju najviše imalo *cluster* i *grid* računarstvo, kao i virtuelizaciju. Arhitektura cloud računarstva je slojevita [2]. U ovom radu, razvijano je rešenje nad platformom *Microsoft Windows Azure*, javnom cloud platformom razvijenom od strane kompanije *Microsoft* [3]. U pitanju je skup tehnologija. Ova platforma najviše odgovara sloju softverskog okruženja, odnosno modelu platforme kao servisa (engl. *Platform as a Service – PaaS*).

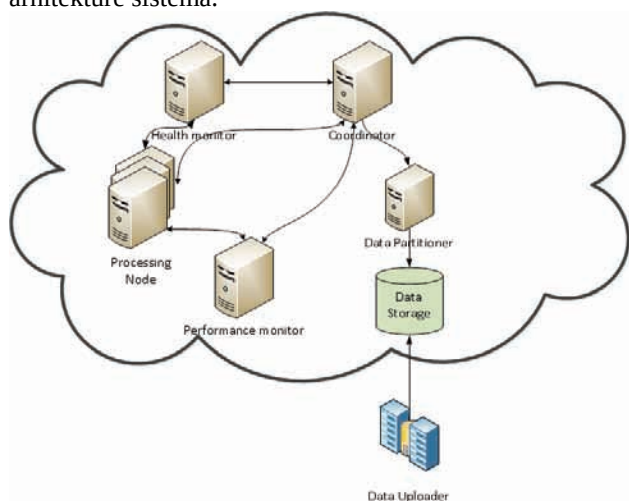
Kod *PaaS* modela korisnicima je pruženo okruženje sa definisanim programskim jezikom i aplikativnim interfejsom za bolje iskorišćenje cloud okruženja i skalabilnosti razvijanog servisa. Korisnici ovog modela razvijaju cloud aplikacije. Model pruža mogućnost automatskog skaliranja i raspoređivanja opterećenja (eng. *Load Balancing*), kao i olakšanu integraciju sa ostalim servisima, jer je dobar deo razvoja aplikacija rešen na nivou okruženja.

U okviru okruženja *Microsoft Windows Azure* platforme postoje sledeće komponente [4]:

- **Compute** je izvršna komponenta, aplikacije su implementirane kao uloge (engl. *Role*).
- **Storage** je komponenta za skladištenje binarnih i strukturiranih podataka.
- **Fabric** je distribuirani kontroler aplikacija.
- **Content Delivery Network** mehanizmom keširanja obezbeđuje brži pristup podacima.
- **Connect** je komponenta za mrežne konekcije.

3. ARHITEKTURA DISTRIBUIRANOG SISTEMA

Distribuirani sistem za izvršavanje u *cloud* okruženju sastoji se iz komponenti razvijanih kao uloge (engl. *Role*) u *cloud* okruženju, dok su neke komponente razvijene kao aplikacije, van *cloud* okruženja. Na slici 1 dat je prikaz arhitekture sistema.



Slika 1 Arhitektura distribuiranog sistema

Uloga koordinatora (engl. *Coordinator*) je da upravlja sistemom, da delegira zadatke instancama čvorova obrade i sakuplja rezultate. Upravljanje sistemom koristi informacije sakupljene od sistema za praćenje ispravnosti (engl. *Health Monitor*) i sistema za praćenje performansi (engl. *Performance Monitor*). Particioner (engl. *Data Partitioner*) je komponenta sistema zadužena za podelu modela na particije. Particioner čita model podataka skladišten u *Data Storage* komponenti. Za skladištenje modela podataka zadužena je aplikacija za prenos modela podataka (engl. *Data Uploader*).

3. MODEL PODATAKA I PODELA MODELA PODATAKA

Distributivne mreže su radijalne strukture (svaki potrošač se napaja samo jednim putem sa samo jednog izvora) sa malim brojem kontura (slabo upetljane) [5]. Zbog većeg broja servisa koji koriste podatke distributivne mreže, potrebno je da se oni predstave na zajednički način. Najrasprostranjeniji standard jeste *CIM*, ustanovljen od strane *IEC* (engl. *International Electrotechnical Commission*) u okviru standarda *IEC 61970-301* [6] i *IEC 61968-11* [7]. U ovom radu se razmatra podela velikog modela podataka distributivne mreže koji je zasnovan na *CIM* standardu [8]. *CIM* je apstraktan objektni model, i predstavlja sve najvažnije entitete elektroenergetske mreže, kao i relacije između njih. Po *CIM* standardu, model podataka distributivne mreže predstavlja se kao graf.

Model konektivnosti orijentisan je kao čvor – grana, gde su čvorovi predstavljeni tipom *ConnectivityNode*, dok su grane predstavljene tipom *Equipment*. Susjednost dva objekta (elementi tipa opreme) određena je referenciranjem istog čvora konektivnosti. Na osnovu modela konektivnosti, formira se model topologije, koji je značajan za izvršavanje proračuna, grupisanje značajnih podataka i drugo.

Analiza rada analitičkih energetske funkcije u *DMS* sistemu dovela je do zaključka da se proračuni vrše sa podacima u okviru **korena**. Koren je skup elemenata napajan iz istog izvora [9]. To dovodi do ideje da se proračuni vrše paralelno po korenima. U distribuiranim računarskim sistemima, koreni se mogu grupisati u **particije**, koje se dalje raspoređuju različitim računarima (procesorima) na obradu. Particije je potrebno formirati tako da budu nezavisne, koliko je to moguće. Takođe je potrebno da se zavisni koreni nađu u istoj particiji. Kao mera povezanosti korena u radu je korišten broj otvorene rasklopne opreme između korena. Rasklopna oprema između korena naziva se graničnim prekidačima (engl. *Tie Switches*).

Na osnovu istraživanja [10] poznato je da se problem podele modela podataka može svesti na problem podele grafova. Da bi se podela modela podataka mogla smatrati optimalnom potrebno je da se svi podaci, potrebni za jedan proračun, nađu u istoj memoriji, odnosno da ih obrađuje jedan računar.

U procesu podele modela podataka mogu se prepoznati tri faze:

- **Formiranje inicijalnog grafa** (graf konektivnosti),
- **Kreiranje ukupnjenog grafa** (graf za proračune) i
- **Podela ukupnjenog grafa.**

Inicijalni graf formiran je od podataka o elementima mreže. Na osnovu ovog grafa, topološkom analizom određuju se koreni i otvoreni prekidači između njih. Ukupnjeni graf jeste neusmereni težinski graf, gde čvorovi predstavljaju korene, a grane potencijalne veze između korena. Težina čvora jeste broj elemenata provodne opreme i transformatora u korenu, dok je težina grane broj otvorenih prekidača između odgovarajućih korena. Podela treba da bude takva da težina grana između particija bude minimalna, i da je ispoštovana balansiranost težina particija. Optimizaciona funkcija može se definisati kao minimalan broj potencijalnih veza između particija.

4. ALGORITMI ZA PODELU GRAFA

Zadatak algoritma za podelu grafa jeste da pronađe podgrupe podataka takve da su elementi, koji čine grupu, što jače povezani, dok su grupe između sebe što slabije povezane. U idealnom slučaju, graf se sastoji od disjunktih podskupova. Međutim zbog ograničenja u veličini podskupova u realnim problemima postojeće veze između podskupova. Iz tog razloga podela grafa jeste optimizacioni problem. Podela grafa jeste NP (*Nondeterministic Polynomial Time*) kompletni problem kombinatorne optimizacije. Treba naglasiti da su svi algoritmi podele grafa aproksimativni (sa polinomskom vremenskom kompleksnošću) i da dovode do

suboptimalnog rešenja. Tipovi algoritama za podelu grafova mogli bi se podeliti u 4 osnovne grupe:

- algoritmi zasnovani na prebacivanju čvorova,
- evolutivni algoritmi,
- višefazni (engl. *multilevel*) algoritmi i
- hibridni algoritmi.

Za podelu ukupnjelog grafa, u ovom radu korišćen je višefazni algoritam podele grafova [11]. Algoritam se sastoji iz 3 faze:

- **Faza ukupnjavanja** – U ovoj fazi, u nekoliko koraka, čvorovi se, po određenim kriterijumima, spajaju u superčvorove, i na taj način se smanjuje obim grafa.
- **Faza inicijalne podele** – U fazi inicijalne podele, najmanji ukupnjeni graf deli se na k particija tako da postigne definisanu optimalnost i održi definisanu balansiranost.
- **Faza finije raspodele** – Poslednja faza “odmotava” ukupnjene grafove i koristi algoritme za preraspodelu podele grafova, gde se razmenom čvorova postiže bolja podela.

5. REALIZACIJA PODELE MODELA PODATAKA

Rešenje je implementirano u programskom jeziku C# na verziji koja prati .NET framework 4. Korišćeno je razvojno okruženje Visual Studio 2010 Professional.

Kao ulaz u algoritam potrebno je na osnovu podataka modela distributivne mreže formirati graf. Pošto je u pitanju težinski graf, potrebne su i informacije o težinama. Topološkom analizom statičkih podataka dobijaju se informacije o potencijalnoj povezanosti između korena, što se prenosi u grane grafa. Za vrednost težine grane uzima se broj otvorenih prekidača između dva potencijalno povezana korena. Svaki koren predstavljen je jednim čvorom grafa, a za njegovu težinu uzet je broj provodne opreme i transformatora u korenu. Smatra se da ovaj broj odgovara kompleksnosti proračuna.

Graf je, kao što je navedeno, težinski i neusmeren. Zbog relativno male povezanosti koja se javlja u distributivnim mrežama, graf je implementiran ulančanom reprezentacijom, pomoću spregnutih lista.

Odabrano je više algoritama koji će biti realizovani za različite faze u višefaznom algoritmu za podelu grafova. Višefazni algoritam implementiran je tako da se čitav postupak podele izvrši u odabranom broju iteracija, i da se zatim odabere najbolja podela, po kriterijumu broja otvorenih prekidača između različitih particija.

U fazi ukupnjavanja se koristi algoritam sjedinjavanja po “najgušćim” granama (engl. *Heavy Clique Matching – HCM*). Ovaj algoritam ukupnjava čvorove zavisno od gustina grane, koja se definiše kao odnos težina grana i čvorova u podgrafu. Čvorovi se obilaze slučajnim poretom, a sjedinjuju se čvorovi na krajevima grana sa najvećom gustinom. Graf se ukupnjava u nekoliko nivoa, i svaki nivo potrebno je pamtiti.

Za fazu inicijalne podele izabran je algoritam pohlepnog narastanja particije (engl. *Greedy Graph Growing Partitioning Algorithm – GGGP*). Kod ovog algoritma se slučajno bira čvor od kog kreće obilazak pri kom se, računajući **doprinos**, određuje koji će se susedi dodavati

u particiju. Doprinos se računa na osnovu povezanosti čvora sa ostalim čvorovima u datoj particiji.

Faza finije raspodele realizovana je tako što se “odmotavaju” upamćeni nivoi ukupnjenih grafova i nad svakim korakom se izvršava algoritam preraspodele čvorova. U ovom radu, algoritam preraspodele čvorova je *FM (Fiduccia-Mattheyses)* algoritam [12].

FM algoritam za sve granične čvorove računa **poboljšanje** koje bi se dobilo prebacivanjem u određenu particiju. Poboljšanje je razlika sume težina grana ka čvorovima iz druge particije i sume težina grana ka čvorovima iz sopstvene particije. Čvor koji uzrokuje nenegativno poboljšanje, prebacuje se u odgovarajuću particiju ukoliko uslov balansiranosti dozvoljava. Nakon toga, potrebno je za čvorove susede prebačenog čvora preračunati poboljšanje.

U toku rada primećeno je da se u ovoj realizaciji javlja relativno mali broj prebacivanja. Iz tog razloga, implementirana je i modifikovana verzija *FM* algoritma, koja svesno žrtvuje performanse zarad bolje podele. Činjenica je da bi se podela podataka vršila vrlo retko u odnosu na broj izvršavanja ostalih operacija u sistem, pa je opravdano utrošiti više vremena za podelu, ukoliko to dovodi do boljih performansi u kasnijem radu sistema.

Za razliku od osnovnog *FM* algoritma, poboljšanje se računa za sve čvorove, a ne samo za granične. Ovo je pogodno zato što u poboljšanje ulazi i balansiranost particije. Sledeća modifikacija jeste ponašanje kada se čvor ne može prebaciti u particiju zato što bi se time narušila balansiranost. Tada se u ciljanoj particiji traži čvor koji bi bio pogodan za razmenu, razmatrajući težinu čvora i njegov doprinos. Tokom svih preračunavanja poboljšanja, prati se stanje balansiranosti particija i učešće balansiranosti u vrednosti poboljšanja. Ova implementacija u nastavku rada biće nazivana **alternativni FM algoritam (aFM)**.

U nastavku rada biće prikazano i poređenje performansi i rada obe varijante algoritma.

6. TESTIRANJE I PRIKAZ REZULTATA

Grafovi koji su korišćeni za testiranje u ovom radu, generisani su na slučajan način, u nekoliko veličina, odnosno brojeva čvorova i to sa 50, 100, 500, 1000, 2000, 5000 i 10000 čvorova, i sa 3 različite gustine: retki, srednje-gusti i gusti grafovi. Retkim grafovima su smatrani oni kod kojih je broj grana oko 50% manji od broja čvorova, srednje-gusti grafovi imaju približno isti broj čvorova i grana, dok je kod gustih broj grana 2.5 puta veći od broja čvorova. Treba naglasiti da ovakva klasifikacija gustina grafova nije proistekla iz teorije grafova, već u odnosu na realne potrebe koje su proizašle iz strukture modela podataka distributivne mreže. Podela algoritama vršena je na različit broj particija i to: 2, 3, 4, 5, 6 i 8.

Algoritmi su testirani u *cloud* okruženju, ali i van njega. Van *cloud* okruženja, radi upoređivanja rezultata, testirana je i zvanična implementacija višefaznog *METIS* algoritma. Poređeni su rezultati u sledećim kategorijama: težina grana koje povezuju različite particije (engl. *Edge-cut*), prosečno vreme izvršavanja, standardna devijacija (σ) i broj slučajevima u kojima je narušena balansiranost.

METIS je znatno brži, ali to nije od suštinskog značaja, s obzirom da se podela vrši retko.

U rezultatima koji su dobijeni, višefazni algoritam prikazao je dobar kvalitet podele u odnosu na *METIS* algoritam kod grafova sa malim brojem čvorova, odnosno grafovima sa 50 i 100 čvorova, pre svega kod retkih grafova. Kod većih grafova, algoritmi implementirani u ovom radu prikazuju dobar kvalitet podele u odnosu na *METIS* algoritam kod retkih grafova. Grafovi većeg obima i većeg broja grana donose zaostatak u kvalitetu podele. Ni u jednom od testova nije osnovna verzija algoritma dala prosečno bolji kvalitet podele modela podataka.

Ni u jednom slučaju, za razliku od osnovnog algoritma i *METIS* algoritma, *aFM* nije doveo do nebalansirane podele. S obzirom da je balansiranoost jedan od razloga modifikovanja algoritma, rezultatima je opravdano uvođenje *aFM* algoritma. Balansiranoost kod *FM* algoritma i *METIS* algoritma ponekad ne uspeva da bude održana kod manjih grafova, gde je uticaj težine jednog čvora veći.

Što se dužine izvršavanja algoritma tiče, poređenje je, pre svega, izvršeno nad dve verzije algoritama implementiranih u ovom radu. Pretpostavka da će modifikovana verzija zahtevati duže vreme za izvršavanje potvrđena je kod retkih i srednje-gustih grafova. Međutim kod gustih grafova modifikovana verzija algoritma izvršava se brže od osnovne verzije.

Takođe, zbog razlika u jačini računara na kojima je izvršavan algoritam, i nivoa virtualizacije okruženja, u *cloud* okruženju i van njega, dobijeni su takvi rezultati da izvršavanje algoritma u *cloud* okruženju traje duže za nešto više od 100%.

Kod standardnog odstupanja, najmanje odstupanje prikazuju *METIS* i *aFM* algoritam. Kod retkih grafova sa većim brojem čvorova algoritmi implementirani u radu obično uspevaju da postignu podelu na potpuno nezavisne delove u svim slučajevima, za razliku od *METIS* algoritma koji to uspeva samo za podele na manji broj particija, te imaju i manje standardno odstupanje kod retkih grafova.

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu je predstavljeno i testirano jedno rešenje za inicijelnu podelu modela podataka distributivne mreže upotrebom višefaznog algoritma za podelu grafova. Višefazni algoritam je implementiran i testiran na *Microsoft Windows Azure (cloud)* platformi i van nje.

Pored toga, razvijene su i testirane dve verzije višefaznog algoritma. U prvoj, osnovnoj verziji koristi se *FM* algoritam u fazi finije preraspodele, dok je u drugoj verziji taj algoritam modifikovan i naziva se *alternativni FM* algoritam. *FM* algoritam je modifikovan zbog toga što nije u svim slučajevima uspevao da podeli model na balansirani način, i primećen je mali broj razmena čvora.

Na osnovu rezultata dobijenih u okviru ovog rada, preporuka je da se kod retkih grafova sa većim brojem čvorova može koristiti i osnovna verzija algoritma, dok se u ostalim slučajevima preporučuje korišćenje modifikovane verzije algoritma.

7. LITERATURA

- [1] Tanenbaum, A.S., van Steen, M.: *Distributed Systems: Principles and Paradigms (2nd Edition)*. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA, 2006.
- [2] Youseff, L., Butrico, M., Da Silva, D.: *Toward a unified ontology of cloud computing*, Grid Computing Environments Workshop, 2008.
- [3] Chapell, D.: *Introducing the Windows Azure platform*, Chapell and Associates, 2010.
- [4] Chapell, D.: *Introducing Windows Azure*, Chapell and Associates, 2010.
- [5] Strezoski, V., Popović, D. S., Bekut, D., Katić, N., Švenda, G., Gorečan, Z., Dujić, J.: Osnovne energetske funkcije za analizu, upravljanje i planiranje pogona srednjenaponskih distributivnih mreža, IV skup Trendovi Razvoja: „Nove tehnologije u elektrodistribuciji“, Kopaonik, 1998.
- [6] IEC 61970 *Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 301: Common Information Model (CIM) Base*, IEC, Edition 2.0, 2007.
- [7] IEC/TR 61968-11 *Application integration at electric utilities - System interfaces for distribution management - Part 11: Common information model (CIM) extensions for distribution*, IEC, Edition 1.0, 2010.
- [8] Vukmirović, S., Erdeljan, A., Lendak, I., Čapko, D.: *Extension of the Common Information Model with Virtual Meter, Electronics and Electrical Engineering*, Kaunas: Technologija, Vol.107, No.1., pp. 59-64, 2011.
- [9] Čapko, D., Erdeljan, A., Popovic, M., Svenda, G.: *An Optimal Relationship-Based Partitioning of Large Datasets*, 14th East-European Conference on Advances in Databases and Information Systems, Novi Sad, *Lecture Notes in Computer Sciences*, Vol.6295, pp.547-550., 2011.
- [10] Čapko, D.: *Optimalna podela velikih modela podataka u okviru nadzorno-upravljačkih elektroenergetskih sistema*, Novi Sad, 2012
- [11] Karypis, G., Kumar, V.: *A fast and high quality multilevel scheme for partitioning irregular graphs*. *SIAM Journal of Scientific Computing*, Vol.20, No.1, pp. 359-392, 1998.
- [12] Fiduccia, C. M., Mattheyses, R. M.: *A linear-time heuristic for improving network partitions*. *Proc. 19th IEEE Design Automation Conference*, pp. 175-181, 1982.

Kratka biografija:



Vladimir Mihajlovski je rođen 1988. godine u Zrenjaninu. Završio je Zrenjaninsku gimnaziju 2007. godine. Iste godine upisuje osnovne studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. 2011. godine upisuje master studije na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu

RAZVOJ TEKSTUALNOG JEZIKA ZA OPIS SOFTVERSKIH APLIKACIJA PUTEM IIS*CASE KONCEPATA**A DEVELOPMENT OF A TEXTUAL DSL FOR DESCRIBING SOFTWARE APPLICATIONS BY USING IIS*CASE CONCEPTS**Stefan Nikolić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu prezentovan je jedan pristup razvoju tekstualnog jezika za opis informacionih sistema putem IIS*Case koncepata. Jezik je razvijen pomoću Xtext okruženja. Na početku je ukratko predstavljeno Xtext okruženje i IIS*Case koncepti obuhvaćeni meta-modelom jezika. Nakon toga je opisano na koji način je definisana sintaksa i semantika jezika.

Abstract – In this paper we present a development of a textual DSL for specifying information systems by using IIS*Case concepts. Xtext framework is used for the development of the DSL. It is given short overview of Xtext framework and IIS*Case concepts that are included in DSL meta-model. Also, it is presented a process of defining syntax and semantics of the DSL.

Glavne reči: Modelovanje informacionih sistema, tekstualni namenski jezici za domen, Xtext

1. UVOD

Integrated Information Systems CASE Tool (IIS*Case) je alat zasnovan na konceptu razvoja softvera koji je upravljani modelom. Ovaj alat omogućava modelovanje informacionih sistema kao i generisanje prototipova aplikacija. Sadrži niz platformski nezavisnih (*Platform Independent Model*, PIM) koncepata koji mogu biti korišteni u procesu projektovanja informacionih sistema. IIS*Case obuhvata vizuelne alate i alate bazirane na repozitorijumu koji omogućavaju korišćenje prethodno spomenutih koncepata i pomažu projektantima prilikom kreiranja formalno tačnih modela i njihovog skladištenja u vidu definicija u repozitorijumu. Glavne osobine IIS*Case alata mogu se pronaći u radu [1]. Pored IIS*Case alata, zasebno su definisani grafički i tekstualni *Domain Specific Language* (DSL) jezici koji formalizuju IIS*Case PIM koncepte i omogućavaju modelovanje informacionih sistema putem njih. U radu [2] dat je opis tekstualnog DSL-a. Motiv ovog rada je da se analiziraju novi pristupi i alati u definisanju tekstualnog jezika kojim bi se opisivali informacioni sistemi putem IIS*Case PIM koncepata. Korišćenje različitih pristupa je svakako korisno, jer se kasnije mogu analizirati i porediti njihove prednosti i mane.

Tekstualni jezik koji se razvija ne mora da obuhvati sve PIM koncepte koje poseduje IIS*Case alat. Za razvoj jezika koristi se Xtext okruženje. Potrebno je specificirati meta-model jezika, konkretnu sintaksu, ali i semantiku koja nije data na nivou meta-modela.

Osim uvoda i zaključka ovaj rad ima četiri poglavlja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Ivan Luković, red.prof.

Poglavlje 2 prezentuje osnovne elemente i koncepte koji se koriste za razvoj tekstualnog jezika u Xtext okruženju. U poglavlju 3 dat je kratak pregled nekih IIS*Case PIM koncepata koji su obuhvaćeni meta-modelom tekstualnog jezika. Poglavlje 4 opisuje na koji način je definisana konkretna sintaksa jezika. Poglavlje 5 opisuje elemente jezika koji se odnose na validaciju modela.

2. PREGLED XTEXT OKRUŽENJA

U okviru ovog poglavlja predstavljene su najvažnije karakteristike Xtext okruženja. Dat je opis mehanizama koji se koriste za specifikaciju meta-modela, konkretne sintakse, kao i načina za konfiguraciju tekstualnog jezika.

Xtext je otvoreno (*open-source*) okruženje za razvoj tekstualnih jezika, kako namenskih, tako i jezika opšte namene. Razvija se pod okriljem Eclipse organizacije. Aktuelna verzija u vreme izrade zadatka, a koja je i korištena u zadatku, je verzija 2.3.0. Xtext sadrži niz DSL-ova i *Application Programming Interface* (API) specifikacija, koji omogućuju opis različitih aspekata tekstualnog jezika. Koristeći te informacije, Xtext obezbeđuje implementaciju jezika baziranu na Java virtualnoj mašini (*Java Virtual Machine*, JVM). Implementacija uključuje komponente koje su izvršive u Javi, i nezavisne od Eclipse *Integrated Development Environment* (IDE) okruženja. Takve komponente će, u nastavku rada, biti označavane kao *runtime* komponente. U njih spadaju: objektna reprezentacija meta-modela, parser, linkovanje, validacija, generator kôda, itd. Osim *runtime* arhitekture, Xtext za definisani jezik obezbeđuje i Eclipse IDE okruženje sa funkcionalnostima kao što su sintaksno bojenje, komentari i mehanizam za predlaganje validnih izraza (*content assist*, u nastavku rada se koristi ovaj engleski termin). U nastavku je dat pregled osnovnih koncepata koji se koriste za razvoj tekstualnog jezika u Xtext okruženju, a koji su korišteni i u ovom radu. Više o Xtext okruženju može se pročitati u zvaničnoj dokumentaciji [3].

2.1. Specifikacija meta-modela u Xtext-u

Xtext koristi Ecore meta-model za opis meta-modela tekstualnih jezika. Ecore je implementiran od strane Eclipse organizacije, i deo je *Eclipse Modeling Framework* (EMF) okruženja. Konkretna sintaksa u Xtext-u se definiše putem gramatike, tj. gramatičkih pravila. Xtext može da izvede, odnosno generiše meta-model na osnovu gramatike, ali je takođe moguće u gramatiku uvesti (funkcija *import*) postojeći meta-model. U nastavku će biti predstavljeni neki najznačajniji koncepti Ecore meta-modela.

Najčešće korišteni koncept jeste klasa (*EClass*). Klasa može da nasleđuje drugu klasu. Klasa može imati osobine. Osobina je ili atribut (*EAttribute*) ili referenca (*EReference*). Za svaku osobinu se definiše ime, minimalni i maksimalni

kardinalitet. Atributi su osobine koje su prostog tipa (*EDataType*). Za razliku od njih, reference se koriste za definisanje veza između dve klase. Reference se dele na kompozicije (*containment*) i asocijacije (*cross-reference*). Kompozicija označava da se objekat referencirane klase instancira u okviru objekta referencirajuće klase, dok asocijacija predstavlja vezu ka objektu referencirane klase koji postoji nezavisno od objekta referencirajuće klase.

2.2. Jezik za opis gramatike

Konkretna sintaksa definisana putem Xtext-a omogućava specifikaciju modela u vidu teksta. Tekstualni model predstavlja ulazni fajl za parsiranje. Da bi se dobio funkcionalan Xtext jezik, potrebno je da postoji objektna reprezentacija meta-modela, u vidu Java klase koje predstavljaju koncepte meta-modela. Kada se parsira ulazni tekstualni fajl u memoriji se kreira graf objekata koji sadrži instance pomenutih Java klase. Ovaj graf objekata naziva se i model objekata. Jezik za opis gramatike koji se koristi u Xtext-u je DSL koji je namenski dizajniran za opis tekstualnih jezika. Glavna ideja jeste da se opiše konkretna sintaksa i način na koji se ona mapira na objekte modela. U ovom odeljku biće dat samo kratak osvrt na osnovne koncepte jezika za opis gramatike. Detaljna specifikacija može se naći u [3].

U prvoj fazi parsiranja, sekvenca karaktera ulaznog fajla se transformiše u sekvencu takozvanih tokena. Token predstavlja niz od jednog ili više karaktera koja zadovoljava određeni šablon definisan ključnom rečju ili pravilom terminiranja. Svako pravilo terminiranja vraća vrednost nekog primitivnog tipa (*EDataType*). Telo pravila terminiranja se opisuje pomoću *Extended Backus-Naur Form* (EBNF) izraza. Nakon što parser dobije sekvencu tokena, prolazi kroz takozvana pravila parsiranja. Tokom prolaska kroz pravila parsiranja kreiraju se objekti modela. Pravila parsiranja vraćaju instance klase (*EClass*). Ukoliko povratni tip nije naveden, tada se podrazumeva da je povratna vrednost instanca klase koja ima naziv isti kao pravilo. Telo pravila parsiranja se opisuje korišćenjem EBNF izraza. Osim toga, koriste se i određeni izrazi kojima se definiše kako se kreira objekat na osnovu pravila. Neki od izraza su dodela i referenca. Izraz dodele služi da se osobini objekta koji se kreira dodeli vrednost. Referencom (*Cross-reference*) se opisuje asocijativna veza između dve klase u meta-modelu. Referenca na klasu se specifikira tako što se navede ime referencirane klase između uglatih zagrada.

2.3. Konfiguracija jezika i IDE okruženja u Xtext-u

Xtext obezbeđuje implementaciju pune arhitekture jezika koja uključuje *runtime* koncepte i IDE okruženje sa svim funkcionalnostima. Arhitektura jezika dolazi sa predefinisanim funkcionalnošću, koja može da se redefiniše i podesi. Xtext omogućava lako korišćenje mehanizma injekcije objekata (*dependency injection*). Infrastruktura jezika (*runtime* koncepti) kao i IDE infrastruktura baziraju se na ovom mehanizmu. Ovaj mehanizam omogućava da kada god jedna komponenta zatreba funkcionalnost druge komponente, dovoljno je da je injektuje, odnosno da definiše zavisnost od te komponente. Pri tome, ne mora da brine o tome gde se injektovana komponenta (objekat) nalazi i kako je kreirana. Za instanciranje objekata koji kasnije mogu da se injektuju, koriste se takozvani moduli. Moduli definišu mapiranja tipova (čije se instance injektuju) na postojeće instance, provajdere instanci ili na konkretne klase. Time se praktično registruju konkretizacije tih tipova. Moduli su implementirani u Javi. Postoje dva modula. Jedan

se koristi za mapiranje *runtime* koncepata (*runtime* modul), a drugi za mapiranje IDE koncepata (IDE modul).

3. PREGLED META-MODELA

U okviru ovog poglavlja dat je pregled najvažnijih IIS*Case PIM koncepata koji su obuhvaćeni meta-modelom tekstualnog jezika. Meta-model sadrži većinu IIS*Case PIM koncepata. Među konceptima koji nisu obuhvaćeni su uglavnom oni koji se tiču opisa korisničkog interfejsa. Meta-model je specifikiran u Ecore-u, koji se koristi u okviru Xtext okruženja. Prilikom specifikiranja meta-modela, kao referenca je korišten postojeći Ecore model IIS*Case PIM koncepata opisan u [4].

U nastavku će biti dat kratak pregled najvažnijih koncepata obuhvaćenih specifikiranim meta-modelom. Sve što postoji u okviru IIS*Case repozitorijuma uvek je smešteno u okviru konteksta nekog projekta (koncept *Project*). Na nivou projekta definišu se aplikativni sistemi (*ApplicationSystem*) predstavlja organizacioni deo, odnosno segment projekta. Na nivou projekta definišu se i osnovni koncepti (koncept *Fundamental*). Oni mogu biti korišteni od strane bilo kog aplikativnog sistema. Neki od osnovnih koncepata su: domeni (*Domain*), atributi (*Attribute*), programske jedinice (*ProgramUnit*). Pojam domena označava skup dozvoljenih vrednosti nekog atributa. Većina atributa nekog projekta je deo šeme baze podataka koja se projektuje u okviru informacionog sistema. Mogu postojati i atributi koji predstavljaju neke izračunate vrednosti u okviru izveštaja ili ekranskih formi a nisu uključeni u šemu baze podataka. U okviru IIS*Case projekta, svaki atribut je jedinstveno identifikovan isključivo putem naziva. Ovom osobinom se poštuje pretpostavka o postojanju univerzalne šeme relacije (*Universal Relation Scheme Assumption*, URSA). Koncept programske jedinice (*ProgramUnit*) koristi se za specifikaciju kompleksnog ponašanja aplikacija. Jedna vrsta programske jedinice je funkcija. Koncept funkcije (*Function*) se koristi za specifikaciju složene funkcionalnosti, koja se kasnije može koristiti kao deo specifikacije drugih elemenata projekta.

Na nivou aplikativnog sistema definišu se tipovi formi (koncept *FormType*) i poslovne aplikacije (koncept *BusinessApplication*). Koncept tipa forme predstavlja apstrakciju ekranskih formi ili izveštaja koje krajnji korisnici informacionog sistema mogu koristiti u obavljanju svakodnevnih poslova. Putem koncepta tipa forme projektant indirektno vrši specifikaciju šeme baze podataka sa uključenim atributima i ograničenjima. Tipove formi možemo podeliti na 'meni' tipove forme i programske tipove forme. 'Meni' tipovi forme se mogu koristiti za modelovanje menija bez elemenata sa podacima. Programski tipovi forme se mogu koristiti za modelovanje transakcionih programa koji manipulišu podacima u bazi podataka. Svaki programski tip forme predstavlja strukturu stabla tipova komponenti. Za svaki tip komponente definišu se dozvoljene operacije baze podataka. To su operacije: upit (*query*), unos (*insert*), ažuriranje (*update*), brisanje (*delete*). Svaki tip komponente uključuje jedan ili više atributa (*ComponentTypeAttribute*). Atribut tipa komponente predstavlja referencu ka atributu koji je definisan na nivou projekta. Svaki tip komponente poseduje jedan ili više ključeva (*ComponentTypeKey*), koji se sastoje iz atributa tipa komponente. Ključ predstavlja jedinstveni identifikator instance tipa komponente u okviru instance nadređenog tipa komponente, ukoliko takav postoji. Koncept *BusinessApplication* predstavlja jednu poslovnu aplikaciju.

Svaka poslovna aplikacija mora imati polazni tip forme. Kasnije, izvršavanje generisane aplikacije počinje od tog polaznog tipa forme. Moguće je definisati i koji se sve tipovi formi pozivaju u toku izvršavanja poslovne aplikacije i u kom redosledu.

4. DEFINISANJE SINTAKSE TEKSTUALNOG JEZIKA

U ovom poglavlju dat je pregled svih postupaka koji su primenjeni tokom razvoja sintakse tekstualnog jezika.

4.1. Definisanje gramatike

Xtext omogućava dva pristupa pri razvoju tekstualnog jezika. Jedan podrazumeva da se prvo definiše gramatika jezika, pa da se na osnovu nje generiše meta-model. Drugi pristup omogućava da se gramatika piše (ili automatski generiše) za već postojeći meta-model. U ovom radu korišten je drugi pristup, pošto je već prethodno definisan meta-model IIS*Case koncepata, opisan u poglavlju 3. Na osnovu tog meta-modela generisana je gramatika, a onda je modifikovana kako bi imala željeni izgled.

Analizom generisane gramatike primećujemo neke od principa po kojima je izvedena. Opisani principi su uočeni od strane autora rada. Na osnovu svake klase (*EClass*) u meta-modelu koja nije apstraktna i koja nema naslednike generiše se jedno pravilo parsiranja koje nosi ime klase i čiji je povratni tip ta klasa. Osim toga, pravilo počinje ključnom rečju koja je jednaka imenu klase. Klasa može da ima atribut koji je označen kao identifikator klase (*id*). Ukoliko takav atribut postoji, na osnovu njega će se generisati dodela, koja će stajati odmah nakon prve ključne reči pravila. Sve ostale osobine klase, u okviru generisanog pravila, nalaze se u bloku koji je ograničen vitičastim zagradama. Na osnovu svake od tih osobina generiše se ključna reč jednaka imenu osobine i dodela. Kada se na osnovu kompozicije generiše dodela, tada se na njenoj desnoj strani nalazi poziv pravila parsiranja. Kod asocijacije, na desnoj strani se nalazi referenca. Za osobine koji imaju gornji kardinalitet veći od 1 umesto jedne generiše se niz dodela koje se nalaze u okviru bloka ograničenog zagradama, i odvojene su zarezom. Ukoliko neka osobina ima donji kardinalitet 0, tada će deo koji je generisan na osnovu te osobine biti označen kao opcion, pomoću znaka '?'. Generisana pravila gramatike su uglavnom bila formalno korektna, tj u skladu sa meta-modelom. Samo u jednom slučaju je uočena greška, koja je jednostavno ispravljena. Njenom ispravkom, dobija se kompletna i ispravna gramatika, konzistentna sa meta-modelom. Da bi, pored toga, bila ostvarena i željena sintaksa, izvršene su brojne modifikacije generisanih pravila. Pravila su generisana po automatizmu, pa samim tim često ne odgovaraju željenom izgledu sintakse. Radi ilustracije biće prikazano kako je izmenjeno pravilo za klasu *Parameter*, koja predstavlja parametar funkcije (*Function*). Svaki parametar obavezno ima naziv i tip, a može imati i podrazumevanu vrednost. Osim toga, parametri se dele na: ulazne (eng. *in*), izlazne (eng. *out*) i ulazno-izlazne (eng. *in-out*). U okviru listinga 4.1. prikazano je pravilo generisano na osnovu klase *Parameter*. Generisano pravilo je korektno, i u skladu sa meta-modelom, ali ne odgovara željenoj sintaksi.

Umesto specifikacije koja podseća na definisanje klase sa atributima, čini se da je mnogo bolje rešenje da parametar bude specifikiran slično kao parametar funkcije u jezicima opšte namene. Izmenjeno pravilo za specifikaciju parametra funkcije dato je u listingu 4.2.

```
Parameter returns ProgramUnits::Parameter:
'Parameter'
Name=EString
{'
  ('DefaultValue' DefaultValue=EString)?
  'ParameterDomain' ParameterDomain
    =[Domain|EString]
  'Direction' Direction=ParameterDirection
}';
```

Listing 4.1. Generisano pravilo parsiranja za koncept *Parameter*

```
Parameter returns ProgramUnits::Parameter:
Direction=ParameterDirection Name=EString ':'
ParameterDomain=[Domain::Domain|EString]
([' ('DefaultValue=EString)? ''])?
```

Listing 4.2. Modifikovano pravilo parsiranja za koncept *Parameter*

Svako pravilo gramatike opisuje neki koncept meta-modela, i izgled pravila zavisi od toga kako je modelovan koncept.

4.2. Razrešavanje referenci

Nakon definisanja gramatike, da bi se dobio potpuno funkcionalan jezik potreban je još samo jedan korak. Naime, u okviru ovako definisanog jezika reference definisane u gramatici ne funkcionišu. Komponenta (klasa) zadužena da brine o tome na koji način se objekti identifikuju prilikom referenciranja registrovana je u *runtime* modulu, i definiše da se referencirani objekti identifikuju '*name*' atributom. Klase u okviru definisanog meta-modela IIS*Case koncepata nemaju atribut sa tim nazivom, pa zbog toga ne mogu da se referenciraju. Ovo je rešeno tako što je definisana nova klasa koja definiše sopstveni način identifikacije referenciranih objekata, koji je u skladu sa specificiranim meta-modelom. Zatim je ova klasa i registrovana u *runtime* modulu umesto stare.

4.2. Neuređene grupe

U okviru trenutne gramatike pravila parsiranja forsiraju redosled navođenja osobina klase koju opisuju. Ovo nije dobro sa stanovišta komfora korisnika, jer mora da vodi računa o redosledu atributa. Xtext poseduje mehanizam za rešenje ovog problema. To je mehanizam neuređenih grupa (*unordered group*). Dovoljno je sve elemente neke grupe razdvojiti znakom '&', i nakon toga oni se mogu pojaviti u bilo kojem redosledu. Koncept neuređenih grupa primenjen je u definisanoj gramatici.

4.3. Podrazumevane vrednosti

Kada je to neophodno, za osobine klase može da se specificira podrazumevana (predefinisana) vrednost. To ostavlja mogućnost korisniku da ne mora da zada vrednost osobine. U nastavku će biti opisane korištene tehnike kojima se mogu specificirati podrazumevane vrednosti osobina. Na nivou meta-modela, za osobinu klase mogu da se definišu podrazumevane vrednosti samo ukoliko je ona prostog tipa, tj samo za attribute. Gramatika Xtext-a ne podržava specificiranje podrazumevanih vrednosti. Postoji način da se one zadaju pomoću komponente (klase) koja je zadužena za kreiranje objekata modela, kao i za postavljanje vrednosti njihovih osobina. U Xtext-u to je klasa *DefaultEcoreElementFactory*. Definisan je naslednik ove klase koji redefiniše metodu za kreiranje objekata, tako da se odmah po kreiranju postave podrazumevane vrednosti željenih osobina. Zatim je naslednik registrovan u *runtime* modul. Prethodno je opisano kako se mogu postavljati podrazumevane vrednosti koje ne zavise od konteksta. Međutim, inicijalizacija koja zavisi od konteksta se često ne može tako implementirati. Kada parser obrađuje ulazni fajl, on kreira model koji predstavlja stablo. Svaki novokreirani

objekat se veže u stablo tek u metodama parsera. Stoga, ukoliko su nam za postavljanje podrazumevanih vrednosti objekta potrebne informacije koje se dobiju nakon njegovog povezivanja sa stablom, onda je postavljanje takvih vrednosti moguće samo nakon parsiranja.

4.4. Sintaksno bojenje

Editor koji Xtext obezbeđuje podržava sintaksno bojenje tekstualnog modela kako bi se obezbedila bolja čitljivost i preglednost. Sintaksno bojenje omogućava da se za elemente sintakse koriste razni stilovi, koji definišu boju, font itd. Bojenje se odvija u dve faze: leksičko i semantičko bojenje. Leksičko omogućava jednostavno mapiranje stilova na tokene. Tokeni su stringovi koji se poklapaju sa određenim šablonom (regularnim izrazom) ili ključnom rečju. Leksičko bojenje ne uzima u obzir značenje tih tokena. Sa druge strane, semantičko bojenje uzima u obzir i značenje. Na primer, za neku ključnu reč može se proveriti na koji objekat modela se odnosi, i na osnovu toga joj dodeliti određeni stil.

Leksičko i semantičko bojenje se mogu redefinisati putem implementacije određenih interfejsa i redefinisanjem klasa, koji se onda trebaju mapirati u UI modulu. U okviru ovog rada izvršene su određene izmene predefinisano sintaksnog bojenja (i leksičkog i semantičkog), radi poboljšanja čitljivosti.

5. VALIDACIJA MODELA

U ovom poglavlju opisani su elementi jezika koji se odnose na validaciju modela. Za korisnike je važno da, dok oblikuju tekstualni model, dobijaju povratnu informaciju o tome da li je model korektan. Pre svega, Xtext obezbeđuje automatsku validaciju, koja između ostalog proverava da li je model korektan sa stanovišta sintakse i meta-modela. U okviru ovog rada korišteni su mehanizmi za redefinisanje poruka, jer i sintaksna validacija i validacija na osnovu meta-modela vrlo često prikazuju poruke koje su nerazumljive za korisnika. To je postignuto redefinisanjem određenih klasa i njihovim mapiranjem u *runtime* modulu.

5.1. Implementacija dodatnih semantičkih ograničenja

Pored već opisanih oblika validacije, moguće je implementirati dodatna semantička ograničenja koja nisu data na nivou samog meta-modela. Xtext obezbeđuje Java klasu gde se implementiraju ova ograničenja. Ta klasa je prazna i već registrovana u *runtime* modulu. Za svako ograničenje koje se želi implementirati potrebno je napisati *Check* metodu, odnosno metodu koja ima anotaciju *@Check*. Parametar metode ukazuje na koju klasu meta-modela se ograničenje primenjuje. U okviru metode specificira se i kako će korisnik biti upozoren ukoliko se naruši ograničenje, odnosno koji je tip poruke (npr. *error* - greška ili *warning* - upozorenje) i koji je tekst poruke.

U okviru ovog rada većina semantičkih ograničenja implementirana je mehanizmom *Check* metoda. Postoje, međutim, semantička ograničenja koja su implementirana mehanizmom za definisanje opsega vidljivosti (kraće opsega). Koristeći ovaj mehanizam, korisnik može da definiše koji objekti su vidljivi u okviru referenci. Xtext obezbeđuje Java klasu putem koje se mogu definisati opsezi. Ta klasa je već registrovana u *runtime* modulu.

5.2. Predlaganje validnih izraza (*Content assist*)

Mehanizam za predlaganje validnih izraza (*content assist*) pomaže korisniku, tako što u svakom trenutku nudi listu validnih izraza koji se mogu naći na mestu editovanja. *Content assist* u Xtext-u uzima u obzir definisane opsege vidljivosti. Sa druge strane, implementacija semantike data

Check metodama ne može da bude iskorištena u *content assist*-u. Ukoliko postoji potreba da *content assist* u određenim slučajevima nudi podatke koji su validni sa stanovišta semantike koja nije data kroz gramatiku i opsege vidljivosti, to je potrebno implementirati u klasi za redefinisanje *content assist*-a, koju obezbeđuje Xtext. U okviru ovog rada, ponašanje *content assist*-a je redefinisano u nekoliko slučajeva.

6. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bio je da se kroz Xtext okruženje definiše tekstualni jezik, koji bi podržao opisivanje informacionih sistema putem PIM koncepata IIS*Case alata.

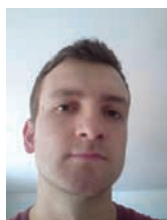
Xtext sadrži niz DSL-ova i API-ja koji omogućavaju opis različitih aspekata tekstualnog jezika, na osnovu čega se generišu *runtime* i IDE komponente jezika. Gramatika se opisuje pomoću DSL-a koji je specijalno dizajniran za opis tekstualnih jezika, a sve *runtime* i IDE komponente jezika mogu lako da se konfigurišu. Generalno, Xtext je čvrsto vezan za Javu i Eclipse IDE. To predstavlja manu ukoliko se želi napraviti specifikacija jezika koja bi bila relativno nezavisna od konkretne platforme. Tokom razvoja jezika Xtext se pokazao kao alat koji je lak za korišćenje i efikasan. Uočeni su određeni propusti koji se tiču finog podešavanja jezika, kao što je mogućnost definisanja konteksto zavisnih predefinisanih vrednosti.

Dalji razvoj može se odvijati u više pravaca. U budućnosti bi jezik trebao pokriti i preostale koncepte IIS*Case alata. Zatim, moguće je konfigurisati i ostale komponente jezika kako bi dobile željenu funkcionalnost. Na primer, to su komponente koje se odnose na formatiranje kôda, predlaganje kôd šablona (*template proposals*) itd. Dalje, moguće je raditi na razvoju generatora kôda. Taj kôd bi se kasnije mogao uvesti u IIS*Case alat. Konačno, pošto je Xtext spregnut sa EMF okruženjem mogao bi se integrisati sa drugim komponentama koje se naslanjaju na EMF, kao što je *Graphical Modeling Framework* (GMF). Tako bi se dobila grafička reprezentacija jezika.

7. LITERATURA

- [1] I. Luković, P. Mogin, J. Pavićević, S. Ristić, *An Approach to Developing Complex Database Schemas Using Form Types*, Software: Practice and Experience, 2007, pp. 1621-1656.
- [2] I. Luković, M. J. Varanda Pereira, N. Oliveira, D. Cruz, P. R. Henriques, *A DSL for PIM Specifications: Design and Attribute Grammar based Implementation*, ComSIS, 2011, pp. 379-403.
- [3] *Xtext 2.3 Documentation*, [Online] Dostupno na: <http://www.eclipse.org/Xtext/documentation/2.3.0/Documentation.pdf>
- [4] M. Čeliković, I. Luković, S. Aleksić, V. Ivančević, *A MOF based Meta-Model of IIS*Case PIM Concepts*, WAPL Proceedings, 2011, pp. 833-840

Kratka biografija:



Stefan Nikolić rođen je u Ljuboviji 1988. god. Fakultet tehničkih nauka upisao je 2007. god. Diplomski rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranio je 2011. god. Master rad iz iste oblasti odbranio je 2012. god.

JEDAN PRISTUP OPTIMALNOM ARHITEKTONSKOM I URBANISTIČKOM PROJEKTOVANJU SA STANOVIŠTA ENERGETSKE EFIKASNOSTI**AN APPROACH TO OPTIMAL ARCHITECTURAL AND URBAN DESIGN VIEW OF ENERGY EFFICIENCY**

Mirna Kapetina, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazan je jedan nov pristup arhitektonskom i urbanističkom projektovanju koji omogućava povećanje energetske efikasnosti građevina, odnosno grupe bliskih građevina. Cilje je da objekti maksimalno iskoriste uticaj sunčeve svetlosti, tako što će se minimizovati osenčenost svakog pojedinačnog objekta. Problem je rešen primenom PSO algoritma, njegovih modifikacija kao i primenom PSO algoritma sa nišama. PSO algoritam sa nišama je optimizacioni postupak koji omogućava da se nađe veći broj lokalnih optimuma. Efikasnost PSO algoritma sa nišama primenjenog na problemu organizacije objekata unutar ograničenog prostora predstavljena je u nekoliko primera.

Abstract – In this paper presents a new approach to architecture and urban design that allows increasing the energy efficiency of buildings or groups of building that are built close to each other. The goal is to maximize the influence of sunlight on objects, with the shadow minimization of each object. The problem is solved by PSO algorithm, modified PSO algorithm and niche PSO algorithm. Niche PSO algorithm is optimization procedure that allows to find a large number of local optima. The effectiveness of the PSO algorithm in solving the problem of organization structures within a limited area was demonstrated on several examples.

Ključne reči: Energetska efikasnost, PSO algoritam, Algoritam sa nišama,

1. UVOD

Poslednjih decenija dosta se ulaže u razvoj eko tehnologija u gotovo svim oblastima. Teži se racionalnoj potrošnji energije i povećavanju energetske efikasnosti objekata. Zgrade su najveći pojedinačni potrošač energije, sa tendencijom porasta u skladu sa porastom stanovništva. Upravo zato, energetska efikasnost u zgradarstvu jeste oblast koja ima najveći potencijal za smanjenje potrošnje energije. Uspostavljanje mehanizama koji će da obezbede trajno smanjenje potrošnje energije u novim zgradama (novi načini projektovanja; korišćenje novih materijala) i pravilno rekonstruisanje postojećih zgrada, jeste glavni cilj energetske efikasnosti u zgradarstvu. Širom sveta se razvijaju strategije i tehnike za preradu solarne energije. Jedan od vidova proizvodnje električne energije je putem fotonaponskih panela. Ušteda energije u objektima vrši se

i maksimalnim iskorištavanjem prirodne svetlosti kao i toplotne energije sunca.

Može se zaključiti da je insolacija važan činilac urbanističkog planiranja naselja, koga treba iskoristiti adekvatno i zimi i leti. Pravilna orijentacija objekta predstavlja važan preduslov za korišćenje sunčeve energije u cilju smanjenja energetske potreba zgrade, korišćenje maksimalne solarne insolacije zimi i svođenje pregrevanja leti na minimum. Pravilnom orijentacijom i rastojanjem između objekata postižu se povoljniji uslovi osunčanosti u okviru istih klimatskih uslova.

Zbog svega navedenog javila se ideja za korišćenje optimizacionih algoritama na organizaciju objekata kvadar oblika unutar ograničenog prostora s ciljem da se objekti što manje međusobno zasenjuju. U svetu su sprovedena brojna slična istraživanja i pilot projekti na ovu temu [1].

Rešenje koje je predstavljeno u ovom radu zasniva se na upotrebi algoritma roja čestica (PSO algoritam- *Particle Swarm Optimization*). PSO algoritam prvi su predložili Kenedi i Eberhart 1995. godine [3]. Njihovo istraživanje je prvo bilo namenjeno za simulaciju društveno uslovljenog ponašanja ptica prilikom kretanja u jatima. Algoritma je potom pojednostavljen i uočeno je da je u mogućnosti da obavlja optimizaciju i pretragu multidimenzionalnih prostora rešenja. U poslednje dve decenije, PSO algoritam je primenjen u rešavanju niza tehničkih problema. Velika primena uslova je i obimna teorijska istraživanja, te danas poznajemo veliki broj varijanti i modifikacija osnovnog PSO algoritma.

Među tim modifikacijama istakle su se algoritam sa vremenski promenljivim koeficijentom ubrzanja TVAC PSO [4], algoritam zasnovan na konvergenciji postupka CR-PSO [5], kao i uopšteni PSO algoritam sa parametrima zasnovanim na teoriji upravljanja GPSO [7].

Pored navedenih algoritama, u ovom radu akcenat je stavljen i na algoritam zasnovan na modifikacijama topologije roja čestica koje su uslovile izmenu vrednosti kriterijuma optimalnosti u cilju pronalaženja većeg broja optimuma, u literaturi poznat kao PSO algoritam sa nišama [8]. Ovaj algoritam je u mogućnosti da pronade više globalnih i lokalnih optimuma.

2. OPIS PROBLEMA

U ovom radu fokus je usmeren na organizaciju objekata unutar određene parcele kao odgovor na solarna ograničenja, gde zbog svih prethodno navedenih predosti solarne energije želimo maksimizirati solarnu dobit i povećati energetske efikasnosti objekata.

Potrebno je bilo analizirati zakone po kojima nastaje i kreće se senka, kao i organizovati objekte unutar parcele a

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milan Rapajić, docent.

da se što manje zasenjuju. Pri tome dimenzije parcela su unapred zadate, kao i broj i dimenzije objekata. Posmatrani su objekti pojednostavljenog, kvadar oblika.

2.1. Senka

Senka predmeta ili bića je oblast na nekoj površini do koje svetlost iz nekog izvora ne može da prođe od tog predmeta odnosno bića, te se manifestuje tamnijom bojom od ostatka te oblasti koja je slobodno obasjana. Na taj način senka je uvek istog oblika kao predmet koji blokira svetlost, ali kao obrnuta projekcija, osim u slučaju da je obasjana oblast neravna. Ako se na osenčanoj oblasti nalazi neka prepreka u vidu ravni ili drugog objekta, dolazi do prenošenja senke na taj drugi objekat.

Senka zavisi od maksimalnog ugla elevacije u solarnom podnevu za šta je uvedena oznaka $v_0 \in (0,1)$. S toga vektor smera sunca može se opisati sledećom jednačinom:

$$v_{sun}(t) = (v(t) \cos(\pi - t), v(t) \sin(\pi - t), -v_0 \sin(\pi - t)), \quad (1)$$

$$v(t) = \sqrt{1 - v_0^2 \sin^2(\pi - t)} \quad (2)$$

Snaga sunca varira u različitim periodima dana po sledećem zakonu:

$$\rho(t) = \rho_0 \sin(\pi - t), \quad (3)$$

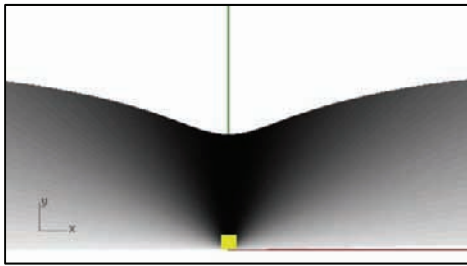
gde je ρ_0 koeficijent osunčanosti.

Prema tome, ukoliko imamo štap visine h_0 , čija je pozicija u koordinatnom sistemu $(x_0, y_0, 0)$, tada će se koordinate njegove senke u $x - y$ ravni u trenutku t računati po formuli:

$$x = x_0 + \frac{h_0}{v_0} v(t) \operatorname{ctg}(\pi - t) \quad (4)$$

$$y = y_0 + \frac{h_0}{v_0} v(t) \quad (5)$$

Senka štapa u toku dana bi izgledala kao na Sliku 1



Slika 1 Senka štapa u toku dana

2.2. Čestice i prostor pretrage

Prostor pretrage je oblast na koju treba da se rasporede zgrade. To je dvodimenzionalni prostor. Jedinka se sastoji od tri dela, to je broj koji opisuje koliko zgrada treba da se rasporede, šema koja opisuje kako su zgrade raspoređene i informacije o zgradama. Svaka zgrada je opisana sa pozicijom, visinom, širinom i dužinom. Radi jednostavnosti, dimenzije objekta su obilježene sa dva radijusa R i r , visina h , i pozicija pomoću x, y, z koordinata, a dimenzije lokacije sa $L1$ (širina) i $L2$ (dužina). Dakle, jedinka je predstavljena kao niz u sledećem obliku:

$$\xi = (n, L1, L2, B_1, \dots, B_n) \quad (6)$$

U jednačini (6) n označava broj objekata, a $B_1, B_2, \dots, B_n$ su parametri svakog objekta, koji imaju oblik:

$$B_k = (x_k, y_k, z_k, h_k, R_k, r_k) \quad (7)$$

Naš zadatak je da odredimo koordinate x i y , dok su ostali parametri poznati. Njihova vrednost je ograničena dimenzijama prostora unutar koga se objekti raspoređuju i treba da se kreće u intervalu $[-L_1/2, L_1/2]$ za x i $[-L_2/2, L_2/2]$ za y koordinatu.

2.3. Kriterijum optimalnosti

Posmatramo zgradu sa koordinatama centralne pozicije (x_0, y_0, z_0) , visinom h_0 , širinom R_0 i dužinom r_0 , u fiksnom trenutku t_0 . Da bi formirali senku zgrade definisali smo rub zgrade

$$\theta_0 = (x_0 - 0.5R_0, x_0 + 0.5R_0) \times (y_0, y_0 + r_0)$$

Potom smo primenili formule (4) i (5) na sve tačke duž ruba zgrade i na taj način odredili rub senke χ_{θ_0} kao funkciju od θ_0 . Ako se u oblasti senke koju pravi zgrada nalazi druga zgrada ξ sa visinom h_1 , centralnom pozicijom $(x_1, y_1, 0)$ širinom R_1 dužinom r_1 , treba da izračunamo koliko je druga zgrada osenčena.

Oblast druge zgrade koja je izložena senci definisana je:

$$D_1 = (x_1 - 0.5R_1, x_1 + 0.5R_1) \times (y_1, y_1 + h_1)$$

pa je senka koju prima druga zgrada od strane prve:

$$R_s(1,0) = \iint_{D_1} \chi_{\theta_0} \rho(t) dx dy \quad (8)$$

Stoga, ukupna senka tj. koliko se sve zgrade međusobno zasenjuju u jednom trenutku t , opisana je formulom:

$$R_s(\xi) = \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n \iint_{D_{(i)}} \chi_{\theta_{(i)}} \rho(t) dx dy \quad (9)$$

Kako mi pratimo kretanje senke tokom celog dana, tada se ukupna vrednost fitnes funkcije jedinke računa:

$$R_u(\xi) = \int_t R_s(\xi) dt \quad (10)$$

pri čemu t opisuje kretanje sunca u toku dana i uzima vrednosti iz interval $(0, \pi)$.

Sada je jasno da je problem optimizacije:

- pronaći jedinku ξ takvu da je
- minimalno $R_u(\xi)$

Ovakva funkcija se naziva kriterijum optimalnosti, meta funkcija ili funkcija energije.

3. PSO ALGORITAM

PSO algoritam je moderna optimizaciona tehnika koja je našla svoju osnovu u interakcijama jata ptica i rojeva insekata.

3.1. Originalni PSO algoritam

Ovaj algoritam detaljno je opisan u literaturi [3]. On pretražuje prostor koristeći grupe koje su sastavljene od čestica. Skup čestica čini roj, što se poistovećuje sa populacijom u evolutivnoj terminologiji. Svaka čestica ima svoju poziciju i brzinu. Brzina predstavlja razliku između trenutne i prethodne pozicije. Čestica pamti svoju najbolju poziciju u toku istorije i svaki roj pamti najbolju globalnu poziciju. Osnovna ideja PSO algoritma je da se čestice kreću vođene najboljom ličnom pozicijom i najboljom globalnom, a u svakoj iteraciji izračunava se nova vrednost brzine kretanja i čestica se premešta u novu poziciju upotrebom sledećih izraza:

$$v[k+1] = w \cdot v[k] + cp \cdot rp[k] \cdot (p[k] - x[k]) + cg \cdot rg[k] \cdot (g[k] - x[k]) \quad (11)$$

$$x[k+1] = x[k] + v[k+1] \quad (12)$$

Parametri w , cp i cg predstavljaju inercionu, kognitivnu i socijalnu komponentu. Njihova vrednost se menjala s ciljem poboljšanja performansi zbog čega su nastale različite modifikacije PSO algoritma.

3.2 Modifikacije PSO algoritma

Inercioni faktor w karakteriše stabilnost. Ovaj faktora može uticati na način na koji čestice kreću po prostoru pretrage. Najčešća preporuka je da se vrednost faktora inercije menja linearno u opsegu od 0.9 na početku do 0.4 na završetku pretrage. Koeficijenti ubrzanja cp karakteriše stepen individualnosti jedinke, a veće vrednosti cg jači naglasak stavljaju na najbolje rešenje koje je čitav kolektiv do tada pronašao i time osigurava detaljnije istraživanje okoline tog rešenja. Ratnavjer i saradnici [4] su predložili da se kognitivni koeficijent cp kreće u intervalu [2.5, 0.5], a cg povećava u intervalu [0.5, 2.5]. Ova varijanta algoritma poznata je kao TVAC PSO.

Pored ove modifikacije izvornog PSO algoritma poznat je i PSO algoritam sa parametrima zasnovanim na konvergenciji postupka CR-PSO, koji analizira konvergenciju postupka i na osnovu nje uvodi novi skup parametara (w , ξ , η) [5]

U radu je primenjivan i PSO algoritam sa parametrima zasnovanim na teoriji upravljanja GPSO koji je predstavljen u [7]. Autori ovog rada su poistovetili čestice roja sa dinamičkim sistemom drugog reda a potom analizirali njegovu stabilnost.

3.3 PSO algoritam sa nišama

Ovaj algoritam koristimo kada je ciljna funkcija nelinearna i ima više globalnih optimuma. Pretpostavimo da ta funkcija ima procenljivu količinu vrhova (optimuma), pri čemu svi vrhovi imaju minimalnu udaljenost između sebe, a mi želimo da pronađemo sve te vrhove.

Neka je P populacija sa česticama ξ_i , gde je i indeks čestice. Populacija se deli na niše, gde se sa j označava indeks niše. Neka je n_j veličina pod-populacije niše j , i neka je $f(\xi_i)$ vrednost kriterijumske funkcije. Pretpostavimo da su ξ_i , ξ_j dve čestice čije rastojanje možemo definisati sa:

$$d(\xi_i, \xi_j) = \text{Euklidsko rastojanje između } \xi_i, \xi_j \quad (13)$$

Za jednu nišu definišemo niša prečnik, tj maksimalno rastojanje između bilo kog para čestica koje pripadaju toj niši. Pa se niša oblast jedinke x_i može opisati sa:

$$m_i = \sum_{j=1}^N \text{share}(\sigma_0^{-1} d(\xi_i, \xi_j)), \quad (14)$$

gde je σ_0 prečnik niše, a funkcija $\text{share}(t)$ je striktno rastuća na intervalu [0,1], tako da važi

$$\text{share}(t) = \begin{cases} 1, & t \leq 0 \\ 1 - \phi(t), & t \in [0,1] \\ 0, & t \geq 1 \end{cases} \quad (15)$$

Sada možemo računati stepen pripadnosti čestice niši:

$$dm(\xi_i) = \begin{cases} \frac{m_i}{n_j}, & \text{ako se } \xi_i \text{ nalazi unutar niše } j \\ 1, & \text{ako se } \xi_i \text{ ne nalazi unutar niše } j \end{cases} \quad (16)$$

Zatim definišiti izmenjenu vrednost kriterijumske funkcije čestice i na sledeći način:

$$df(\xi_i) = \frac{f(\xi_i)}{dm(\xi_i)} \quad (17)$$

Razvoj populacije u praktičnom smislu bi izgledao tako što bi podelili populaciju u nekoliko pod-populacija dinamički. U prvom koraku PSO algoritam će se primeniti nad celom populacijom. Tada bi započeo proces evolucije. Kada se pronađe jedno optimalno rešenje nad celom populacijom ono se smesti u skup niša jezgara. Pri tome jezgro niše je najbolje rešenje koje je pronađeno unutar te niše, pa je skup niša jezgara zbirka optimalnih rešenja i niša. Zatim podesimo broj koliko želimo niša. Potom ponovo započnemo proces od nove postavke niša jezgra i podpopulacije. Ako neka čestica je unutar niša prečnika nekog od jezgara iz niša skupa, onda se njena fitness vrednost preračuna po formuli (17). Proces se nastavi dok se ne pronađe novo optimalno rešenje i ono se dodaje u skup jezgara ili se ukida ako ne zadovoljava neke unapred definisane uslove.

4. REZULTATI EKSPERIMENTA

U ovom poglavlju predstavimo neke eksperimentalne rezultate. Oni su nastali kao rezultat praktične primene optimizacionih algoritama na problem smanjenje međusobnog zasenjivanja objekata.

Eksperimenti su vršeni nad skupom od 21 zgrade. Odabrano je da prostor unutar kojeg zgrade treba da se rasporede bude dimenzije 1400m x 1000m. Korištene su različite šeme podešavanja parametara, Tabela 1.

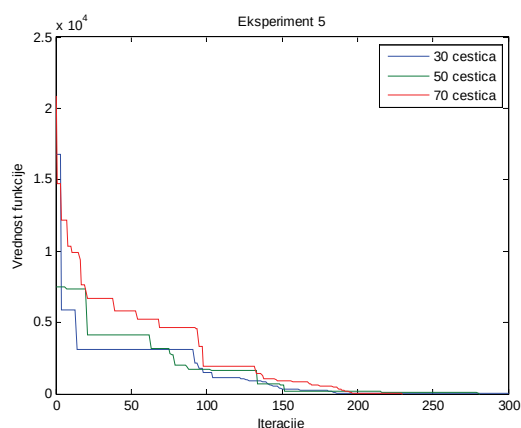
Tabela 1 Šema podešavanja parametra

Šema	Vrednosti parametara algoritma		
	w	cp	cg
TVACPSO	0.9→0.4	2.5→0.5	0.5→2.5
	w	ξ	η
CRPSO	0.9→0.4	0.5	1/ 2.5→2.5
	ρ	ζ	c
GPSO1	0.95→0.6	-0.9→0.2	0.8→0.2
GPSO2	0.95→0.6	-0.9→0.6	0.8→0.2

Pored različitih šema podešavanja parametara, menjan je i broj čestica unutar roja kao i broj iteracija izvršavanja postupka. Uočeno je da povećavanja broja čestica roja doprinosi bržoj konvergenciji postupka, kao i da povećavanje broja iteracija omogućava da se rešenje više približi globalnom optimumu. Najbolji rezultati dobijeni su primenom uopštenog PSO algoritma, tj. primenom GPSO2 šeme podešavanja parametara. Broj čestica roja na početku eksperimenta je bio 30, a potom je povećan na 50 i 70. Pretraga je obavljena u 300 iteracija. Dobijeni rezultati prikazani su u Tabela 2 i na Slika 2.

Tabela 2 Rezultati eksperimenta

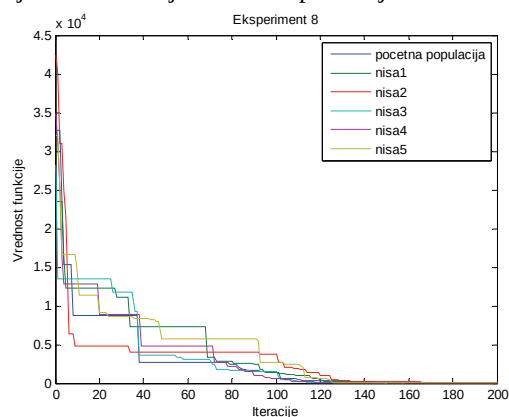
Br.čestica	Br.iteracija	Šema parametara	Vreme trajanja (sekunde)	Najbolji rezultat
30	300	GPSO2	11720	64.4989
50	300	GPSO2	18083	0
70	300	GPSO2	13432	0



Slika 2 Vrednost kriterijuma optimizacije tokom proračuna za šemu GPSO2

Ovaj postupak je jedini uspeo da pronađe jedan od globalnih optimuma, jer smo dobili da je vrednost kriterijuma optimalnost jednaka nuli.

U sledećim skupu eksperimentima vršeno je testiranje PSO algoritam sa nišama. Odabrano je da prostor unutar kojeg zgrade treba da se rasporede bude manji nego u prethodnim eksperimentima da bi ukazali na činkovitost postupka i njegove su dimenzije 1000m x 1000m. Odabrana je GPSO2 šema podešavanja parametara. Broj niša se menjao. Najbolji rezultati dobijeni su koristeći PSO algoritam sa 5 niša. Prečnik niše je postavljen tako da je maksimalno rastojanje između dve iste zgrade različitih čestica unutar jedne niše 250m. Ponašanje vrednosti kriterijumske funkcije kroz niše prikazuje Slika 3.

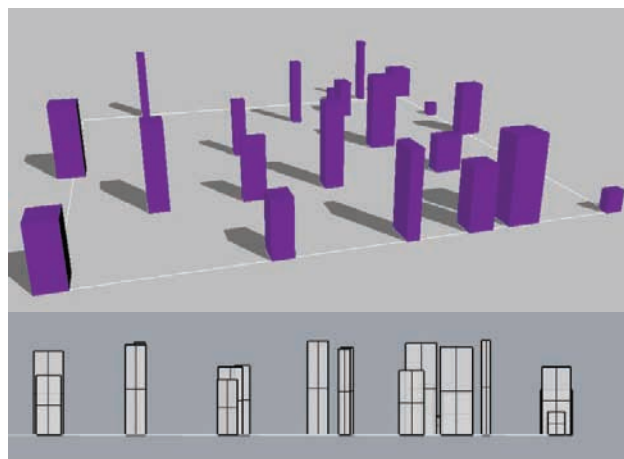


Slika 3 Vrednost kriterijuma optimizacije PSO algoritma sa nišama

A dobijeni su rezultati:

Br.niše	Najbolji rezultat	Vreme trajanja
0	52.84	13h 15min 2sec
1	0	
2	112.52	
3	0	
4	43.24	
5	65.15	

Uspešnost ovog testa se ogleda u pronalasku dva rešenja čija je vrednost kriterijuma optimalnosti 0, to su ujedno i globalni optimumi. I ostala dobijena rešenja su dobra, u smislu da je vrednost njihove kriterijumske funkcije mala. Jedna od konačnih šema rasporeda zgrada unutar ograničenog prostora prikazana je na Slika 4.



Slika 4 Raspored zgrada unutar parcele

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazan jedan od načina za rešavanje problema iskorišćenja energije sunčeve svetlosti i povećanja energetske efikasnosti u zgradarstvu. Pozicionirati objekte tako da tokom dana budu maksimalno osvetljeni i izloženi energiji sunca. To je ostvareno primenom optimizacionih algoritama koji su određivali pozicije objekata. Kriterijum optimalnosti korištenih algoritama je bila ukupna osenčenost zgrada u toku dana. U okviru rada predstavljena je originalna i modifikovane verzije PSO algoritma koji su primljeni na rešavanje pomenutog problema. Najbolje rezultate pokazao je uopšteni PSO algoritam. Kako problem organizacije zgrada može da ima više rešenja, primenjen je i PSO algoritam sa nišama koji je omogućio pronalaženje više dobrih rešenja.

4. LITERATURA

- [1] Hong Liu, Huichuan Duan Xiyu Liu, *Particle swarm optimization based on dynamic niche technolozg with applications to conceptual design*. Shandong: Advance in Engineering Software, 2007.
- [2] J., Eberhart, R.C Kennedy, *Particle Swarm Optimization*, Proc. of IEEE. Perth, Australia: Proc. of IEEE International Conference on Neural Networks, 27 Nov. -1 Dec. 1995.
- [3] A., Saman, K.H., Watson, H.C Ratnaweera, *Self-Organizing Hierarchical Particle Swarm Optimizer With Time-Varying Acceleration Coefficients*, IEEE Transactions on Evolutionary Computation.
- [4] M.R., Kanović, Ž. Rapačić, *Time-varying PSO - convergence analysis, convergence related parameterization and new parameter adjustment schemes*.: Information Processing Letters.
- [5] Ž., Rapačić, M., Jeličić, Z. Kanović, *Generalized Particle Swarm Optimization*.: Applied Mathematics and Computation.
- [6] A. Passaro, *Niching in Particle Swarm Optimization*. Universit'a di Pisa, 2007.

Kratka biografija:



Mirna Kapetina rođena je u Sarajevu 1988. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Sistemi automatskog upravljanja odbranila je 2012.god.

MAC PROTOKOL ZA BEŽIČNE SENZORSKE MREŽE SA LOKALNIM PRIKUPLJANJEM ENERGIJE**MAC PROTOCOLS FOR WIRELESS SENSOR NETWORKS WITH ENERGY HARVESTING**

Aleksandra Kos, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad se bavi analizom i dizajnom bežičnih senzorskih mreža - WSN (Wireless Sensor Networks) sa uređajima za lokalno prikupljanje energije – EH uređajima (Energy Harvesting), sa naglaskom na konvencionalne MAC (Media Access Control) protokole, odnosno na klasičan TDMA (Time Division Multiple Access), uramljeni ALOHA protokol – FA (Framed ALOHA) i dinamični uramljeni ALOHA protokol – DFA (Dynamic Framed ALOHA), kao i računanje performansi trade off-a i pitanja dizajna koja proizlaze zbog lokalnog prikupljanja energije. Analiza je zasnovana na metrici verovatnoće isporuke, koja je uvedena kako bi merila sposobnost MAC protokola za dostavu merenja bilo kojeg senzora u namenjeno odredište ili centar fuzije FC (Fusion Center). Međusobni uticaj između efikasnosti isporuke i vremenske efikasnosti analiziran je pomoću Markovljevih modela. Numerički rezultati su potvrdili analizu i naglasili ključnu važnost računanja verovatnoće isporuke i vremenske efikasnosti.

Abstract – This paper addresses the analysis and design of WSNs with EH devices by focusing on conventional MAC protocols, namely TDMA, framed ALOHA (FA) and dynamic FA (DFA), and by accounting for the performance trade-offs and design issues arising due to energy harvesting. The analysis is based on the delivery probability metric, that was introduced to measure the ability of MAC protocols to deliver measurement of any sensor in the intended destination or fusion center FC. The interplay between delivery efficiency and time efficiency, is investigated analytically using Markov models. Numerical results validate the analysis and emphasize the critical importance of accounting for both delivery probability and time efficiency.

Ključne reči: bežične senzorske mreže, lokalno prikupljanje energije, MAC protokoli

1. UVOD

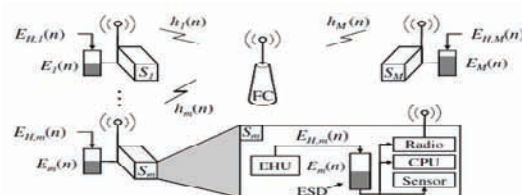
Skorašnja istraživanja u tehnologiji energetske eksploatacije omogućavaju dizajn samoodrživih uređaja dizajniranih da sakupe deo ili svu potrebnu energiju iz okruženja. Uređaji za prikupljanje energije otvaraju novo pitanje dizajna koje je drugačije nego kod baterijski napajanih uređaja gde glavnu brigu predstavlja vreme života mreže. Prikupljanje energije potencijalno omogu-

ćava večni rad mreže, ali to možda neće garantovati kratkoročne aktivnosti zbog privremene nestašice energenata, pa zahteva razvoj tehnologije upravljanja energijom prilagođene dinamici prikupljanja energije. Razvoj ovih tehnologija na nivou više uređaja za prikupljanje energije koji komuniciraju međusobno predstavlja motiv ovog rada. Fokus rada je na razmatranju sistemskog nivoa mreža koje rade sa uređajima za prikupljanje energije, adresiranjem analize i dizajna MAC protokola za single hop bežične senzorske mreže, gde centar fuzije sakuplja podatke od senzora u okolini. Cilj je ispitati kako na performanse i dizajn MAC protokola koji su do sada korišćeni u bežičnim senzorskim mrežama utiče različita energetska dostupnost u EH uređajima.

U ovom radu razmatra se dizajn i analiza TDMA, FA i DFA protokola u svetlu novih izazova predstavljenih uređajima za prikupljanje energije. Predstavljeno je merenje performansi sistema u uslovima trade off-a između verovatnoće isporuke, i vremena efikasnosti. Zatim se uvodi analitički okvir da bi se pristupilo performansama trade off-a, obrađuju se kritična pitanja u ALOHA protokolima za procenu broja senzora koji učestvuju u transmisiji. Konačno, predstavlja se brojna simulacija da bi se dobio uvid u trade off MAC protokol dizajna ali i da se proceni analitičko izvođenje.

2. SISTEMSKI MODEL

U ovom radu razmatrane su bežične senzorske mreže koje prenose podatke u jednom skoku gde je centar fuzije okružen sa M senzora označenih kao $S_1, S_2, \dots, S_M$ (Slika 1).



Slika 1 Bežična senzorska mreža

Svaki senzor je opremljen sa uređajem za prikupljanje energije i uređajem za skladištenje energije ESD (Energy Harvesting Device). Centar fuzije prikuplja rezultate merenja sa senzora preko periodične tzv. "inventarne runde" IR (Inventory Round), jednom svakih T_{int} sekundi. Svaka IR je startovana od strane centra fuzije emitovanjem inicijalne upitne komande (Q), koja omogućava sinhronizaciju senzora i daje instrukcije kako se pristupa kanalu. Vreme je podeljeno u slotove, gde svaki slot traje T_s . U svakoj IR, svaki senzor šalje novo merenje sa verovatnoćom α , nezavisno od ostalih senzora i prethodnih IR. Ako je novo merenje dostupno, senzor će obavezno pokušavati to merenje da uspešno prijavi na

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Dragana Bajić.

odredište sve dok ima dovoljno energije u svom skladištu. Svako merenje predstavlja informacione podatke paketa (*payload*), čiji prenos staje u jedan slot. Emitovanje senzora u toku svake *IR* je organizovano u ramove, gde se svaki ram sastoji od određenog broja slotova. Zavisno od izabranog MAC protokola, svaki senzor koji treba (i može) da emituje bira jedan slot za prenos u ramu ili mu se dodeli neki slot.

2.1. Model interferencije

Pretpostavlja se da je kanalni dobitak $h_m(n)$ konstantan tokom cele *IR* ali da ga ometa slučajan, nezavisan i jednako distribuiran feding, sa funkcijom gustine verovatnoće $f_h(\cdot)$ koja je normalizovana tako da je očekivanje $E[h_m(n)] = 1$, za svako n, m .

U prisustvu istovremenih transmisija u istom slotu tokom k -tog rama n -te *IR*, odredište ispravno prima podatke senzora S_m ako i samo ako je odnos signal interferencija (*SIR*) $\gamma_{m,k}(n)$ veći od datog praga γ_{th} , odnosno ako je zadovoljena relacija:

$$\gamma_{m,k}(n) = \frac{h_m(n)}{\sum_{l \in I_{m,k}(n)} h_l(n)} \geq \gamma_{th}, \quad (1)$$

gde $I_{m,k}(n)$ označava skup senzora koji prenose u istom slotu izabranom od S_m u ramu k i n -toj *IR*.

Prema modelu interferencije svaki slot može biti:

- o *Pod kolizijom* – kada ga bira više od jednog senzora ali nijedan od njih ne prenosi uspešno.
 - o *Uspešan* – kada senzor prenosi uspešno, eventualno i u prisustvu drugih (interferirajućih) korisnika.
 - o *Prazan* – kada nije izabran od strane bilo kog senzora.
- Uspešan prenos u prisustvu interferirajućih korisnika u istom slotu se često naziva *efekat hvatanja*.

2.2. Uređaj za skladištenje energije i model potrošnje

Smatra se da je uređaj za skladištenje energije diskretan sa $(N+1)$ energetskih nivoa u skupu $E = \{0, \delta, 2\delta, \dots, N\delta\}$, gdje δ predstavlja *energetsku jedinicu*. Uskladištena energija $E_m(n)$ na početku n -te *IR* je slučajna promenljiva koja je rezultat procesa prikupljanja i potrošnje energije senzora preko *IR*. Pretpostavlja se da svaki put kad senzor šalje paket on troši energiju ε koju računa za potrošenu energiju na prijemu upita, transmisiji i prijemu odgovora, *ACK* ili *NACK* paketa, od odredišta.

Na početku svake *IR*, senzor sa novim merenjima za slanje može učestvovati u trenutnoj *IR* jedino ako je nivo energije u skladištu najmanje ε . Neka $\varepsilon_\delta = \varepsilon/\delta$ bude broj energetskih jedinica δ potrebnih za transmisiju, gde se pretpostavlja da je ε_δ ceo broj bez gubitka na opštosti. Neka $F_\varepsilon = N\delta/\varepsilon = N/\varepsilon_\delta$ bude normalizovani kapacitet uređaja za skladištenje energije, za koji se pretpostavlja da je neki celi broj koji pokazuje maksimalni broj (re)transmisija sa punim skladištem.

2.3. Model prikupljanja energije

Tokom vremena T_{int} između n -te i $(n+1)$ *IR* senzor S_m prikupi energiju $E_{H,m}(n)$, koja je modelovana kao slučajna diskretna promenljiva, nezavisno i identično distribuirana tokom *IR* i senzora, sa funkcijom raspodela verovatnoća $q_i = Pr[E_{H,m}(n) = i\delta]$, sa $i \in \{0, 1, 2, \dots\}$. Dinamika prikupljanja energije je mnogo sporija nego trajanje *IR*, tako da se količina prikupljene energije u okviru može smatrati zanemarljivo mala u odnosu na ε . Dakle, jedina energija koju senzor može koristiti tokom *IR* je inicijalna energija dostupna na početku *IR* ($E_m(n)$).

3. MAC METRIČKE PERFORMANSE

3.1. MAC performanse

Verovatnoća isporuke $p_d(n)$ meri sposobnost MAC protokola da uspešno isporuči paket:

$$p_d(n) = P_r \left[\begin{array}{l} S_m \text{ uspešno prenosi u } n - \text{toj } IR / S_m \\ \text{ima novo merenje u } n - \text{toj } IR \end{array} \right]. \quad (2)$$

Asimptotska verovatnoća isporuke je dobijena tako što su uzete granice $p_d(n)$ za velike *IR* indeksa n , kao:

$$p_d^{AS} = \lim_{n \rightarrow \infty} p_d(n). \quad (3)$$

Vreme efikasnosti $p_t(n)$ meri verovatnoću da je neki slot lociran u okviru n -te *IR* uspešno korišćen:

$$p_t(n) = P_r \left[\begin{array}{l} \text{FC je ispravno primio paket u} \\ \text{svakom slotu } n - \text{te } IR \end{array} \right] \quad (4)$$

Asimptotsko vreme efikasnosti se određuje kao:

$$p_t^{AS} = \lim_{n \rightarrow \infty} p_t(n). \quad (5)$$

3.2. MAC protokol

TDMA: Vreme se deli na ramove fiksne dužine, koji se dele na fiksni broj vremenskih slotova. Pojedini slotovi se ekskluzivno dodeljuju jednom čvoru, periodično u svakom ramu. Potrebna je sinhronizacija čvorova da bi se izbeglo preklapanje susednih slotova. Svaka *IR* se sastoji od jednog rama sa M slotova i ima fiksno trajanje $T_{IR}^{TD} = MT_s$. S obzirom da je *TDMA* oslobođen komunikacionih grešaka njegova verovatnoća isporuke $p_d(n)$ je ograničena raspoloživom energijom.

FA i *DFA*: Prvo se objašnjava *DFA* protokol iz razloga što je *FA* protokol specijalni slučaj *DFA* bez sposobnosti retransmisije. U prvom ramu, svi aktivni senzori biraju slot preko kog će da vrše prenos. Svi korisnici koji uspešno pošalju paket u prvom ramu prelaze u neaktivno stanje sve do kraja tekuće *IR*, dok ostali senzori nastavljaju da pokušavaju da pošalju paket u sledećem ramu istim mehanizmom. Ako dva ili više senzora izaberu isti slot za slanje svi senzori će detektovati koliziju.

Zaostatak $B_k(n)$ k -tog rama je grupa sačinjena od svih senzora koji zadovoljavaju sledeća tri uslova:

- o imaju novo merenje spremno za slanje u n -toj *IR*;
 - o u prethodnom $(k-1)$ ramu su neuspešno slali. Ovaj uslov se ne odnosi na ram $k=1$;
 - o imaju dovoljno energije za transmisiju u k -tom ramu.
- Ako je veličina zaostatka B , verovatnoća $\beta(j, B, L)$ da $j \leq B$ senzora emituje u istom slotu u ramu dužine L je:

$$\beta(j, B, L) = \binom{B}{j} \left(\frac{1}{L} \right)^j \left(1 - \frac{1}{L} \right)^{B-j}. \quad (6)$$

Konačno, *FA* je specijalni slučaj *DFA* gde je samo jedan ram dodeljen za retransmisiju paketa izgubljenih zbog kolizije.

4. ANALIZA METRIKE MAC PERFORMANSI

Ova analiza je zasnovana na dve jednostavne pretpostavke:

A.1 Poznati zaostatak: odredište zna veličinu zaostatka $B_k(n) = |B_k(n)|$ pre svakog k -tog rama;

A.2 Veliki zaostatak: veličina zaostatka $B_k(n)$, u svakoj n -toj *IR* i svakom ramu k veličine $L_k(n) = \lceil \rho B_k(n) \rceil$, je dovoljno velika da se verovatnoća $\beta(j, B, L)$ može aproksimirati Poasonovom raspodelom:

$$\beta(j, B_k(n), L_k(n)) \cong \frac{e^{-\rho} \rho^j}{j!}. \quad (7)$$

Na osnovu **A.1** može se proceniti zaostatak od strane odredišta. Pretpostavka **A.2** čini verovatnoću

$\beta(j, B_k(n), L_k(n))$ zavisnom samo o odnosu ρ između ramova dužine $L_k(n)$ i veličine zaostatka.

4.1. Verovatnoća isporuke

Verovatnoća isporuke za TDMA: Pod uslovom da korisnik S_m ima novi paket za slanje, verovatnoća isporuke svodi se na:

$$p_d^{TD} = P_r[E_m \geq \epsilon] = G_E^{TD}(\epsilon), \quad (8)$$

koja zavisi od $G_E^{TD}(\cdot)$ i uskladištene energije senzora na početku posmatrane IR.

Verovatnoća isporuke za FA: Verovatnoća da senzor S_m uspešno pošalje paket u izabranom slotu je data kao:

$$p_c(j) = P_r[h_m \geq \gamma_{th} \sum_{l=1}^j h_l], \quad (9)$$

gde se, bez gubitka u opštosti, pretpostavlja da je $\tau_{m,1} = \{S_1, \dots, S_j\}$. Pod pretpostavkom velikog zaostatka A.2, verovatnoća da postoji j interferirajućih korisnika je data Poasonovom raspodelom pa se безусловna verovatnoća p_c da S_m uhvati izabrani slot može aproksimirati kao:

$$p_c \cong e^{-\frac{1}{\rho}} \sum_{j=0}^{\infty} \frac{1}{p!j!} p_c(j). \quad (10)$$

Pod pretpostavkom A.2 uspešna transmisija je nezavisna od energetskog nivoa u skladištu pa verovatnoća isporuke može da se izračuna kao proizvod verovatnoće $G_E^{FA}(\epsilon) = P_r[E_m \geq \epsilon]$, da je senzor S_m imao dovoljno energije da izvrši slanje, i verovatnoće p_c kao:

$$p_d^{FA} \cong G_E^{FA}(\epsilon) e^{-\frac{1}{\rho}} \sum_{j=0}^{\infty} \frac{1}{p!j!} p_c(j). \quad (11)$$

Verovatnoća isporuke za DFA: DFA protokol je sastavljen od nekoliko instanci FA protokola, po jedna instanca za svaki k -ti ram trenutne IR. Kako DFA dopušta retransmisiju potrebno je izračunati verovatnoću $p_{c,k}(j)$ da svaki senzor aktivan tokom k -tog rama uspešno izvrši slanje u izabranom slotu. Uzima se da je $|I_{m,k}| = j$ korisnika koji šalju u istom slotu. Obzirom da je računanje verovatnoće isporuke jako komplikovano, pretpostavka A.2 uvodi neke olakšice.

Konkretno, korelacija između kanalnog dobitka se može zanemariti. Pod pretpostavkom nezavisnosti između kanalnih dobitaka u svakom ramu, računanje $p_{c,k}(j)$ zahteva jedino da se oceni kanalni dobitak $f_h^{(k)}(\cdot)$ u k -tom ramu za svakog korisnika u B_k , što je isto za sve korisnike po simetriji. Neka je $\tilde{h}_m^{(k)}$ za $m \in \{1, \dots, M\}$ i $k \in \{1, \dots, F_E\}$ slučajna promenljiva sa $f_h^{(k)}(\cdot)$ nezavisna od m , gde $\tilde{h}_m^{(1)} = h_m$. Uslovne verovatnoće $p_{c,k}(j)$ se mogu aproksimirati kao:

$$p_{c,k}(j) \cong P_r[\tilde{h}_m^{(k)} \geq \gamma_{th} \sum_{l=1}^j \tilde{h}_l^{(k)}], \quad (12)$$

za svako $m \notin \{1, \dots, j\}$. Korišćenjem Poasonove aproksimacije slično kao aproksimacija p_c , uslovna verovatnoća da bilo koji korisnik iz zaostatka uspešno emituje u izabranom slotu k -tog rama je:

$$p_{c,k} \cong e^{-\frac{1}{\rho}} \sum_{j=0}^{\infty} \frac{1}{p!j!} p_{c,k}(j). \quad (13)$$

Ako se izračuna verovatnoća da u k -tom ramu ima dovoljno energije za slanje kao: $G_E^{DFA}(k\epsilon) = P_r[E_m \geq k\epsilon]$, DFA verovatnoća isporuke pod pretpostavkom A.2 je:

$$p_d^{DFA} \cong \sum_{k=1}^{F_x} G_E^{DFA}(k\epsilon) p_{c,k} \prod_{i=1}^{k-1} (1 - p_{c,i}). \quad (14)$$

4.2. Vreme efikasnosti

Vreme efikasnosti za TDMA: Neka M_m bude događaj koji ukazuje na to da korisnik S_m ima novo merenje da prijavi u trenutnoj IR, sa verovatnoćom $P_r[M_m] = \alpha$, tada je vreme efikasnosti dato kao verovatnoća da m -ti korisnik ima dovoljno energije i paket za slanje:

$$p_t^{TD} = P_r[E_m \geq \epsilon, M_m] = P_r[E_m \geq \epsilon] P_r[M_m] = \alpha G_E^{TD}(\epsilon). \quad (15)$$

Vreme efikasnosti za FA: Verovatnoća da je slot, slučajno izabran od j korisnika, uspešno korišćen od bilo kojeg od j korisnika je data kao $j p_c(j-1)$, gde je $p_c(j-1)$ безусловna verovatnoća da korisnik uhvati slobodan slot imajući u vidu da svaki korisnik ima $(j-1)$ -og interferirajućeg korisnika. Verovatnoća da tačno j

korisnika izabere isti slot je $\frac{e^{-\frac{1}{\rho}}}{p!j!}$, pa sumiranjem po broju istovremenih transmisija j korisnika dobijamo:

$$p_t^{FA} \cong e^{-\frac{1}{\rho}} \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{p!j!} j p_c(j-1) = e^{-\frac{1}{\rho}} \sum_{j=0}^{\infty} \frac{1}{p!(j+1)!} j p_c(j). \quad (16)$$

Vreme efikasnosti za DFA: Vreme efikasnosti DFA p_t^{DFA} sledi iz FA vremena efikasnosti računanjem na prisustvo više ramova u jednoj IR. S obzirom da je vreme efikasnosti definisano prema više ramova prvo se računa vreme efikasnosti za k -ti ram:

$$p_{t,k}^{DFA} \cong e^{-\frac{1}{\rho}} \sum_{j=0}^{\infty} \frac{1}{p!(j+1)!} p_{c,k}(j). \quad (17)$$

Slučajna dužina rama L_k je jako dobro prezentovana sa srednjom vrednosti $L_k \cong E[L_k] = \rho E[B_k]$ pa izraz za vreme efikasnosti DFA postaje:

$$p_t^{DFA} \cong \frac{\sum_{k=1}^{F_k} p_{t,k}^{DFA} E[B_k]}{\sum_{k=1}^{F_k} E[B_k]}, \quad (18)$$

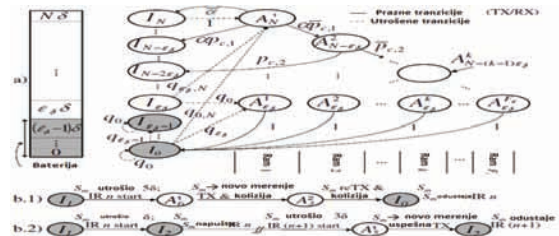
gde se prosečna veličina zaostatka u ramu k može izračunati kao:

$$E[B_k] = M \alpha G_E^{DFA}(k\epsilon) \prod_{i=1}^{k-1} (1 - p_{c,i}). \quad (19)$$

$M\alpha$ je prosečan broj korisnika sa prijavljenim novim merenjem u trenutnoj IR, $G(k, \epsilon)$ je verovatnoća da se $k\epsilon$ energetskih jedinica nalazi u skladištu na početku IR tako da dozvoljava k transmisija i $\prod_{i=1}^{k-1} (1 - p_{c,i})$ je verovatnoća da se desila kolizija u prvih $(k-1)$ ramova.

5. ENERGIJA PRIKUPLJENA U SKLADIŠTE

Razvijen je stohastički model baziran na diskretnom Markovljevom lancu koji se fokusira na pojedinačni senzor (Slika 2).



Slika 2 Markovljev lanac

5.1. Stanje senzora

Stanje senzora jedinstveno karakteriše:

- o Aktivnost senzora ili neiskorišćenost;
- o Količina energije u njegovom skladištu;
- o Indeks trenutnog rama ako je senzor aktivan.

Senzor je *aktivan* ako ima novi paket da dostavi do odredišta u trenutnoj IR i dovoljno energije za slanje u svom skladištu. Stanja u kojima je senzor aktivan (*stanje*

aktivnosti) su označeni kao A_j^k . Stanje u kom senzor miruje (stanje mirovanja) je označeno kao I_j i ono se jedino može okarakterisati preko broja $j \in \{0, \dots, N\}$ energetskih jedinica δ .

5.2. Diskretni Markovljev lanac

Funkcionisanje senzora tokom IR : kada senzor S_m nije uključen ni u jednu IR tada je u stanju mirovanja I_j , čeka novu IR . Kada počne nova IR , energija sačuvana u poslednjem intervalu T_{int} se dodaje, tako da, ako skladište nema dovoljno energije u sebi pravi prelaz $I_j \rightarrow A_l^1$ ka aktivnom stanju, sa $l \geq \varepsilon_\delta \geq j$. Inače, ako je nestašica energije onda pravi prelaz $I_j \rightarrow I_l$ kad drugom stanju mirovanja, sa $j \leq l < \varepsilon_\delta$. Ako senzor S_m ima dovoljno energije ostaje u stanju A_j^1 na početku IR jedino ako ima novi paket spreman za slanje, što se dešava sa verovatnoćom α . Umesto toga, verovatnoća da senzor prelazi u stanje mirovanja kao $A_j^1 \rightarrow I_j$ je $\alpha^- = 1 - \alpha$. Kolizija u ramu k se dešava sa verovatnoćom $p_{c,k}^- = 1 - p_{c,k}$. Uspesna transmisija u ramu k sa verovatnoćom $p_{c,k}$ vodi do prelaska $A_j^k \rightarrow I_{j-\varepsilon_\delta}$. Verovatnoće tranzicije su definisane kao:

$$q_{j,N} = P_r[E_{H,m} \geq (N-j)\delta] = 1 - \sum_{i=0}^{N-j-1} q_i. \quad (20)$$

Kada je $q_0 > 0$, $q_1 > 0$ i $p_{c,k} > 0$ za $k \in \{1, \dots, F_\varepsilon\}$ diskretni Markovljev lanac je nesvodljiv i aperiodičan a po definiciji i ergodičan. Dakle, ako je $q_1 > 0$, svako stanje u Markovljevom lancu može da se dostigne iz bilo kog drugog stanja sa nenultom verovatnoćom. S obzirom da je Markovljev lanac ergodičan, postoji jedinstveno stacionarno stanje sa verovatnoćom raspodele $\Phi = [\Phi_{I_0}, \dots, \Phi_{I_N}, \Phi_{A_{\varepsilon_\delta}^1}, \dots, \Phi_{A_N^{F_\varepsilon}}]$. Vektor Φ predstavlja raspodelu stacionarnih stanja u svakom diskretnom vremenskom trenutku perioda osluškivanja. Uslovna raspodela stanja Φ^- , data je kao:

$$\Phi_{I_j}^- = \frac{\Phi_{I_j}}{\sum_{i=1}^N \Phi_{I_i}}, \forall j \in \{0, \dots, N\} \text{ i } \Phi_{A_j^k}^- = 0 \text{ za sve } j, k. \quad (21)$$

Željena raspodela stanja na početku sledeće IR može da se dobije kao $\Phi^+ = \Phi^- \mathbf{P}$ gde je $\mathbf{P}$ matrica tranzicionih verovatnoća za diskretni Markovljev lanac. Jednom kada se dobije stanje mirovanja distribucije Φ^+ na početku neke IR , može se izračunati odgovarajuće stanje mirovanja distribucije $p_{E(n \rightarrow \infty)}(\cdot)$ mapiranjem Markovljevih stanja u energetske nivoe ε kao:

$$p_{E(n \rightarrow \infty)}(j) = \begin{cases} \Phi_{I_j}^+ & \text{za } j \in \{0, \dots, \varepsilon_\delta - 1\} \\ \Phi_{A_j^1}^+ & \text{za } j \in \{\varepsilon_\delta, \dots, N\} \end{cases} \quad (22)$$

Konačno, može se zaključiti da se analiza FA i TDMA može uraditi ograničavanjem aktivnih stanja na $A_{\varepsilon_\delta}^1, \dots, A_N^1$, jer se svaki senzor nakon transmisije vraća u stanje mirovanja, bez obzira na ishod prenosa.

6. PROCENA ZAOSTATKA

Procena zaostatka se vrši računanjem preplitanja procesa prikupljanja energije, efekta hvatanja i višestrukog pristupa. Optimalna procena je računarski nerešiva za veliki broj senzora. Zbog toga se predlaže algoritam procene u dva koraka male kompleksnosti, koji se radi u svakoj IR na sledeći način:

- o Odredište procenjuje veličinu inicijalnog zaostatka B_I na osnovu $G_E(\varepsilon)$ energije na početku trenutne IR ;

- o Procena zaostatka za sledeće ramove se radi na osnovu ishoda kanala i preostale energije u skladištu.

Pretpostavljena šema procene zaostatka radi sledeće:

$$\widehat{B}_k = \begin{cases} M\alpha G_E(\varepsilon) & \text{ako je } k = 1 \\ \widehat{C}_{k-1} G_E(k\varepsilon | (k-1)\varepsilon) & \text{ako je } k > 1 \end{cases} \quad (23)$$

Ovaj algoritam može da se primeni na bilo koju IR .

7. NUMERIČKI REZULTATI

Kao ilustracija opisane metodologije prikazani su rezultati iz [1].

7.1. MAC performanse Trade Off-a

Porede se analitičke performanse izvedene u delu 4 sa simuliranim situacijama za poznat i procenjen zaostatak. TDMA performanse jasno zavise od ρ , dok u FA i DFA ima vreme efikasnosti. Efekat smanjenja (povećanja) tempa prikupljanja μ_H na TDMA vreme efikasnosti je zbog većeg (manjeg) broja senzora koji su u energetskom nedostatku i čiji slotovi su neiskorišteni. Ovaj uticaj je zanemarljiv kod FA i DFA zbog njihove sposobnosti da dinamički prilagode veličinu rama pretpostavljenom zaostatku $\widehat{B}_k$. Velika sličnost između analitičkih i simuliranih rezultata potvrđuje ispravnost pretpostavki A.1 i A.2 i efikasnost algoritma procene zaostatka. Za razliku od vremena efikasnosti, TDMA uvek premašuje FA i DFA u smislu verovatnoće isporuke. Smanjenje SIR povećava verovatnoću da je odnos signal interferencija od svakog senzora koji se sudario iznad praga.

8. ZAKLJUČAK

Dizajn MAC protokola za bežične senzorske mreže koji podatke prenose u jednom skoku sa uređajima za lokalno prikupljanje energije nudi nove izazove kao zamjena za baterijsko napajanje senzora. Za situacije gde je vreme života mreže od ključne važnosti uređaji za lokalno prikupljanje energije predstavljaju skoro idealno rešenje, pa je fokus ovog rada upravo na mrežama sa ovim uređajima.

Cilj je bio ispitati kako na performanse i dizajn MAC protokola koji su do sada korišćeni, kao što su TDMA, FA i DFA, utiče različita energetska dostupnost u uređajima za prikupljanje enrgije. Analiziran je uticaj izabrane veličine rama kao i procene zaostatka na dizajn mreže.

Obimni numerički rezultati i diskusija potvrdili su predloženi numerički okvir i dali uvid u dizajn bežičnih mreža.

9. LITERATURA

- [1] F. Iannello, O. Simeone and U. Spagnolini, "Medium Access Control Protocol for Sensor Networks with Energy Harvesting" *IEEE Trans. on Comm.*, Vol. 60, pp. 1381-1389, May 2012.
- [2] F. Iannello, O. Simeone, P. Popovski and U. Spagnolini, "Energy Group-Based Dynamic Framed ALOHA for Wireless Networks with Energy Harvesting" *CISS 46th Annual Con. on Information Sciences and Systems*, Princeton USA, March 2012.
- [3] Energy harvesting, Wikipedia

Kratka biografija:

Aleksandra Kos rođena je u Prijedoru 1989. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranila je 2012.god.

MODELOVANJE, ISPITIVANJE I SIMULACIJA ŠESTOFAZNOG ASIMETRIČNOG ASINHRONOG MOTORA

MODELING, TESTING AND SIMULATIONS OF SIX PHASE ASYMMETRICAL INDUCTION MOTOR

Miloš Živanić, Dragan Milićević, Đura Oros, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad je posvećen modelovanju matematičkog modela šestofaznog asimetričnog asinhronog motora, kao i eksperimentalnom određivanju parametara ekvivalentne šeme. Takođe izvršena je i simulacija modela motora u programskom jeziku MatLab.

Abstract – This paper is dedicated to mathematical modeling of six phase asymmetrical induction motor, as well as the experimental identification of parameters of equivalent schemes. Also, the results of computer simulation of six phase asymmetrical motor model performed in programming language MatLab are given.

Ključne reči: model, simulacija, prazan hod, kratak spoj

1. UVOD

Višefazni motori se proučavaju više desetina godina unazad, ali poslednjih par godina interesovanje za njihovom upotrebom u savremenim pogonima je sve veće, što potvrđuju i mnogobrojne sesije na raznim konferencijama energetske elektronike. Višefazni motori imaju različitu primenu u elektromotornim pogonima, gde imaju više specifičnih prednosti (manje pulsiranje obrtnog momenta, veću pouzdanost sistema, bolju distribuciju snage po fazi...) u odnosu na trofazne motore.

Neke od najpogodnijih aplikacija višefaznih motora su u brodskom pogonu, vetrenjačama kao i u elektromotornoj vuči u lokomotivama i električnim automobilima, gde su glavne prednosti višefaznih motora njihove performanse za velike snage i veći stepen sigurnosti.

Ovaj rad je baziran na izučavanju šestofaznog asinhronog motora. Šestofazni asinhroni motori se najčešće izrađuju sa dva zvezdišta na statoru, pa se zbog toga još zovu i dupla trofazna mašina. Rotor je kaveznog oblika. Princip rada šestofaznog motora sličan je radu klasičnog trofaznog asinhronog motora s'tom razlikom što šestofazni motor je neophodno napojiti sa 6 napona. Napajanje dva zvezdišta šestofaznog motora se najčešće vrši tako što je fazni pomak između napona jednog zvezdišta u odnosu na drugo zvezdište 30 električnih stepeni, dok je fazni pomak između napona jednog zvezdišta 120 električnih stepeni. Izbegava se da fazni pomak između svakog faznog napona bude 60 električnih stepeni, jer se u suprotnom ne bi eliminisao šesti harmonik iz momenta mašine. Neutralne tačke zvezdišta mogu biti spojene jedna sa drugom ili razdvojene.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Đura Oros, docent.

2. MATEMATIČKI MODEL MAŠINE

Matematički model bilo koje električne mašine, pa tako i šestofaznog asinhronog asimetričnog motora, se može definisati kao skup diferencijalnih i algebarskih jednačina koje opisuju relevantna svojstva dinamičkog ponašanja modelovane mašine. Za simulaciju na računaru i analizu, diferencijalne jednačine se najčešće predstavljaju u obliku jednačina stanja. Promenljive stanja mogu biti fluksevi i brzina, čime se dobija fluksni model, ili struje i brzina (strujni model), ili neke struje i neki fluksevi (kombinovani modeli). Prilikom modelovanja modela biće prikazana dva pristupa modelovaja šestofaznog motora. Prvi pristup se bazira na teoriji dekompozicije prostornih vektora [2],[3],[4], dok je drugi pristup baziran na posmatranju mašine kao dvo statorske [1].

2.1. Model šestofaznog asimetričnog motora dobijen korišćenjem teorije dekompozicije prostornih vektora

Uz pomoć transformacione matrice kojom se transformiše originalni šesto-dimenzionalni prostor mašine u tri dvo-dimenzionalna ortogonalna podprostora (α, β), (μ_1, μ_2) i (z_1, z_2):

$$T_6 = k \cdot \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} & 0 \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & -1 \\ 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} & 0 \\ 0 & -\frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

2.1.1 Model asimetričnog motora u α - β potprostoru

Naponska jednačina statorskog kola u α - β potprostoru glasi :

$$\begin{bmatrix} u_{\alpha s} \\ u_{\beta s} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_s & 0 \\ 0 & R_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{\alpha s} \\ i_{\beta s} \end{bmatrix} + \frac{d}{dt} \left[\begin{bmatrix} L_{ls} + 3L_{ms} & 0 \\ 0 & L_{ls} + 3L_{ms} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{\alpha s} \\ i_{\beta s} \end{bmatrix} + 3L_{msr} \begin{bmatrix} \cos(\vartheta_r) & -\sin(\vartheta_r) \\ \sin(\vartheta_r) & \cos(\vartheta_r) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{\alpha r} \\ i_{\beta r} \end{bmatrix} \right] \quad (2)$$

Naponska jednačina rotorskog kola u α - β potprostoru glasi:

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_r & 0 \\ 0 & R_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{\alpha r} \\ i_{\beta r} \end{bmatrix} + \frac{d}{dt} \left[\begin{bmatrix} L_{lr} + 3L_{mr} & 0 \\ 0 & L_{lr} + 3L_{mr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{\alpha r} \\ i_{\beta r} \end{bmatrix} + 3L_{msr} \begin{bmatrix} \cos(\vartheta_r) & \sin(\vartheta_r) \\ -\sin(\vartheta_r) & \cos(\vartheta_r) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{\alpha s} \\ i_{\beta s} \end{bmatrix} \right] \quad (3)$$

Ukoliko se, kao kod trofaznih asinhronih mašina, rezultatna induktivnost magnetčenja označi kao:

$$M = 3 \cdot L_{ms} \quad (4)$$

Jednačina naponske ravnoteže statorskog i rotorskog kola glasi:

$$\begin{bmatrix} u_{\alpha s} \\ u_{\beta s} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_s & 0 & 0 & 0 \\ 0 & R_s & 0 & 0 \\ 0 & 0 & R_r & 0 \\ 0 & 0 & 0 & R_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{\alpha s} \\ i_{\beta s} \\ i_{\alpha r} \\ i_{\beta r} \end{bmatrix} + \frac{d}{dt} \left\{ \begin{bmatrix} L_s & 0 & M \cdot \cos(\vartheta_r) & -M \cdot \sin(\vartheta_r) \\ 0 & L_s & M \cdot \sin(\vartheta_r) & M \cdot \cos(\vartheta_r) \\ M \cdot \cos(\vartheta_r) & M \cdot \sin(\vartheta_r) & L_r & 0 \\ -M \cdot \sin(\vartheta_r) & M \cdot \cos(\vartheta_r) & 0 & L_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{\alpha s} \\ i_{\beta s} \\ i_{\alpha r} \\ i_{\beta r} \end{bmatrix} \right\} \quad (5)$$

gde je $L_s = L_{ls} + M$, $L_r = L_{lr} + M$ statorska odnosno rotorska induktivnost.

Fluksni obuhvati su definisani kao

$$\begin{bmatrix} \psi_{\alpha s} \\ \psi_{\beta s} \\ \psi_{\alpha r} \\ \psi_{\beta r} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_s & 0 & M \cdot \cos(\vartheta_r) & -M \cdot \sin(\vartheta_r) \\ 0 & L_s & M \cdot \sin(\vartheta_r) & M \cdot \cos(\vartheta_r) \\ M \cdot \cos(\vartheta_r) & M \cdot \sin(\vartheta_r) & L_r & 0 \\ -M \cdot \sin(\vartheta_r) & M \cdot \cos(\vartheta_r) & 0 & L_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{\alpha s} \\ i_{\beta s} \\ i_{\alpha r} \\ i_{\beta r} \end{bmatrix} = [L_{\alpha\beta}] \begin{bmatrix} i_{\alpha s} \\ i_{\beta s} \\ i_{\alpha r} \\ i_{\beta r} \end{bmatrix} \quad (6)$$

2.1.2. Model asimetričnog motora u μ_1 - μ_2 potprostoru

Model za ovaj potprostor može direktno da se napiše :

$$\begin{bmatrix} v_{\mu 1s} \\ v_{\mu 2s} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_s + L_{ls} \cdot \frac{d}{dt} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & R_s + L_{ls} \cdot \frac{d}{dt} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & R_r + L_{lr} \cdot \frac{d}{dt} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & R_r + L_{lr} \cdot \frac{d}{dt} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{\mu 1s} \\ i_{\mu 2s} \\ i_{\mu 1r} \\ i_{\mu 2r} \end{bmatrix} \quad (7)$$

2.1.3. Model asimetričnog motora u z_1 - z_2 potprostoru

Slično kao i za μ_1 - μ_2 potprostor, model motora u z_1 - z_2 potprostoru glasi:

$$\begin{bmatrix} v_{z1s} \\ v_{z2s} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_s + L_{ls} \cdot \frac{d}{dt} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & R_s + L_{ls} \cdot \frac{d}{dt} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & R_r + L_{lr} \cdot \frac{d}{dt} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & R_r + L_{lr} \cdot \frac{d}{dt} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{z1s} \\ i_{z2s} \\ i_{z1r} \\ i_{z2r} \end{bmatrix} \quad (8)$$

2.1.4. Matematički model šestofaznog asimetričnog motora u generalizovanom dq koordinatnom sistemu

Matematički modela šestofaznog asimetričnog motora, nakon primenjene transformacije obrtanja ima sledeći izgled u generalisanom dvofaznom dq području:

$$\begin{bmatrix} u_{ds} \\ u_{qs} \\ u_{dr} \\ u_{qr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_s + L_s \frac{d}{dt} & -\omega_g L_s & M \frac{d}{dt} & -\omega_g M \\ \omega_g L_s & R_s + L_s \frac{d}{dt} & \omega_g M & M \frac{d}{dt} \\ M \frac{d}{dt} & -(\omega_g - \omega_r) M & R_r + L_r \frac{d}{dt} & -(\omega_g - \omega_r) L_r \\ (\omega_g - \omega_r) M & M \frac{d}{dt} & (\omega_g - \omega_r) L_r & R_r + L_r \frac{d}{dt} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{ds} \\ i_{qs} \\ i_{dr} \\ i_{qr} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Navedeni model predstavljen u prostoru stanja, pri čemu su za promenljive stanja izaberu fluksevi, glasi:

$$\frac{d\psi_{ds}}{dt} = u_{ds} - R_s i_{ds} + \omega_g \psi_{qs}, \quad \frac{d\psi_{qs}}{dt} = u_{qs} - R_s i_{qs} - \omega_g \psi_{ds},$$

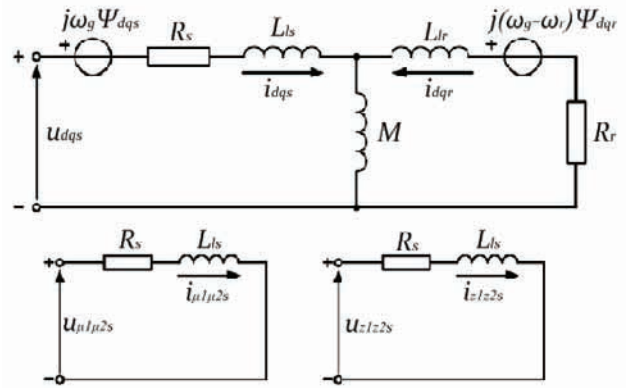
$$\frac{d\psi_{dr}}{dt} = u_{dr} - R_r i_{dr} + (\omega_g - \omega_r) \psi_{qr}, \quad \frac{d\psi_{qr}}{dt} = u_{qr} - R_r i_{qr} - (\omega_g - \omega_r) \psi_{dr} \quad (10)$$

Fluksni obuhvati su dati jednačinama:

$$\begin{aligned} \psi_{ds} &= L_s i_{ds} + M i_{dr} & \psi_{qs} &= L_s i_{qs} + M i_{qr} \\ \psi_{dr} &= L_r i_{dr} + M i_{ds} & \psi_{qr} &= L_r i_{qr} + M i_{qs} \end{aligned} \quad (11)$$

2.1.5. Ekvivalentno kolo šestofaznog asimetričnog motora u generalizovanom koordinatnom sistemu

Na slici 1. je predstavljena ekvivalentna šema šestofaznog asimetričnog motora u generalizovanom koordinatnom sistemu.



Slika 1. Ekvivalentna šema asimetričnog motora u generalizovanom koordinatnom sistemu

2.2. Model šestofaznog asimetričnog motora u prostoru stanja, dobijen korištenjem teorije o dvostatorskom pristupu u stacionarnom referentnom sistemu

Uvođenjem koeficijenta asimetrije k_R i k_L za statorsku otpornost i induktivnost, model u prostoru stanja se može zapisati kao :

$$\begin{aligned} \frac{d\bar{i}_{s1}}{dt} &= -\frac{R_s}{k_1} \cdot \left[1 + \frac{\sigma^{ds} \cdot L_s^{ds} - L_{ls}}{k_L \cdot L_{ls}} + \frac{\tau_s^{ds} \cdot (1 - \sigma^{ds})}{\tau_r} \right] \cdot \bar{i}_{s1} - \\ &- \frac{R_s}{k_1} \cdot \left[\frac{\tau_s^{ds} \cdot (1 - \sigma^{ds})}{\tau_r} - \frac{k_R \cdot (\sigma^{ds} \cdot L_s^{ds} - L_{ls})}{k_L \cdot L_{ls}} \right] \cdot \bar{i}_{s2} + \\ &+ \frac{1}{k_1} \cdot \frac{M^{ds}}{L_r^{ds}} \cdot \left(\frac{1}{\tau_r} - j\omega_r \right) \cdot \bar{\psi}_r + \frac{\sigma^{ds} \cdot L_s^{ds} + (k_L - 1)L_{ls}}{k_L \cdot L_{ls} \cdot k_1} \cdot \bar{u}_{s1} - \\ &- \frac{(\sigma^{ds} \cdot L_s^{ds} - L_{ls})}{k_L \cdot L_{ls} \cdot k_1} \cdot \bar{u}_{s2} \end{aligned} \quad (12)$$

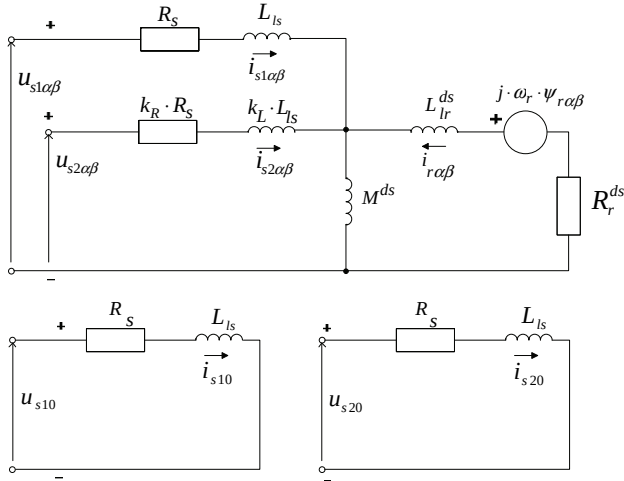
$$\begin{aligned} \frac{d\bar{i}_{s2}}{dt} &= -\frac{R_s}{k_2} \cdot \left[\frac{\tau_s^{ds} \cdot (1 - \sigma^{ds})}{\tau_r} - \frac{(\sigma^{ds} \cdot L_s^{ds} - L_{ls})}{L_{ls}} \right] \cdot \bar{i}_{s1} - \\ &- \frac{R_s}{k_2} \cdot \left[k_R + \frac{k_R (\sigma^{ds} \cdot L_s^{ds} - L_{ls})}{L_{ls}} + \frac{\tau_s^{ds} \cdot (1 - \sigma^{ds})}{\tau_r} \right] \cdot \bar{i}_{s2} + \\ &+ \frac{1}{k_2} \cdot \frac{M^{ds}}{L_r^{ds}} \cdot \left(\frac{1}{\tau_r} - j\omega_r \right) \cdot \bar{\psi}_r - \frac{(\sigma^{ds} \cdot L_s^{ds} - L_{ls})}{L_{ls} \cdot k_2} \cdot \bar{u}_{s1} + \\ &+ \frac{\sigma^{ds} \cdot L_s^{ds}}{L_{ls} \cdot k_2} \cdot \bar{u}_{s2} \end{aligned} \quad (13)$$

$$\frac{d\bar{\psi}_r}{dt} = \frac{M^{ds}}{\tau_r} \cdot \bar{i}_{s1} + \frac{M^{ds}}{\tau_r} \cdot \bar{i}_{s2} - \frac{1}{\tau_r} \cdot \bar{\psi}_r + j \cdot \omega \cdot \bar{\psi}_r \quad (14)$$

$$\frac{d\omega_r}{dt} = \frac{P}{2} \cdot (T_e - T_{opt} - D \cdot \omega_r) = \frac{P}{2} \cdot \left(\frac{3}{2} \cdot \frac{P}{L_r^{ds}} \cdot \overline{\psi_r} \times (\vec{i}_{s1} + \vec{i}_{s2}) - T_{opt} - D \cdot \omega_r \right) \quad (15)$$

gde je $k_1 = \frac{\sigma^{ds} \cdot L_s^{ds} + (k_L + 1)L_{ls}}{k_L}$, $k_2 = 2 \cdot \sigma^{ds} \cdot L_s^{ds} \cdot L_{ls} \cdot (k_L - 2)$.

Na slici 2. je predstavljena ekvivalentna šema dobijena teorijom o dvostatorskom pristupu.



Slika 2. Ekvivalentna šema asimetrične šestofazne asinhronne mašine sa dvostatorskim pristupom

3. EKSPERIMENTALNA IDENTIFIKACIJA PARAMETARA

Kao i kod svih primenjenih nauka, eksperimentalni aspekt rada je veoma važan, pa tako i u oblasti električnih mašina. On nam omogućava realizaciju istraživanja, ukazuje na probleme sa izvodljivošću i implementacijom, potvrđuje ili opovrgava teorisko istraživanje i donosi zaključke o pristupu našeg istraživanja. U cilju eksperimentalnog određivanja parametara u ovom radu je izvršeno određivanje vrednosti rasipne induktanse statorskog i rotorskog namotaja, određivanje vrednosti induktanse grane magnećenja kao i određivanje vrednosti otpornosti namotaja, tako što je šestofazna mašina tretirana kao dve trofazne mašine [5]. Merenja su vršena instrumentom za analizu kvaliteta električne energije tipa "Power & Quality Analyser C.A 8332B" marke CHAUVIN ARNOUX.

Ispitanik je šestofazni asimetrični asinhroni motor sa kaveznom rotorom, sa parametrima predstavljеним u Tab.1.

Tab.1. Podaci motora sa natpisne pločice

Model	ZK 90 L-6 N
Frekvencija	50 [Hz]
Napon fazni	220 [V]
Nominalna struja	1.75 [A]
Snaga	1.1 [kW]
cosφ	0.69
Brzina nominalna	930 [ob/min]

Namot jednog zvezdišta u odnosu na drugo zvezdište je pomeren za 30 električnih stepeni, a skraćenje namota je 5/6.

U cilju određivanja parametara ekvivalentne šeme, izvršeni su ogledi praznog hoda i kratkog spoja kao trofazne mašine za svako zvezdište, kao i merenje vrednosti otpora statorskih namota U-I metodom u hladnom i toplom stanju.

Rezultati ovih merenja predstavljeni su u Tab.2.

Tab.2. Vrednosti parametara motora

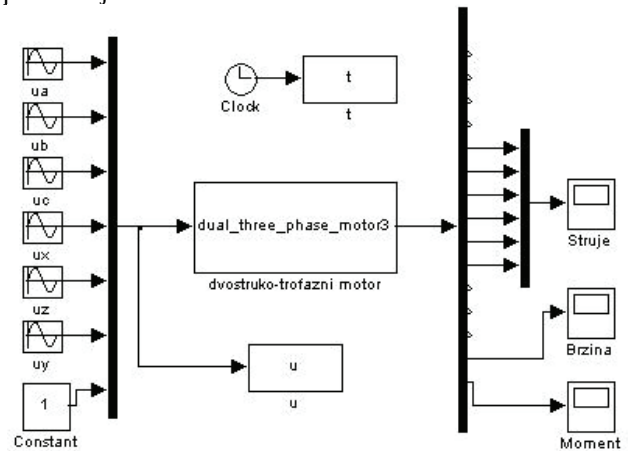
	A1C1E1	B1D1F1
R_s [Ω]	12.7	12.82
R_r [Ω]	5.669	5.941
L_s [H]	0.0205	0.02
L_r [H]	0.0205	0.02
R_m [Ω]	145.86	159.9
L_m [H]	0.465	0.509

Vrednosti u Tab.2. su srednje vrednosti dobijenih rezultata.

4. MODEL I SIMULACIJA MODELA

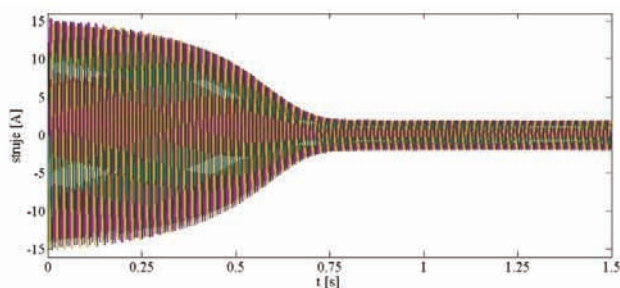
U ovom delu rada formiranja modela u MatLab-u je izvršeno pomoću Simulink-a i s-funkcije. Iskorišten je matematički model motora opisan u [1]. Razlog zašto je korišten upravo ovaj matematički model je kako bi se mogla simulirati asimetrija motora. Napravljeni model motora u MatLab-u se sastoji iz tri ključna dela a to su: grafičkog dela urađenog u Simulink-u, s-funkcije koja predstavlja matematički model motora i m-datoteke u kojoj se nalaze promenjive koje se prilikom simulacije modela upisuju u s-funkciju.

Grafički izgled modela motora urađen u Simulink-u je predstavljen na slici 3.

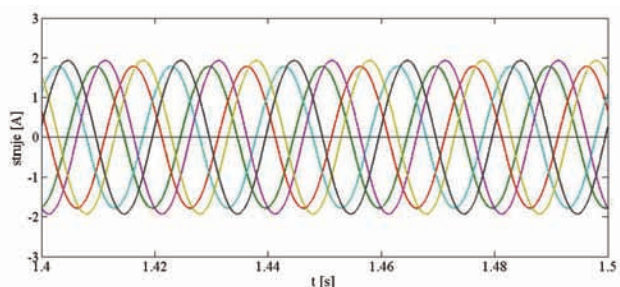


Slika 3. Model motora u Simulink-u

Simulacije su rađene sa sinusnim oblikom napona i bez mehaničkog opterećenja. Prve dve simulacije su vršene sa parametrima oba zvezdišta, kako bi se ustanovilo koji parametri više odgovaraju realnom sistemu. Ustanovljeno je da parametri zvezdišta B1D1F1 realnije opisuju vrednosti parametara motora, stoga je izvršeno treće simuliranje modela sa parametrima zvezdišta B1D1F1 i 8 % asimetrije. Dobijeni rezultati su predstavljeni na sledećim graficima.

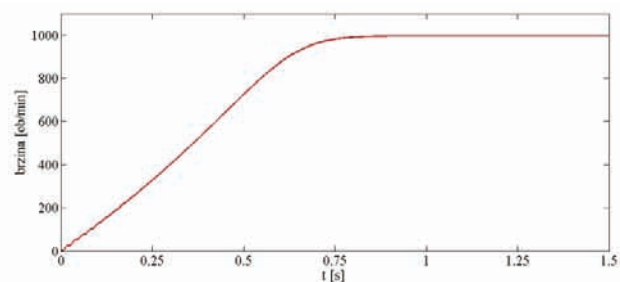


Grafik 1. Izgled struja svih šest faza



Grafik 2. Izgled struja svih šest faza u stacionarnom stanju

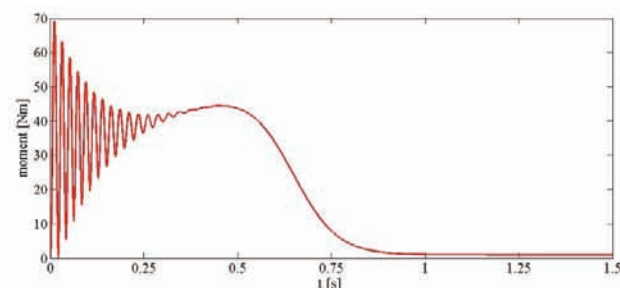
Na graficima 1. i 2. je prikazan izgled struja svih šest faza prilikom simulacije sa 8% nesimetrije. Na grafiku 4.2. je prikazan izgled struja svih šest faza u stacionarnom stanju, kako bi se bolje uočila asimetrija struje. Asimetrija struja se odražava na vrednost amplituda struja dok je fazni stav ostao nepromenjen.



Grafik 3. Zavisnost brzine rotora od vremena

Na grafiku 3. je prikazana zavisnost brzine rotora od vremena.

Sa grafika uočavamo da se asimetrija od 8% ne odražava na promenu u brzini, te da model motora za isto vreme kao i bez asimetrije postiže nominalnu brzinu.



Grafik 4. Zavisnost momenta od vremena

Na slici 4. je predstavljena zavisnost momenta od vremena tokom starta motora.

5. ZAKLJUČAK

Ovaj rad predstavlja uvod u oblast analize rada višefaznih mašina. Oblast višefaznih mašina je kompleksna i značajno obimnija u odnosu na standardne trofazne mašine. Ovo se naročito odnosi na upravljanje višefaznih mašina. Stoga ovaj rad predstavlja polaznu tačku za izučavanje rada i upravljanja šestofaznih mašina. Jedan od pravaca daljeg izučavanja ove tematike podrazumeva izučavanje različitih tehnika upravljanja, od kojih bi svakako bila i IFOC (nezavisno upravljanje fluksom) tehnika upravljanja.

6. LITERATURA

- [1] Iustin Radu Bojoi; "Analysis, Design and Implementation of a Dual Three-Phase Vector Controlled Induction Motor Drive", POLITECNICO DI TORINO, Torino, 2002.
- [2] Djafar HADIOUCHE ; "Contribution à l'étude de la machine asynchrone double étoile :modélisation, alimentation et structure", Groupe de Recherche en Electrotechnique et Electronique de Nancy , Faculté des Sciences et Techniques – B.P. 239 – 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy, 2001.
- [3] Dragan Popović, Zvonko Gorečan, Jugoslav Dujić, Veran Vasić, Vedran Perić ; "Modelovanje u energetici", DMS GROUP, Novi Sad, 2011.
- [4] Dragan Milićević ; " MODULACIONE TEHNIKE UPRAVLJANJA ŠESTOFAZIM NAPONSKIM INVERTOROM ZA NAPAJANJE ASINHRONIH MOTORA SA ASIMETRIČNO IZVEDENIM NAMOTAJEM", Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 2008.
- [5] Radenko Wolf ; "Ispitivanje električnih strojeva", Elektrotehnički fakultet Zagreb, Zagreb, 1964.

Kratka biografija:



Miloš Živanić je rođen u Derventi (BiH) 1988. godine, završio je gimnaziju u Derventi. Diplomski-bachelor rad je odbranio na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2011. godine, kao i master rad 2012. godine iz oblasti Elektrotehnike i računarstva (energetika).



Dragan Milićević odbranio je diplomski rad 2004. godine na smeru energetska elektronika i mašine Fakulteta tehničkih nauka. Oblast interesovanja su energetska elektronika i elektromotorni pogoni.



Đura Oros je rođen 1957. godine u Ruskom Krsturu. Doktorirao je 2008. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Zaposlen je na Fakultetu tehničkih nauka u zvanju docenta.



Improved DV-Hop Localization Algorithm for Wireless Sensor Networks

S. Tomic and I. Mezei

University of Novi Sad, Faculty of technical sciences, Novi Sad, Serbia
stefantomic@gmail.com, imezei@uns.ac.rs

Abstract - Wireless sensor networks (WSN) are usually composed of a great number of randomly deployed nodes that communicate among themselves and gather information about the environment. In many applications, it is required to know geographical location of the sensor which detected an event. The existing localization algorithms can be classified into two categories: range-based and range-free. Range-based algorithms measure the actual distances between nodes, while range-free algorithms approximate the distance based on connectivity information. Range-free localization is cost-effective alternative to a more expensive range based approaches since there is no necessity for additional hardware. However, these techniques usually have higher localization error compared to the range-based algorithms. DV-Hop is one of the range-free localization algorithms utilizing hop-distance estimation. In this paper, we propose an improvement of the range-free DV-Hop localization algorithm and present simulations results to evaluate it.

Keywords: Range-free, Localization, Wireless sensor networks, DV-Hop, Anchors

I. INTRODUCTION

Localization problem plays an important role in WSN. It is a great challenge due to limited resources. In many applications of WSN it is necessary to know node position, for example in routing protocols [1]. The easiest way to determine node location is by using GPS (Global Positioning System). But it has several drawbacks: expensive method (large number of nodes and limited power source), inaccurate in indoor environment, too expensive to be used in large scale WSN etc.

Many algorithms were developed to solve this problem. The localization algorithms can be divided into two categories: range-free and range-based [3] [4] [6]. Range-free localization algorithms are based on connectivity information of the nodes. They do not rely on any additional hardware which makes them cost-

effective. Range-based localization depends on the assumption that the absolute distance between a sender and a receiver can be approximated by the received signal strength or by the time-of-flight of the communication signal from the sender to the receiver. The accuracy of such estimation is subject to the transmission medium, surrounding environment and usually relies on a complex hardware [10].

If some limited number of nodes is equipped with GPS, others can position themselves based on the connectivity information with these nodes. These nodes are usually called “anchors”, and they can be mobile or static. Anchors broadcast their location into the network, and other nodes can estimate self-position based on the hop counts from the anchors. Approximation of distance is critical in this method and it requires dense and uniform network to be accurate. The higher the hop count, the higher the estimated distance error.

In this paper, the improvement of the unknown node location estimation is considered by adding some additional steps to the DV-Hop algorithm [3]. After obtaining the unknown coordinates using DV-Hop algorithm, the following localization method is proposed. The unknown nodes have the information about distances from all anchors, measured in a number of hops. In the further calculations only the nearest anchor position measured in the number of hops is used, and this will be the first reference point.

To obtain the additional two reference points, two circles are formed. The first one is with the center positioned to this anchor position (radius corresponds to the estimated distance derived from the DV-Hop). The second circle center coordinates are obtained by the DV-Hop (radius corresponds to the Euclidian distance between the anchor and unknown node coordinates obtained by the DV-Hop). The two circles have two intersection points which can be calculated and used as two additional reference points.

There are three reference points now, and the final coordinates (that incur a lower localization error) of the unknown node is calculated using a centroid of the triangle that form these reference points. The exact explanation of the proposed algorithm (designated as iDV-Hop) is explained in the section IV.

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Stefana Tomića. Mentor je bio prof. dr Veljko Malbaša.
- b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji SISY, Subotica, septembar 2012.

The rest of the paper is organized as follows. In section II literature review is given. Section III describes the DV-Hop algorithm. Simulation results are given in the section V before concluding remarks.

II. LITERATURE REVIEW

The existing localization algorithms can be classified into two categories based on either it is required to measure the actual distances between the nodes or approximate it based on the connectivity information. There are range-based and range-free algorithms.

The range-based algorithms require distance or angle information between neighboring nodes to determine the location using trilateration. Some examples are: ToA [10] (Time of Arrival), TdoA [12] (Time Difference on Arrival) [11], AoA (Angle of Arrival) and RSSI (Received Signal Strength Indicator) [13].

ToA measures the distance between nodes using signal propagation time. In TdoA the inter-node distance is determined based on the difference in propagation times of radio and acoustic signals originated at the same point. AoA technique locates the position by estimating and mapping relative angles between neighbors. RSSI is one of the simplest localization methods that is broadly used in many fields. It utilizes the fact that the energy of the radio signal decreases as it propagates in space. According to the intensity of the received signal, the attenuation is measured and the distance to the sender is calculated. The accuracy of RSSI measurements is highly sensitive to multipath, fading and other sources of interference, which may result in additional errors.

Range-based algorithms have higher accuracy compared to range free, but require additional hardware and hence the overall hardware cost is too high to be used in large scale networks.

DV-Hop localization scheme proposed by Niculescu and Nath [3] is similar to the traditional routing schemes based on the distance vector. Each node first counts the minimum hop number to the anchor node and then computes the distance between the node and the anchor node by multiplying minimum hop number and average distance of each hop. The node estimates its position using triangulation algorithm or maximum likelihood estimators (MLE).

He et al. proposed an approximate point-in triangulation test (APIT) algorithm in [4]. Using three anchors, APIT employs area-based method to estimate node position.

Amorphous algorithm is similar to the DV-Hop, but it assumes that the network density is known in advance, and uses offline hop-distance estimations [12]. It proposed a generation of a relatively accurate coordinate system on distributed processors via local information. Triangulation is also used to estimate a node's location.

Centroid algorithm is a simple range-free localization algorithm [2] [5]. The node receives signals of landmarks in its communication area and makes its coordinates as the centroid of these landmarks. Additional devices of localization are not required in this algorithm. Therefore, the hardware of the nodes can be simple. Centroid, DV-Hop, Amorphous, and APIT are distributed algorithms.

Based on the properties of the DV-Hop, an improved scheme was proposed by Chen et al. in wireless sensor networks [7]. Main principle is to estimate distance of the hops according to the number of the neighbors in the same block. To reduce the localization error, it uses weighted node distances to compute the node's final coordinates.

Yi et al. put forward an improved positioning algorithm based on the DV-Hop algorithm [8]. It features a differential error correction scheme, in which average per hop distance of the position network and modified value of distance error are introduced to reduce cumulative distance error and node location error accumulated over the multiple hops. The main drawback of this algorithm is high computation and communication overhead.

In [16], an improved DV-Hop scheme (named NDV-Hop_Bon) is proposed, the main idea is to select a certain number of anchor nodes, instead of all. Due to only selecting the anchor nodes with the short distance, this new localization algorithm achieves a minimum positioning error by selecting the number of optimal anchor nodes. The performance evaluation is conducted on a medium scale WSN. It still has the limitation depending on the application. When the anchor node's energy is too low, the positioning accuracy cannot meet the requirements. Communication cost is increased due to additional computation of the optimal number of anchor nodes.

In [17], another improvement of the DV-Hop is presented. It focuses on the correction of the hop-size. After calculating the hop-size, anchor node broadcasts it to the network with correction. Corrected hop-size is average of all anchor nodes hop-sizes. Instead of using the traditional triangulation, 2-D Hyperbolic localization algorithm is implemented for calculating the final position of the node. Simulation results showed that new algorithm can improve accuracy, but achieves less coverage.

There are still further possibilities to improve the DV-Hop algorithm in terms of lower localization error.

III. DV-HOP LOCALIZATION ALGORITHM

In the DV-Hop algorithm is assumed the following:

- 1) all nodes in the network acquire the minimum hop count values to all anchors using flooding (anchors are the reference nodes).

2) the average single hop distance is estimated to convert hop count value into physical distance. For the anchor node with (x_i, y_i) coordinates, the average distance per hop is estimated by the following equation:

$$\text{HopSize}_i = \frac{\sum \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}}{\sum h_{ij}} \quad (i \neq j) \quad (1)$$

where (x_j, y_j) , is the location of the anchor j , h_{ij} is the number of hops between the anchor node i and the anchor node j . Once calculated, the estimated HopSize_i information is broadcasted into the network.

3) the unknown node location can be estimated by the multilateration method when these nodes have the distance estimations to at least three anchors. Given a set of reference nodes $N_i (x_i, y_i)^T$, $i = 1 \dots n$, where n is the number of anchors, let the hop value between the unknown node $X(x, y)^T$, and the i -th anchor is R_i . Then the distance between the unknown node and i -th anchor node is given by $d_i = R_i \cdot \text{HopSize}_i$. The unknown node location X can be found from:

$$\begin{aligned} (x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 &= d_1^2 \\ (x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2 &= d_2^2 \\ &\dots\dots\dots \\ (x_n - x)^2 + (y_n - y)^2 &= d_n^2 \end{aligned} \quad (2)$$

Equation (2) can be written in matrix form $AX = b$ where:

$$A = \begin{bmatrix} 2(x_1 - x_n) & 2(y_1 - y_n) \\ 2(x_2 - x_n) & 2(y_2 - y_n) \\ \dots & \dots \\ 2(x_{n-1} - x_n) & 2(y_{n-1} - y_n) \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$b = \begin{bmatrix} x_1^2 - x_n^2 + y_1^2 - y_n^2 + d_n^2 - d_1^2 \\ x_2^2 - x_n^2 + y_2^2 - y_n^2 + d_n^2 - d_2^2 \\ \dots \\ x_{n-1}^2 - x_n^2 + y_{n-1}^2 - y_n^2 + d_n^2 - d_{n-1}^2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$X = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad (5)$$

The least-squares estimate of X is $X = (A^T A)^{-1} A^T b$.

IV. THE IDV-HOP ALGORITHM

Main disadvantage of the traditional DV-Hop, is that the accuracy of the algorithm is affected by the distances between the unknown nodes and the anchor nodes. As mentioned in the section II, distance estimation leads to high localization error as number of hop counts increase or with rise of the network irregularity. We use the DV-Hop algorithm to calculate the initial position, and propose to use the following additional steps forming our iDV-Hop algorithm:

Step 1.) For unknown node X_j with estimated coordinates x_j, y_j in final step of the DV-Hop, choose an anchor that is minimum number of hops away, denoted as $A_i(x_i, y_i)$.

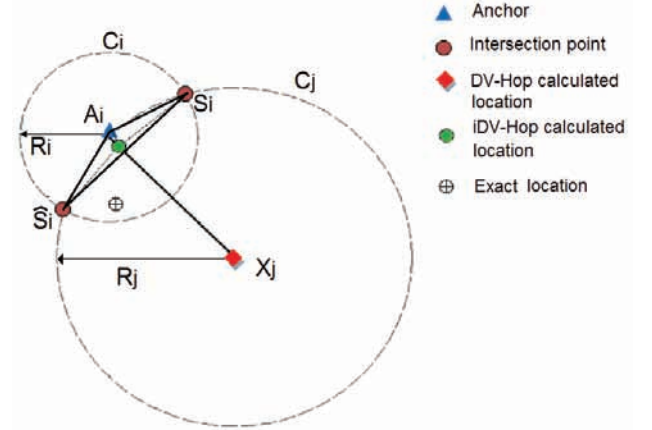


Figure 1. Illustration of the localization method used in iDV-Hop algorithm

Step 2.) Form two circles, one around anchor A_i and other around node X_j , denoted as C_i and C_j , respectively. Radius R_i is equal to the distance between the node X_j and the anchor A_i , (see (6)). If HopSize_i obtain by the (1) is average per-hop distance, then the radius R_i of the second circle is calculated by the (7). Here, hop_{ij} is minimum number of hops between the anchor A_i and the unknown node X_j .

$$R_j^2 = (x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 \quad (6)$$

$$R_i = \text{HopSize}_i \cdot \text{hop}_{ij} \quad (7)$$

Step 3.) Find the intersection points of these two circles ($C_i \cap C_j$). These points are denoted as $S_i(x_{si}, y_{si})$ and $S_j(x_{sj}, y_{sj})$. Finally, the unknown node coordinates are calculated according to following centroid formula:

$$X_i^T(x_T, y_T) = \left(\frac{x_i + x_{si} + x_{sj}}{3}, \frac{y_i + y_{si} + y_{sj}}{3} \right) \quad (8)$$

Equation (8) basically represents centroid of the triangle that form the anchor and the two intersection points (see Fig. 1).

V. SIMULATIONS AND RESULTS

To validate the iDV-Hop algorithm, thorough simulations are performed. The simulation result is given as average localization error of 100 experiments. The localization error is analyzed in various environments, influence of different parameters and compared with the DV-Hop and Improved DV-Hop proposed in [17]. The placement of the anchor nodes has a high impact on the algorithm, thus two scenarios with four types of topology are considered, random uniform, gridy uniform, C shaped random uniform and C shaped gridy uniform. The localization errors are represented by the ratio of the Euclidean distances between estimated coordinates and actual nodes coordinates, scaled to the communication radius R .

The simulation parameters are the following:

1. All nodes are static (there are no mobile nodes)
2. Network topology is gridy uniform, C shaped gridy uniform, random uniform, C shaped random uniform
3. Network size is 50 x 50m
4. Number of anchors $N_a = 3-25$ for gridy and C shaped gridy topology, $N_a = 3-20$ for random and C shaped random topology
5. Transmission range $R = 6-15m$ for gridy and C shaped gridy topology, $R = 12-20m$ for random and C shaped random topology

In the gridy uniform scenario called gridy since the position of the nodes deviates from the exact position in the orthogonal grid), anchors and nodes are uniformly distributed (with some placement error); 90 sensor nodes are deployed and 6 anchors (see Fig. 2). Fig. 3 illustrates random uniform node placement. Fig. 4 and 5 illustrates C shaped gridy and C shaped random topology, respectively.

Localization error as a function of the radio transmission range is given for gridy and random scenarios in Fig.6 and Fig.7. It is depicted in the Fig.6 that for the same transmission range, e.g., $R = 6m$, DV-Hop and Improved DV-Hop the localization error (scaled to R) is around $1.3R$, while the iDV-Hop is around $1R$.

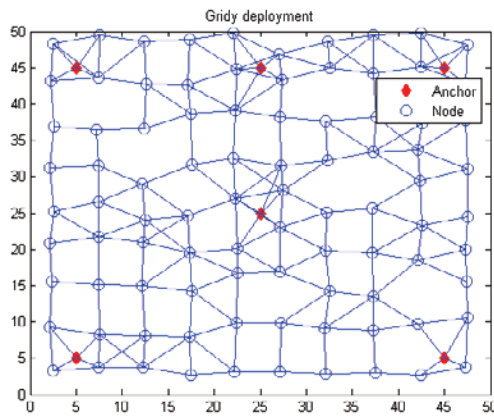


Figure 2. Gridy network, 90 unknown nodes and 6 anchors ($R = 6m$)

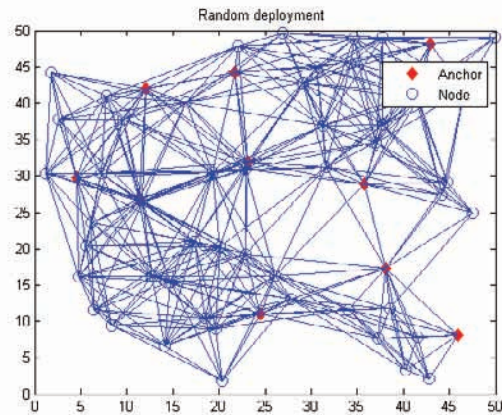


Figure 3. Random deployment, 50 unknown nodes and 10 anchors ($R = 15m$)

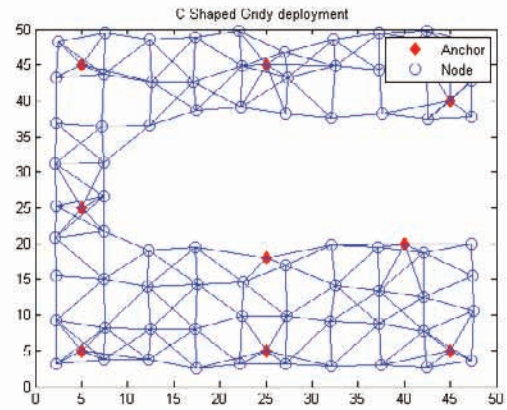


Figure 4. C Shaped Gridy deployment, 72 unknown nodes and 10 anchors ($R = 6m$)

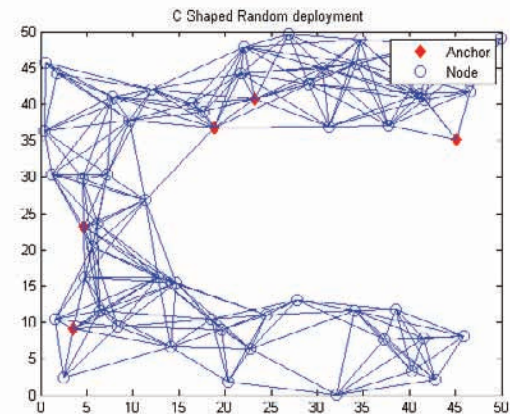


Figure 5. C Shaped Random deployment, 40 unknown nodes and 5 anchors ($R = 12m$)

As depicted in the Fig.6, the localization error decreases with the increase of the transmission range, but after around $R = 6.5m$ DV-Hop and Improved DV-Hop achieves better performances. Thus, with minimum communication range (in our simulation $R = 6m$) iDV-Hop algorithm reduced the localization error by around 25% compared to the DV-Hop and Improved DV-Hop algorithm. Initially, iDV-Hop is better, to some limited range. With the increase of the communication range (the network connectivity rises), the estimated hop-distance is closer to the Euclidean distance between two sensor nodes, thus lowering the localization error.

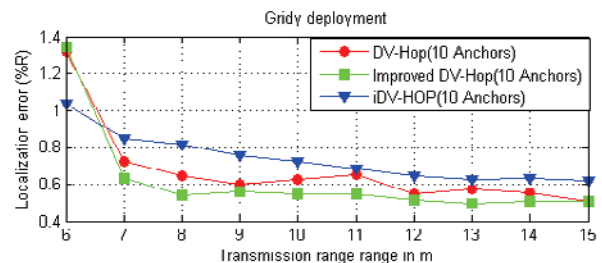


Figure 6. Localization error as a function of the radio transmission range R for the gridy placement

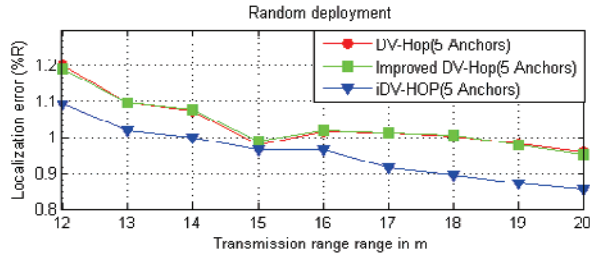


Figure 7. Localization error as a function of the radio transmission range R for the random placement

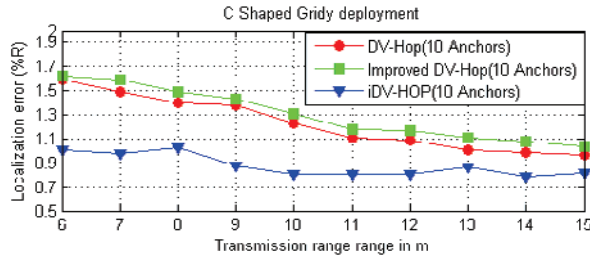


Figure 8. The localization error as a function of the radio transmission range R for C shaped gridy placement

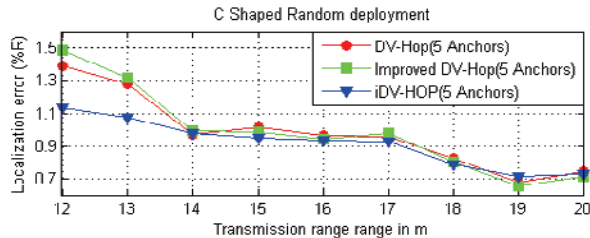


Figure 9. The localization error as a function of the radio range R for C shaped random placement

In the random uniform placement scenario, the iDV-Hop algorithm achieves lower error. (see Fig.7). Herein, the number of the anchors and the unknown nodes is fixed to 5 and 50, respectively. As depicted in the Fig. 7, the error decreases gradually from around $1.1R$ to around $0.85R$ with the increase of the transmission range for the iDV-Hop algorithm, for DV-Hop and Improved DV-Hop it is in level of error between $1.2R$ and $0.95R$.

The localization error decreases as the number of anchor nodes increases, as can be seen in Fig.10 for gridy placement. For the minimal number of anchors ($N_a = 3$) localization error of the DV-Hop is around $1.6R$ for the gridy placement and for iDV-Hop algorithm it is around the same. (see Fig.10). With a maximal number of anchors ($N_a = 25$), the error is close to $1R$ for algorithm and $1.4R$ for DV-Hop. In case of Improved DV-Hop with the increase of a number of anchors performances are worse than iDV-Hop and DV-Hop for gridy topology. For the same number of anchors e.g., $N_a = 10$, the localization error for iDV-HOP is around $1.1R$, while DV-Hop is around $1.35R$ and for Improved DV-Hop is higher ($1.5R$) than original algorithm and method proposed in this paper.

With the increase of a number of anchors our algorithm achieves lower localization error. This means that iDV-Hop can reduce error by around 20% on average in case of gridy topology, compared with DV-Hop. In case of

Improved DV-Hop the localization error is reduced by around 27%.

For the random topology scenario, the DV-Hop algorithm localization error as a function of the number of anchors decreases from $1.1R$ to around $0.8R$ (see Fig.11). The number of anchors were varied with fixed $R = 12m$ and number of unknown nodes equal to 50. The error in estimating location for iDV-Hop decreases from $1R$ to approximately $0.7R$. The Localization error decreases with the increase of a number of anchors for all three algorithms, but performances of proposed method are better than DV-Hop and an Improved DV-Hop. The localization error is reduced by around 10% on average compared to DV-Hop, and by around 5% compared to Improved DV-Hop.

In case of C shaped gridy topology, with the increase of the network radius, iDV-Hop achieves lower error than other two algorithms. Initially, the localization error is reduced by around 40%, in compare with DV-Hop and Improved DV-Hop. (see Fig.8). The average localization error is reduced by 20%.

For C shaped random placement, the network radius is increased from 12 to 20m (see Fig.9). Initially (until around 14m) iDV-Hop performed better than other two algorithms. For $R > 14m$ all algorithms has similar localization error.

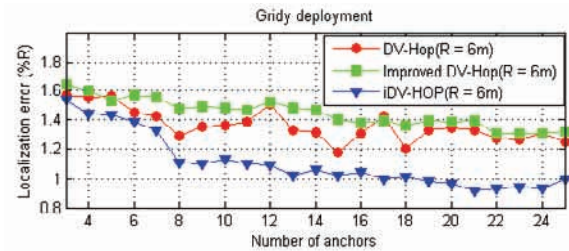


Figure 10. Localization error as a function of the number of anchors for the gridy placement

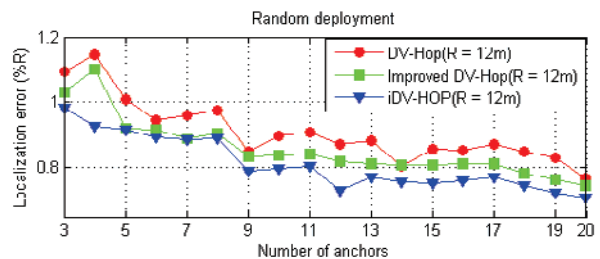


Figure 11. Localization error as a function of the number of anchors for the random placement

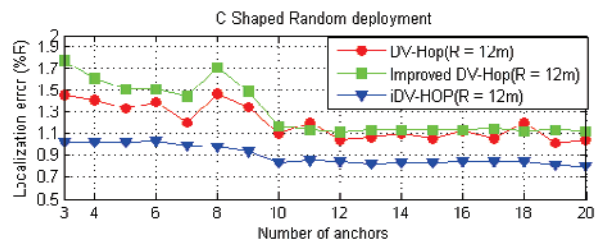


Figure 12. Localization error as a function of the number of anchors for the C shaped random placement

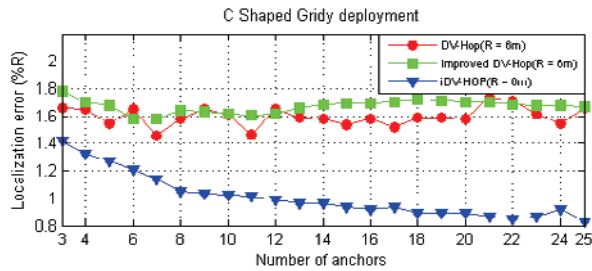


Figure 13. Localization error as a function of the number of anchors for the C shaped gridy placement

As a number of anchors increases, the unknown node has more reference points that can be used to estimate its position. Fig.12 and Fig.13 show the influence of the different number of anchor nodes on the average localization error. With the increase of a number of anchors iDV-Hop algorithm achieves lower localization error for the C shaped random and gridy topology (see Fig.12 and 13). The localization error is reduced by around 40% on average for the C shaped gridy scenario and by around 20% on average for the C shaped random network, comparing with DV-Hop.

V. CONCLUSION

In this paper, the improvement of the range-free DV-Hop algorithm is proposed. Simulation results show that the iDV-Hop scheme is better compared to the original DV-Hop algorithm and an improved method proposed in [17] in terms of localization error. iDV-Hop with a minimal radius can reduce error for 25% in gridy placement and around 20% on average in terms of anchor nodes number. For random topology it also performed better (around 10% on average). In case of C shaped networks iDV-Hop outperforms DV-Hop and Improved DV-Hop. The average localization error can be reduced by around 20%, when measured as a function of transmission radius, and around 30% in term of a number of anchors. The Improved DV-Hop is less accurate for gridy and C shaped networks, it performs better in random topology, in compare with DV-Hop, but iDV-Hop outperforms both of them in C shaped scenarios.

iDV-Hop requires a small number of additional calculations added to the DV-Hop and it is the main cost for the gained benefit. The problem of node localization in WSN remains an important open research problem. In the future, work can be focused on more accurate modification of this algorithm. More neighbors near to the unknown node, besides anchors, can be included in localization to more precisely determine unknown node position.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was partially financed by the project "Innovative electronic components and systems based on inorganic and organic technologies embedded in consumer goods and products", pr. num. TR32016, Serbian Federal Ministry of Science and Education.

Equipment resources to support this work were provided within the FP7 APOSTILLE project, no. 256615.

REFERENCES

- [1] S. Giordano, I. Stojmenovic, and Lj. Blazevic. Position based routing algorithms for ad hoc networks: a taxonomy. In *Ad Hoc Wireless Networking*, pp. 103–136. Kluwer, 2003.
- [2] J. Savarese, Rabaey, and K. Langendoen, "Robust Positioning Algorithm for Distributed Ad-hoc Wireless Sensor Networks", *USENIX Technical Annual Conference*, Monterey, CA, pp. 317-327, June 2002.
- [3] D. Niculescu and B. Nath, "Ad-hoc Positioning System", *Global Telecommunications Conference (GlobeCom)*, IEEE, Volume 5, Nov 25-29, pp. 2926-2931, 2001
- [4] N. B. Priyantha, H. Balakrishnan, E. Demaine, and S. Teller, "Anchor-free Distributed Localization in Sensor Networks", Technical Report 892, MIT Laboratory for Computer Science, April 2003.
- [5] T. He, C. Huang, B. M. Blum et al, "Range-Free Localization Schemes in Large Scale Sensor Networks", *Proceedings of the 9th annual international conference on Mobile computing and networking (MobiCom)*, San Diego, California, USA: ACM Press, pp. 81-95, July 2003.
- [6] N. Bulusu, J. Heidemann and D. Estrin, "GPS-less Low Cost Outdoor Localization for Very Small Devices", *IEEE Personal Communications Magazine*, Volume 7, Issue5, pp. 28-34, Oct. 2000.
- [7] K. Chen, Wang, Z. H., Lin, M., Yu, M.: An Improved DV-Hop Localization Algorithm for Wireless Sensor Networks. *IET International Conference on Wireless Sensor Network*, 2010, pp. 255-259.
- [8] X. Yi, , Y. Liu, , Deng, L., He, Y.: An Improved DV-Hop Positioning Algorithm with Modified Distance Error for Wireless Sensor Network. *The 2th International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling*, Vol. 2, pp. 216-218, 2009
- [9] A. Savvides, C. Han, and M. B. Strivastava, "Dynamic Fine-Grained Localization in Ad-hoc Networks of Sensors," *Proceedings of the seventh annual international conference on Mobile computing and networking (MobiCom 01)*, Rome, Italy, pp. 166-179, July 2001.
- [10] L. Girod, V. Bychovski, J. Elson and D. Estrin, 2002. Locating tiny sensors in time and space: A case study. *Proceedings of the IEEE Processors*, Sept. 2002, Freiburg, Germany, pp. 214-219.
- [11] A. Harter, , A. Hopper, P. Steggle, A. Ward and P. Webster, 2002. The anatomy of a context-aware application. *Wireless Networks*, 8: pp. 187-197.
- [12] D. Niculescu, and B. Nath, 2003. Ad hoc positioning system (APS) using AOA. *Proceedings of the 22nd Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies*, March 30-April 3, Rutgers University, Piscataway, pp. 1734-1743.
- [13] P. Bahl, and V.N. Padmanabhan, 2000. RADAR: An in-building RF-based user location and tracking system. *Proceedings of 19th Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies*, March 26-30, Tel Aviv, Israel, pp. 775-784.
- [14] R. Nagpal, "Organizing a global coordinate system from local information on an amorphous computer," A.I. Memo 1666, MIT A.I. Laboratory, Aug. 1999.
- [15] Juan Cota-Ruiz, Jose-Gerardo Rosiles, Ernesto Sifuentes and Pablo Rivas- Perea, A Low-Complexity Geometric Bilateralization Method for Localization in Wireless Sensor Networks and Its Comparison with Least-Squares Methods, *Sensors* 2012, 12, pp.839-862.
- [16] Qingji Qian, Xuanjing Shen, and Haipeng Chen, "An Improved Node Localization Algorithm Based on DV-Hop for Wireless Sensor Networks", *Comput. Sci. Inf. Syst.*, 2011, pp.953-972.
- [17] Hongyang Chen, Kaoru Sezaki, Ping Deng, Hing Cheung So, "An Improved DV-Hop Localization Algorithm for Wireless Sensor Networks", *Industrial Electronics and Applications*, 2008. ICIEA 2008. 3rd IEEE Conference on, pp. 1557 - 1561.

**JEDNO REŠENJE BEŽIČNO KONTROLISANE PRIKLJUČNICE ZA PRAĆENJE
POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE****A SOLUTION OF WIRELESSLY CONTROLLED OUTLET FOR MONITORING OF
ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION**

Milorad Vukadinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana realizacija električne priključnice kao dela sistema kućne automatizacije. Priključnica ima mogućnost konstantnog praćenja potrošnje električne energije priključenog potrošača, kao i mogućnost njegovog uključenja ili isključenja. Bežična veza sa ostalim uređajima u sistemu je upotrebom ZigBee protokola.

Abstract – This paper presents a realisation of electrical outlet as a part of home automation sistem. Outlet can turn on or off the connected appliance and also it has a possibility of constant monitoring of electrical energy consumption. It is connected with other devices in system using ZigBee protocol.

Ključne reči: Kućna automatizacija, Praćenje potrošnje uređaja, Bežična komunikacija, ZigBee

1. UVOD

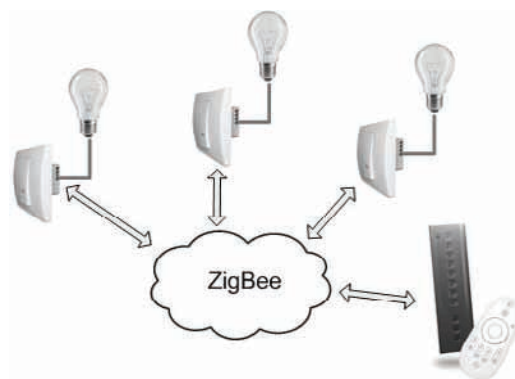
Sve veća potreba za električnom energijom uz istovremeno očuvanje prirode uslovlja je razvoj koncepta pametne kuće. Koncept pametne kuće predstavlja objekat u kome računarski sistem vrši kontrolu i nadzor svih električnih uređaja kako bi se povećao komfor i sigurnost, a takođe i energetska efikasnost samog objekta. Time je omogućeno da svaka kuća da svoj doprinos unapređenju životne sredine smanjenjem zagađenja uzrokovanog proizvodnjom električne energije. Jedan takav sistem koji upravlja pametnom kućom predstavlja i OBLO sistem [1] čiji je deo priključnica opisana u ovom radu.

2. OBLO SISTEM

Koncept OBLO sistema je zasnovan na ideji o međusobnoj komunikaciji između čoveka i uređaja u njegovom okruženju u cilju poboljšanja komfora, bezbednosti i energetske efikasnosti. Prvobitno, OBLO sistem se sastojao od regulatora jačine svetlosti i daljinskog upravljača koji međusobno komuniciraju upotrebom ZigBee protokola. Slika 1 predstavlja prikaz prvobitnog OBLO sistema. Dodavanjem u sistem priključnica koje imaju mogućnost merenja potrošnje i ZigBee komunikacije i OBLO Home Manager-a (OHM) koji vrši nadzor i upravljanje uređajima u sistemu, mogućnosti sistema su višestruko povećane. Kako OHM pored komunikacije upotrebom ZigBee protokola poseduje mogućnost povezivanja i na internet sledi da se

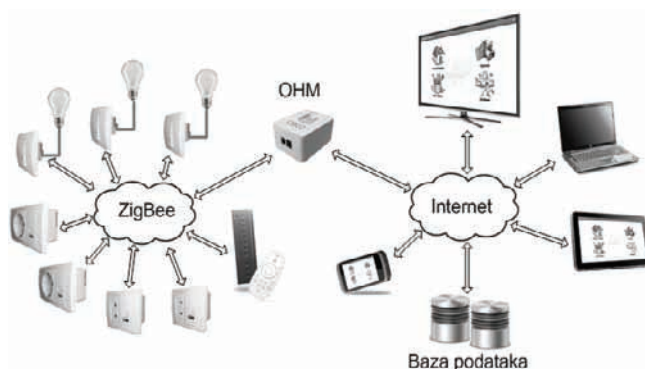
NAPOMENA:

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



Slika 1. Prvobitni OBLO sistem

potrošačima u kući može upravljati pomoću bilo kog uređaja koji ima pristup internetu (npr. mobilni telefon, laptop, tablet). Takođe, OHM pomoću priključnica koje mere potrošnju, regulatora jačine svetlosti i senzora realizuje algoritme optimizacije potrošnje električne energije unutar kuće. OHM ima i mogućnost slanja izveštaja udaljenom serveru putem interneta, tako da ih je moguće proveriti sa bilo kog mesta na planeti, potreban je samo pristup internetu. Dodavanjem TV prijemniku opcije povezivanja na internet, postalo je moguće iskoristiti njegov veliki ekran za prikaz stanja i upravljanje OBLO sistemom. Sadašnji izgled OBLO sistema prikazan je na slici 2.



Slika 2. Sadašnji izgled OBLO sistema

3. MERENJE POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Kada na priključke nekog potrošača električne energije dovedemo napon $u(t)$, doći će do uspostavljanja struje $i(t)$ kroz njega. Snaga koja se u bilo kom trenutku razvija na tom uređaju jednaka je proizvodu struje i napona u tom trenutku tj. $p(t)=u(t) \cdot i(t)$. Znači, u nekom intervalu

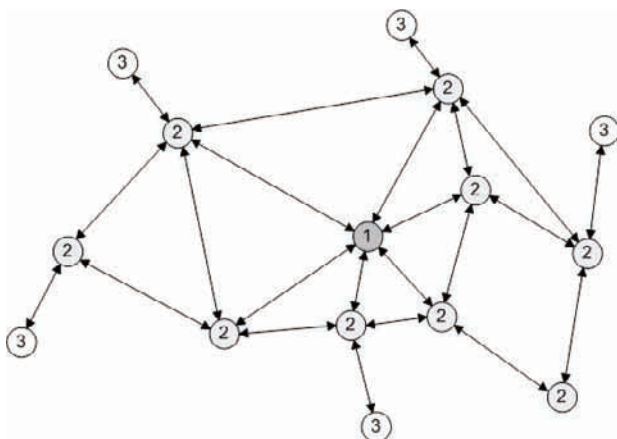
vremena od t_1 do t_2 , pomenuti uređaj potroši električnu energiju jednaku [2]:

$$W = \int_{t_1}^{t_2} p(t) \cdot dt. \quad (1)$$

Kako snaga može biti aktivna, reaktivna ili prividna, isto tako i električna energija može biti aktivna, reaktivna ili prividna. Elektrodistribucija domaćinstvima naplaćuje samo potrošenu aktivnu energiju, jer je faktor snage u domaćinstvima približno jednak jedinici (najčešće je preko 0,95), pa je potrebno priključnicom meriti samo vrednosti aktivne snage tokom intervala vremena kako bi se izračunala potrošnja aktivne električne energije u datom periodu.

4. ZIGBEE PROTOKOL

ZigBee [3] je protokol bežične komunikacije namenjen uređajima sa malom potrošnjom koji vrše kontrolu i nadzor procesa. ZigBee mreža je samokonfigurišuća, multi-hop mreža što znači da razmena informacija između dva uređaja zavisi od rasporeda i funkcije drugih uređaja u mreži. Uređaj unutar ZigBee mreže može biti: koordinator, ruter ili krajnji uređaj. Primer topologije ZigBee mreže dat je na slici 3. Čvor označen brojem jedan predstavlja koordinator, čvorovi označeni brojem dva rutere, a čvorovi označeni brojem tri krajnje uređaje.



Slika 3. Primer topologije ZigBee mreže

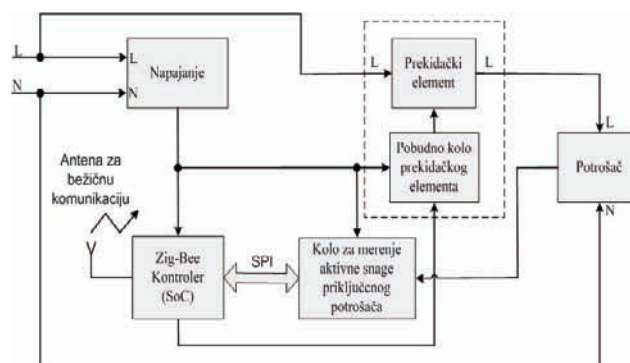
Koordinator je prvi uređaj u mreži, on osniva mrežu, bira kanal koji će se koristiti i identifikator mreže. Nakon osnivanja mreže, koordinator se ponaša kao ruter. Funkcije rutera su: omogućavanje drugim uređajima da se uključe u mrežu i multi-hop rutiranje, a takođe ruter mora da omogući i komunikaciju krajnjim uređajima koji su sa njim direktno povezani. Krajnji uređaj je oslobođen bilo kakvog zadatka u vezi sa održavanjem mreže, što mu omogućava da bude u stanju niske potrošnje energije i da samo po potrebi pređe u aktivno stanje i obavi svoje zadatke.

5. FIZIČKA ARHITEKTURA PRIKLJUČNICE

Blok šema fizičke arhitekture uređaja prikazana je na slici 4. Fizička arhitektura se može, kao što se vidi na slici, podeliti na nekoliko celina, a to su: napajanje, ZigBee mikrokontroler (SoC - System on Chip), prekidački element i pobudno kolo i kolo za merenje aktivne snage potrošača.

5.1. Napajanje priključnice

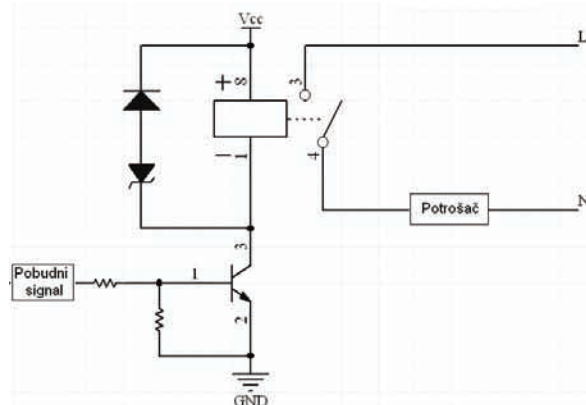
Kako priključnica ima stalno dostupnih 230 V/50 Hz, a ceo uređaj treba da stane u kutiju veličine 22,2 mm x 47,9 mm x 41,5 mm upotrebljeno je neizolovano napajanje realizovano upotrebom prekidačkog regulatora za snižavanje napona. Prednosti ovog napajanja su: male dimenzije (nema transformatora), jeftine komponente, velika efikasnost i malo zagrevanje. Kako integrisano kolo za merenje snage u korišćenju konfiguraciji zahteva da svi signali koji se dovode na njegov ulaz budu referencirani u odnosu na potencijal faznog provodnika, i napajanje je referencirano u odnosu na isti potencijal. Time je izbegnuta potreba za galvanskom izolacijom pri realizaciji komunikacije između mikrokontrolera i integrisanog kola za merenje aktivne snage, smanjena je cena potrebnih komponentata i pojednostavljen je uređaj.



Slika 4. Blok šema fizičke arhitekture

5.2. Prekidački element i njegovo pobudno kolo

Imajući u vidu male dimenzije kućišta, kao i položaj držača PCB-a unutar kućišta, prekidački element koji može da prekida najveću struju, a da se ne pregreva i da staje u kućište priključnice je rele do 10 mm visine. Za realizaciju uređaja upotrebljen je rele serije G6C kompanije OMRON koji je namenjen za struje do 10 A pri 250 V/50 Hz. Uključivanjem i isključivanjem relea upravlja mikrokontroler preko otpornika i tranzistora, prikazano na slici 5.



Slika 5. Prekidački element i pobudno kolo

Takođe, paralelno kotvi relea priključene su jedna ispravljačka i jedna Zener dioda u opoziciji. Njihova uloga je zaštita tranzistora od prevelikog napona koji se javlja prilikom isključenja relea, kao i skraćivanje trajanja treperenja kontakata čime se produžava radni vek relea (pogledati [4]).

5.3. Kolo za merenje aktivne snage potrošača

Integrirano kolo za merenje snage vrši precizno merenje trenutne vrednosti struje i napona na osnovu kojih računa vrednosti aktivne i reaktivne snage. Posедуje dva $\Delta\Sigma$ analogno-digitalna konvertora, deo za izračunavanje snaga, konvertor snage u frekvenciju i prilagođenje za serijsku komunikaciju.

5.4. ZigBee mikrokontroler

Za upravljanje radom priključnice i bežičnu komunikaciju upotrebljen je ZigBee mikrokontroler cc2530 kompanije Texas Instruments. To je sistem u integrisanom kolu, baziran na unapređenom 8051 mikroprocesorskom jezgru [5]. Osnovna namena su mu uređaji koji mogu da bežično komuniciraju na frekvenciji od 2,4 GHz upotrebom ZigBee protokola. Poseduje 8 kB SRAM memorije, 256 kB programske memorije, integrisani RF primopredajnik, 12-to bitni ADC, DMA kontroler i četiri brojača.

6. PROGRAMSKA PODRŠKA PRIKLJUČNICE

Programska podrška priključnice, odnosno mikrokontrolera cc2530 je napisana upotrebom programskog jezika C. Zadaci koje treba da obavlja mikrokontroler tokom rada su sledeći:

- Učestvovanje u održavanju ZigBee mreže,
- Izvršavanje korisnikovih naredbi (uključiti/isključiti),
- Zaštita uređaja od preopterećenja,
- Komunikacija sa OHM-om,
- Vremensko usklađivanje sa OHM-om,
- Praćenje potrošnje priključenog uređaja,
- Pamćenje rezultata merenja ukoliko OHM trenutno nije aktivan u mreži (nestanak napajanja OHM-a).

Veliki deo posla koji se tiče učestvovanja u održavanju ZigBee mreže je već urađen u primerima koji su dati na internetu i koji se preporučuju kao osnova za dalji razvoj. Priključnica uključuje ili isključuje potrošač u zavisnosti od naredbi korisnika ili OHM-a, ukoliko se koristi predefinisani način rada u nekom periodu vremena. Što se tiče zaštite od preopterećenja, potrebno je dozvoliti preopterećenje u kratkom intervalu vremena odmah po uključenju zbog potrošača kao što su motori ili grejači. Priključnica konstantno prati snagu potrošača i ukoliko je ona veća od unapred definisane u periodu od dve sekunde, automatski se isključuje potrošač. Komunikacija sa OHM-om se odvija razmenom poruka unapred definisanog formata koji zavisi od funkcije poruke. Vremensko usklađivanje sa OHM-om je potrebno jer priključnica ne poseduje informaciju o trenutnom vremenu. Informacija o trenutnom vremenu je veoma značajna u sistemu, jer omogućava prikaz korisniku kad je zabeležena određena potrošnja, kao i razvoj scenarija ponašanja sistema (npr. uključivanje određenih potrošača u zavisnosti od dela dana i cene električne energije u toku dana). Priključnica konstantno prati vrednost snage koja se razvija na uređaju u nekom intervalu koji je podesiv od strane korisnika. Zatim šalje pomenutu informaciju zajedno sa informacijom o trajanju intervala vremena na koji se odnosi merenje OHM-u, kako bi mogla da se izračuna potrošnja uređaja. Ukoliko OHM

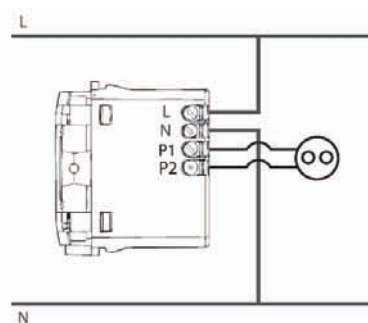
trenutno nije aktivan u mreži (nestanak napajanja) podaci se čuvaju u trajnoj memoriji mikrokontrolera i prosleđuju OHM-u kasnije. Podatke o potrošnji uređaja je moguće pogledati pristupom bazi podataka OHM-a.

7. IZGLED REALIZOVANOG UREĐAJA I NAČIN POVEZIVANJA

Na slici 6 prikazan je realizovan uređaj upakovan u plastično kućište, a na slici 7 je prikazana šema povezivanja uređaja.



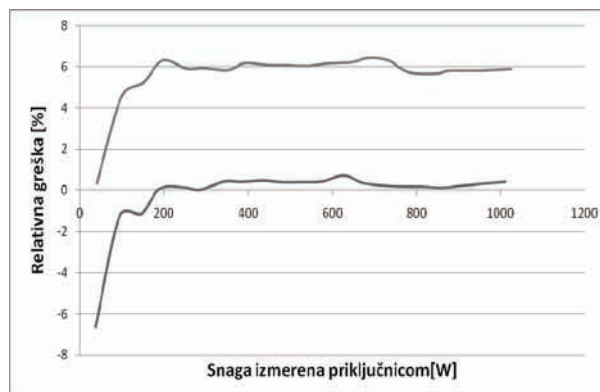
Slika 6. Izgled realizovanog uređaja



Slika 7. Šema povezivanja realizovanog uređaja

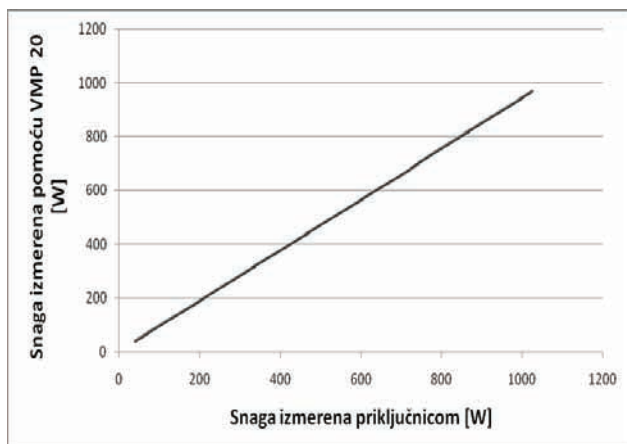
8. REZULTATI TESTIRANJA

Nakon izrade prototipa uređaja izvršena su testiranja tačnosti merenja aktivne snage i faktora snage. Kao referentni instrument upotrebljen je univerzalni instrument VMP 20 kompanije INSEL. VMP 20 meri i na svom displeju prikazuje četiri veličine: efektivnu vrednost napona i struje, aktivnu snagu i faktor snage. Tačnost uređaja je 2% od pune skale za merenje faktora snage, a 0,5% od pune skale za merenje struje i napona. Priključnica je podešena da meri srednju vrednost aktivne snage u intervalu od pet sekundi. Prilikom merenja snage uređaja, faktor snage je bio približno jedan (potrošač su bile sijalice). Obradom rezultata dobijenih od priključnice i referentnog instrumenta, dobija se gornji grafik prikazan na slici 8.



Slika 8. Relativna greška priključnice

S obzirom na relativnu grešku koja je oko 6 % od referentne vrednosti, izvršena je korekcija rezultata merenja. Slika 9 prikazuje zavisnost rezultata merenja dobijenih od priključnice i od referentnog instrumenta. Na osnovu izgleda grafika sa slike 9, sledi da je moguće izvršiti korekciju merenja priključnice pomoću linearne funkcije.



Slika 9. Zavisnost rezultata merenja

Nakon izvršene korekcije rezultata merenja linearnom funkcijom, merenja su ponovljena i dobijen je donji grafik prikazan na slici 8. U opsegu preko 50 W, relativna greška priključnice pri merenju snage je ispod 2% od referentne vrednosti. Međutim, za vrednosti snage manje od 50 W, greška je i do 6,5% zbog vrednosti greške mikrokontrolera pri zaokruživanju na cele brojeve koja je uporediva sa rezultatima merenja. Kako je po standardu IEC 60669 priključnica namenjena i za uključivanje i isključivanje motora čiji je faktor snage minimalno 0,6; izvršena su merenja faktora snage pomoću priključnice i referentnog instrumenta. Faktor snage je menjan u opsegu od 0,5 do 0,95 pri čemu je i snaga potrošača menjana. Rezultati merenja su pokazali da priključnica meri faktor snage u pomenutom opsegu sa relativnom greškom od 5% u odnosu na referentnu vrednost.

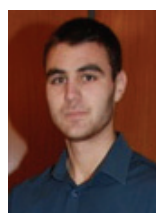
9. ZAKLJUČAK

Pametne kuće su sve prisutnije, kako zbog svoje energetske efikasnosti, tako i zbog komfora koji pružaju svojim ukućanima. Realizovani uređaj (priključnica) doprinosi boljoj energetskej efikasnosti pametnih kuća, a kako će potreba za energijom u budućnosti rasti, biće potrebno unapređivati postojeći uređaj, kao i celokupan OBLO sistem, i razvijati nove uređaje slične namene što daje podsticaj za dalja istraživanja i razvoj.

10. LITERATURA

- [1] OBLO official site, <http://www.oblo.rs/sr/>
- [2] V. Bego, "Merenja u elektrotehnici", Tehnička knjiga, Zagreb, 1975.
- [3] ZigBee Alliance official site, <http://www.zigbee.org/>
- [4] TE Connectivity, "The application of relay coil suppression with DC relays", http://relays.te.com/appnotes/app_pdfs/13c3311.pdf
- [5] Texas Instruments, "A True System-on-Chip Solution for 2.4-GHz IEEE 802.15.4 and ZigBee Applications", <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/cc2530.pdf>

Kratka biografija:



Milorad Vukadinović rođen je u Sremskoj Mitrovici 1988. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroprocesorska elektronika odbranio je 2012. god.

JEDNO REŠENJE SPREŽNOG SISTEMA ZA INTERAKTIVNU KONTROLU PAMETNIH KUĆA

Božić Milivoj, Bojan Mrazovac, Ištvan Pap, Mirko Vucelja, Miloš Janković
Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, email: milivoj.bozic@rt-rk.com

Sadržaj – U ovom radu opisuje se pristup realizaciji sprege za nadgledanje i interaktivno upravljanje uređajima u pametnim kućama pomoću računarske mreže. Posebna pažnja je usmerena pronalaženju i povezivanju sa centralnim kontrolnim uređajem, koji je zadužen za upravljanje ostalim perifernim uređajima. Uvođenje korisničke aplikacije, koja se koristi za opisani sprežni sistem, omogućuje praktičnije, jednostavnije i efikasnije rukovanje datim sistemom.

1. UVOD

Ubrzan razvoj tehnologije u velikoj meri utiče na kvalitet života ljudi. Teško je zamisliti današnju svakodnevnicu bez niza uređaja u domaćinstvu koji do pre par godina nisu ni postojali. U poslednje vreme se javila ideja tzv. "pametnih kuća" [1], gde čovek korišćenjem centralnog uređaja kontroliše sve ostale umrežene uređaje u svojoj kući.

Jedan od načina da se poboljša kvalitet života jeste da se unapredi komfor i sigurnost unutar doma. Takođe, jedna od bitnih osobina je ekonomično korišćenje električne energije sa kojom raspolazemo, što pomaže očuvanju planete i racionalnijem korišćenju raspoloživih resursa [2-4]. Sa druge strane, automatizovana interakcija sa okruženjem je veoma bitna, pošto značajno doprinosi smanjenju direktne umešanosti čoveka. Takav sistem obezbeđuje jednostavno rukovanje uređajima u skladu sa potrebama i navikama ljudi.

U ovom radu dat je predlog proširenja sistema za pametno upravljanje elektroenergetskim instalacijama u kući – *Oblo* [9]. U *Oblo* sistemu, centralni uređaj putem bežične mreže, upravlja pametnim električnim utičnicama, prekidačima i ostalim uređajima. Na slici 1. se vidi centralni uređaj koji je sa jedne strane povezan sa pametnim uređajima, dok na drugoj strani se nalaze uređaji sa korisničkim aplikacijama. Glavna tema ovog rada su sprege koje povezuju korisničke aplikacije sa sistemom, dat je njihov opis i poređenja efikasnosti i mogućnosti, u cilju da se omogući razvoj aplikacija koje bi ovaj sistem učinile praktičnim i laganim za korisnika.

2. ARHITEKTURA OBLO SISTEMA

Osnovi princip integracije *Oblo* sistema u domaćinstvo jeste realizacija pametne kuće, u kojoj se preko bežične mreže kontrolišu uređaji priključeni za električnu mrežu. Sistem koristi Zigbee 2,4GHz bežičnu mrežu za efikasno upravljanje i konfiguraciju [5].

Centralni uređaj sistema predstavlja *Oblo Manager*, koji predstavlja sponu između IP (LAN/WiFi) mreže i Zigbee uređaja, uz mogućnost da kontroliše sve uređaje u kući. *Oblo Manager* obrađuje naredbe koje prihvata od korisnika (bilo čoveka ili skriptova za automatsko izvršavanje operacija), dobavlja podatke o stanju uređaja priključenih na utičnice. Takođe komunicira sa mrežnim

aplikacijama koje omogućuju lakšu interakciju čoveka sa krajnjim uređajima.



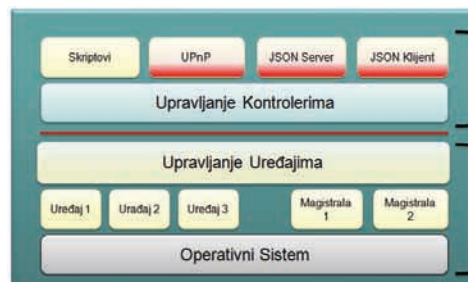
sl.1. Integracija *Oblo* sistema

Oblo se sastoji iz nekoliko grupa perifernih uređaja koji se zajedno sa *Oblo Manager*-om integrišu u sistem:

- Pametni prekidači
- Pametne utičnice
- Daljinski upravljač
- Senzori pokreta

Kontrola svetla u kombinaciji sa perifernim *Oblo* modulima nudi fleksibilnost u radu. Moguće je upravljati svetlosnim grupama nezavisno od električnih instalacija. Sam sistem je predviđen za integraciju i sa drugim uređajima u kući ili zgradi takođe pružajući fleksibilnost i u njihovom korišćenju. Uređaji koji se prvi put uvode u sistem se mogu integrisati jednostavnom implementacijom programskih modula za njihovo upravljanje. Sistem je opremljen rukovaocem događajima (eng. *events*) koji na svaku promenu stanja u okruženju aktivira novi događaj.

Programska podrška *Oblo Manager* je realizovan u C++ programskom jeziku. Programsko rešenje je prenosivo na Microsoft Windows i Linux operativne sisteme.



sl.2. Arhitektura *Oblo Manager*-a

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz master rada Milivoja Božića. Mentor je bio prof. dr Vojin Šenk.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Zlatibor, juni 2012.

Na slici 2. je prikazana arhitektura Oblo Manager-a, na kojoj se vidi način uvezivanja modula zaduženih za upravljanje uređajima sa modulom koji rukovodi kontrolerima, preko koga se uređaji sa korisničkom aplikacijom povezuju sa sistemom.

2.1. LUA SKRIPTOVI

Oblo Manager podržava skripte pisane u programskom jeziku Lua [6]. Pomoću Lua skriptova jednostavno se uređuje i definiše ponašanje Oblo Manager-a, bez izmena programskog koda jezgra sistema. Na ovaj način, pristup uređajima i spregama koje je potrebno kontrolisati je pojednostavljen. U isto vreme veći broj Lua skriptova može biti aktivan sa različitim operacijama. Skript može da sadrži i više paralelnih niti. Aktivnosti koje se mogu poveriti skriptovima su:

- Konfiguracija sistema (otkrivanje uređaja na mreži)
- Nadzor sistema
- Obrada različitih događaja koji stižu sa uređaja
- Kontrola uređaja u realnom vremenu

Takođe, ostali skript jezici mogu biti podržani na sličan način, kao npr. PHP.

3. PREDLOZI REŠENJA ZA DALJINSKU KONTROLU OBLO SISTEMOM

Kontrola sistema od strane korisnika predstavlja jedan od problema i izazova razvoja sistema ove namene. Ideja je da se na što efikasniji način omogući korisniku izvršenje željene operacije i pristup potrebnim informacijama. Pomoću Lua skriptova se može zadati ponašanje i rad Oblo sistema, ali Lua skriptovi nisu pogodni za upravljanje na daljinu. Dalje u radu će se razmatrati dva predloga za rešavanje upravljanja na daljinu, a to su:

- UPnP mrežna korisnička sprega
- Mrežne aplikacije koje pristupaju sistemu zasnovane na JSON (eng. *JavaScript Object Notation*) protokolu

3.1. UPNP MREŽNA KORISNIČKA SPREGA

Pomoću UPnP (eng. *Universal Plug and Play*) protokola može se pristupiti informacijama vezanim za rad i stanje sistema, rukovati uređajima, pristupati informacijama i upravljati radom kontrolera. Sprega je realizovana u vidu *klijent-server* aplikacije koja omogućava udaljenim klijentima da preko internet pretraživača kontrolišu lokalne uređaje u domaćinstvu. Klijentska aplikacija je realizovana u vidu HTML stranica koje su smeštene na Oblo Manageru. Slično rešenje je već ranije opisano u radu [7].

Otvaranjem pristupne stranice dobija se mogućnost izvršavanja željene aktivnosti i pristupa potrebnim informacijama. Jedna od prednosti upotrebe UPnP protokola je mogućnost pronalaženja Oblo Manager-a na mreži posredstvom SSDP (eng. *Simple Service Discovery Protocol*) [10] i to predstavlja veoma korisnu alatku za rukovanje ovim sistemom sa udaljenih lokacija.

Na slici 3. je prikazana stranica pomoću koje se pristupa kontroli svih kontrolera prepoznatih od strane sistema. Pored svakog kontrolera postoje tri tastera koja služe da zaustave ili pokrenu rad svakog kontrolera, uređuju pojedina svojstva ili da pokrenu test aktivnost tog

kontrolera. Na sličnoj stranici mogu se kontrolisati uređaji i njihova svojstva.



sl.3. primer UPnP stranice

U praksi upravljanje na ovaj način nije pokazalo najbolje rezultate za zahteve kontrole u realnom vremenu, stoga će se u nastavku razmatrati pristupi koji nude bolje rezultate za interaktivno upravljanje uređajima.

3.2 INTEGRACIJA JSON SPREGA U OBLO MANAGER

Da bi korisnička aplikacija mogla da se integriše u sistem potrebno je obezbediti spregu između te aplikacije i Oblo Manager-a. Ta sprega treba da pruži brzu razmenu poruka da bi se omogućila kontrola u realnom vremenu. Za potrebe razvoja te spregu koristi se TCP protokol, a podaci se prenosi u JSON (eng. *JavaScript Object Notation*) formatu [8].

Glavne prednosti JSON formata u odnosu na druge formate (npr. binarni) su:

- Jednostavnost
- Preglednost
- Tekstualno orijentisane poruke razumljive za čoveka
- Objektno orijentisan, lak za integraciju

Oblo Manager sa korisničkom aplikacijom razmenjuje poruke koje su formatirane kao JSON objekti. Izgled jedne poruke zavisi od komande koju je potrebno poslati. Poruka treba da sadrži informaciju o datom Oblo Manager-u, informaciju o klijentskom uređaju, pun naziv naredbe i njene parametre. Ispod je dat primer jedne takve naredbe:

```
{
  "msg_type": "command",
  "client_id": "SDF65tthy6",
  "oblo_id": "fdsf546FDG",
  "command": "get_devices",
  "min": "0",
  "max": "10"
}
```

Odgovor na naredbu takođe sadrži podatke o datom Oblo Manager-u i informaciju o klijentskom uređaju, kao i

podatke koji čine odgovor na datu komandu. Odgovor na ovu naredbu bi bio:

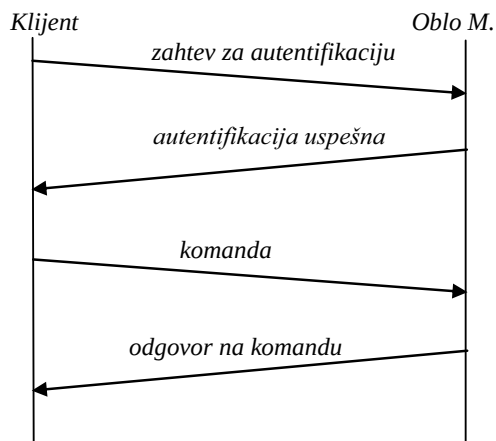
```
{
  "msg_type": "response",
  "client_id": "SDF65tthy6",
  "oblo_id": "fdsf546FDG",
  "device_list":
  [
    "device_id": 3,
    "device_id": 7
  ]
}
```

Oblo Manager-om se upravlja pomoću više od 40 naredbi. Za svaku od tih naredbi moguće je poslati odgovarajuću JSON poruku i izvršiti predviđenu aktivnost. U nastavku je dat opis dve sprege koje koriste JSON:

- Korisnička sprega za direktnu komunikaciju između Oblo Manager-a i korisničke aplikacije
- Korisnička sprega za indirektnu komunikaciju između Oblo Manager-a i korisničke aplikacije

3.2.1. MREŽNA KORISNIČKA SPREGA ZA DIREKTNU KOMUNIKACIJU IZMEĐU KORISNIČKE APLIKACIJE I OBLO MANAGER-A

Na strani Oblo Manager-a realizovan je TCP server informacija koji pruža usluge potencijalnim klijentima. Poruke koje se razmenjuju između Oblo Manager-a i klijentske aplikacije su formatirane kao JSON objekti. Zadavanje komandi je moguće tek nakon autorizacije, koja se sastoji od razmene korisničkog imena i šifre.

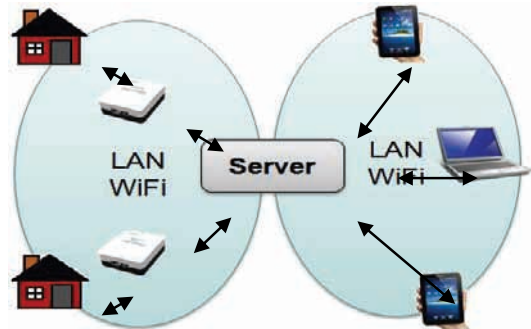


sl.4. Komunikacija između korisničke aplikacije i Oblo M. mrežne sprege za udaljenu kontrolu

Posle autorizacije klijent je u mogućnosti da šalje komande i prima odgovore i događaje. Ovo je slučaj kada se klijentska aplikacija direktno povezuje na Oblo Manager. Za skladištenje podataka koristi njegove resurse, što ograničava klijentsku aplikaciju na memorijski prostor Oblo Manager-a. Ovaj način povezivanja je pogodan za vezu klijenta sa jednim lokalnim Oblo Manager-om. Raskidanje TCP veze inicira klijent, a za svako ponovno povezivanje potrebno je izvršiti autorizaciju.

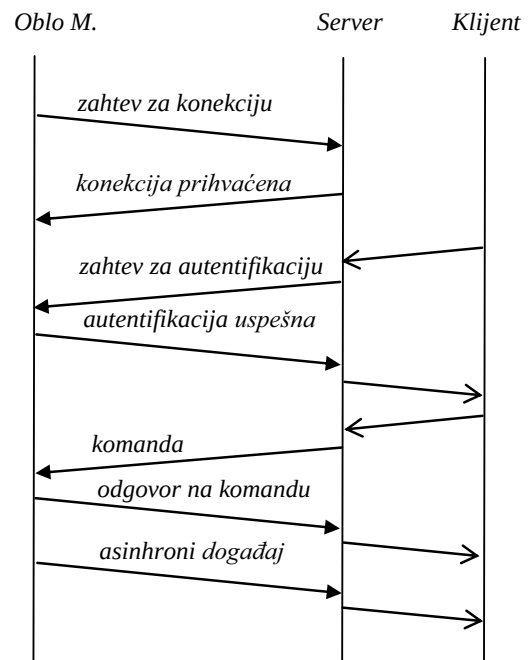
3.2.2. MREŽNA KORISNIČKA SPREGA ZA INDIREKTNU KOMUNIKACIJU IZMEĐU KORISNIČKE APLIKACIJE I OBLO MANAGER-A

U ovom slučaju Oblo Manager-a se na centralni server povezuje stalnom ili privremenom TCP vezom. I ovde se koristi razmena JSON poruka, kao i u prethodnom slučaju. Server predstavlja centralnu jedinicu sistema sa javnom IP adresom. Razlozi za uvođenje servera, kao medijatora ovog sistema su: globalna vidljivost na mreži, mogućnosti za skladištenje velike količine podataka, kontrolisanje većeg broja različitih objekata, kao i sinhronizacija različitih korisničkih uređaja.



sl.5. Izgled sistema

Na server se može priključiti veći broj Oblo Manager-a, kao i veći broj različitih klijenata, čineći tako kompleksnu strukturu sistema. Prilikom povezivanja servera i Oblo Manager-a, server prihvata zahtev Oblo Manager-a, upisuje ga u listu aktivnih Oblo Manager-a i dodeljuje mu identifikacioni broj, koji će biti njegov ID do kraja date sesije.



sl.6. Komunikacija posredstvom servera

Za slanje komande, klijent mora da odabere ciljani Oblo Manager koji je prijavljen na server. Potom prosleđuje zahtev za autorizaciju serveru sa identifikacionim brojem odabranog Oblo Manager-a, a zatim server prosleđuje poruku krajnjem uređaju. Nakon

autorizacije počinje razmena komandi i događaja. Bitni podaci za server kao posrednika u komunikaciji su informacije o aktivnim (prijavljenim) Oblo Manager-ima i klijentima, na osnovu čega se određuje putanja poruke. Ukoliko Oblo Manager u određenom intervalu ne dobije nikakvu poruku od servera on prekida vezu. Nakon nekog vremena ponovo će pokušati da se priključi na server. Sam server takođe ima mogućnost da raskine sesiju sa datim Oblo Manager-om.

4. EKSPERIMENTALNA POREĐENJA EFIKASNOSTI NAVEDENIH SPREGA

Kontrola u realnom vremenu je jedan od glavnih korisničkih zahteva vezanih za upravljanje datim sistemom. U ovom eksperimentu mereno je vreme koje protekne od poziva date funkcije do trenutka kada ta promena bude izvršena i prezentovana korisniku. Merenja su obavljena u dve konfiguracije:

- upotrebom UPnP protokola za interaktivnu kontrolu
- upotrebom realizovane sprege zasnovane na JSON porukama

Izvođenjem istih operacija u oba slučaja dobijeni su sledeći rezultati:

		Vreme koje protekne od slanja komade pa do trenutka kada je promena registrovana	
komanda		JSON	UPnP
Promena nivoa svetla		0.35s	2.1s
Promena statusa uređaja		0.21s	2.3s
Prikaz liste uređaja		0.12s	1.45s
Prikaz karakteristika sistema		0.15s	1.55s

sl.7. Rezultati merenja

Rezultati pokazuju da za kontrolu u realnom vremenu mrežne sprege sa JSON porukama pokazuju bolje rezultate. Jedan od razloga što UPnP ima lošiji odziv je to što se podaci vezani za komandu izdvajaju iz HTTP poruka koje se razmenjuju. Drugi razlog je to što se za svaku UPnP poruku ponovo definiše TCP konekcija.

UPnP ipak ostaje kao deo sistema jer obezbeđuje mehanizme za lakšu konfiguraciju sistema, npr. pomoću servisa SSDP moguće je prepoznati aktivne Oblo Manager-e na lokalnoj mreži.

U odnosu na neka prethodna rešenja [3], [4], predstavljeni sistem uvodi mogućnost automatske kontrole uređaja priključenih na Oblo električnu mrežu, korišćenjem UPnP sprege i Lua obrazaca ponašanja.

5. ZAKLJUČAK

Kroz ovaj rad je prikazan način rukovanja sistemom za kontrolu i nadzor pametnih kuća. Opisani su Lua skriptovi, koji predstavljaju inovativni pristup za realizaciju ambijentalne inteligencije. Prikazana je mogućnost izvršavanja komandi posredstvom UPnP internet stranica, izražavajući efikasnost sprege koje koriste JSON protokol. Merenjima je potvrđeno da su

JSON poruke pogodne za ostvarivanje komunikacije u realnom vremenu i da su praktično i funkcionalno najbolje rešenje za spregu sa korisničkim aplikacijama. Više načina za kontrolu u kombinaciji sa mogućnosti pronalaženja na mreži, nudi prednost u odnosu na postojeća rešenja koja uglavnom realizuju isključivo jedan od navedenih načina.

Proširenje predstavljenog sistema sa modulima za korišćenje novih uređaja neće narušiti funkcionalnost postojećih sprege. Sa druge strane razvoj korisničkih aplikacija ima veliku fleksibilnost u pogledu razvoja istih za namene kontrole i nadzora.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, projekat 44009, od 2012. godine.

LITERATURA

- [1] V. Sundramoorthy, Q. Liu, G. Cooper, N. Linge, J. Cooper, "DEHEMS: A User-Driven Domestic Energy Monitoring System", Proc. of Int. of Things (IOT '10), Nov. 2010, pp. 1-8
- [2] B. Mrazovac, M. Z. Bjelica, I. Papp, N. Teslic, "Towards Ubiquitous Smart Outlets for Safety and Energetic Efficiency of Home Electric Appliances", in Proc. of Inter. Conf. on Consumer Electronics (ICCE '11), Berlin (Germany), pp. 324-328, 2011.
- [3] M. Weiss, D. Guinard, "Increasing Energy Awareness Through Webenabled Power Outlets", in Proc. of 9th ACM Inter. Conf. on Mobile and Ubiqu. Multimedia (MUM '10), Limassol (Cyprus), Dec. 2010.
- [4] J. Han, H. Lee, K.R. Park, "Remote-Controllable and Energy-Saving Room Architecture based on ZigBee Communication", IEEE Trans. on Cons. Electr., vol.55, no.1, pp.264-268, Feb. 2009.
- [5] V. Nuhijević, M. Vucelja, S. Vukosavljev, B. Radin, N. Teslic "An intelligent home networking system", in Proc. of Inter. Conf. on Consumer Electronics (ICCE '11), Berlin (Germany), 2011.
- [6] Lua, programski jezik, <http://www.lua.org/>
- [7] Trajan Stalevski, "Kontrola uređaja pomoću veb pretraživača", ETRAN 2011.
- [8] JSON protokol, <http://www.json.org/>
- [9] Oblo system, <http://www.oblo.rs/>
- [10] UPnP protocol, <http://www.upnp.org/>

Abstract – This paper describes an approach of realization of interface for monitoring and interactive control of devices in smart homes. The central node is responsible for managing all devices in the home. The connectivity with the central node and its discovery on the network is also addressed. User applications that rely on the implemented interface enable simple and efficient control of the system.

REALIZATION OF INTERFACE FOR INTERACTIVE CONTROL OF SMART HOUSES

M. Božić, B. Mrazovac, I. Papp, M. Vucelja, M. Janković

IDENTIFIKACIJA ZAŠTITA U POLJIMA U VELIKIM DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA
IDENTIFICATION OF PROTECTION IN BAYS IN LARGE DISTRIBUTION NETWORKSNovo Šandara, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Ovaj rad se bavi problemom relejne zaštite sa velikom distributivnim mrežama. Najrasprostranjeniji standard za modelovanje elektroenergetskih sistema, a samim tim i modelovanje zaštite je CIM (Common Information Model). Rad se bavi njegovom transformacijom u model nad kojim se mogu brže i uz manju zahtjevnost izvršavati energetske funkcije topološke analize, tokova snaga, estimacije stanja, kao i relejne zaštite, itd. Za ovaj rad je predložen način transformacije CIM modela upotrebom polja koja u sebi sadrže i zaštitu elektrodistributivnih mreža. Pošto je reč o velikim mrežama čiji model ne može da obrađuje jedan računar u radu je predložen način podjele mreže i data je ideja upotrebe Cloud computing-a. Rad sadrži i prikaz performansi, novih tehnologija koje su korišćene pri praktičnoj realizaciji identifikacije zaštite u poljima (C#, .NET, CLOUD).

Abstract – This paper is dealing with problem of relay protection in large distributive networks. The most widespread standard for modeling of electroenergetical system and also for protection is CIM (Common Information Model). The paper is about its transformation into model with which we can run energetical function, such as topology analyzer, load flow, state estimation and relay protection on faster and less demanding way. In this paper we suggest the way of correction CIM model with use of bays which also has a protection of elektrodistributive networks. Since software deals with large networks, which model can't process one computer in this paper is suggested a solution of sharing network and the use of Cloud computing. The paper also contains a review of performances and new technologies which are used in practical realisation in identification of protection in bays (C #, .NET, cloud)

Ključne riječi: relejana zaštita, elektrodistributivna mreža, model, Cloud Computing, Windows Azure, povezivanje polja, C#

1. UVOD

U savremenim elektrodistributivnim preduzećima primijećen je stalni porast potreba za što kvalitetnijom i sigurnijom isporukom električne energije potrošačima, što zahtjeva odgovarajuću distributivnu mrežu, tj. mrežu sa kvalitetnim naponima i malim gubicima energije, sa malim brojem kvarova i ispada opreme, sa kontrolisanim preuzimanjem reaktivne snage od prenosne mreže itd. Tako kvalitetna isporuka električne energije kao i održavanje stabilnosti i efikasnosti u upravljanju jednog savremenog elektroenergetskog sistema može da se

obezbjedi investiranjem u skupu energetska opremu i primjenom značajno jeftinije opreme za automatizaciju i sofisticiranih sistema za automatizaciju i upravljanje distributivnih mreža - DMS softvera (*Distribution Management System*). Uloga računara u upravljanju elektroenergetskom mrežom je nesumnjivo velika. Kako dolazi potreba za obradu distributivnih mreža većih gradova i područja, tako procesorske i memorijske mogućnosti računara ne mogu više da podrže zahtjeve cijele mreže. Rješenje ovog problema može se naći u distribuiranoj obradi, a radi poboljšanja performansi može se koristiti i paralelna obrada podataka. Kao ideja distribuirane obrade javlja se upotreba novih tehnologija odnosno primjena *cloud computing*-a. Ova tehnologija u posljednjih nekoliko godina doživljava ekspanziju. Velike svetske kompanije ulažu ogroman novac u ovu oblast. Trenutno postoji nekoliko rešenja za platforme u oblaku među kojima su IBM-ov *SmartCloud*, Amazon-ov *AWS* i Microsoft-ov *Windows Azure*. Za implementaciju rešenja identifikacije relejne zaštite u poljima odabran *Windows Azure* kao platforma koju čine najnapredniji servisi trenutno na tržištu.

U ovom radu je elaborirano zašto se u modelu zaštite elektrodistributivnih mreža nalazi u poljima. Dat je jedan predlog identifikacije zaštite odnosno formiranja polja, za predloženi algoritam izvršena su merenja vremena da bi se prikazale performanse novih tehnologija koje su primenjene.

Opis Relejna zaštita date su u drugoj glavi. Treća glava prezentuje razvojno okruženje u kom je razvijen softverski alat. U četvrtoj glavi opisane Arhitektura Sistema, dok su u glavi pet opisana polja. U šestoj glavi iznesen je zaključak, a u sedmoj glavi data je korišćena literatura.

2. RELEJNA ZAŠTITA

Kao što je navedeno u uvodnom dijelu rad se bavi problemom relejne zaštite velikih distributivnih mreža. U okviru ovog poglavlja ukratko će biti opisana uloga zaštite i biće navedene relejne zaštite koje se mogu pronaći u distributivnim mrežama. Osnovni zadatak zaštite je otkrivanje i eliminacija poremećaja (nenormalnog stanja) u pogonu EES. Poremećaj može da bude kvar ili opasno pogonsko stanje. Kvar je značajnije odstupanje od normalnih pogonskih prilika (izazivaju oštećenja). Primjer kvara su kratki spojevi. Dok opasno pogonsko stanje je odstupanje od normalnih pogonskih prilika (kratkotrajno ne izazivaju oštećenja, ali dugotrajne smetnje mogu izazvati oštećenje). Primjer smetnji jesu preopterećenja, nesimetrično opterećenje i slično. Napred pomenuta stanja predstavljaju stanja u kojima „parametri“ (napon, struja, frekvencija, trajanje nekog režima, itd.)

NAPOMENA: Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Duško Bekut.

izlaze iz okvira stanja predviđenim projektima i konstrukcijom elektroenergetskog sistema (normalnog radna stanja). Pri tome može se smatrati da opasno pogonsko stanje predstavlja lakši vid odstupanja od normalnog stanja [1].

Opasna pogonska stanja koja se mogu javiti u EES odnosno u elektrodistributivnoj mreži, jer je ona od značaja za ovaj rad, su sljedeća.

- Nenormalno niski naponi,
- Nenormalno visoki naponi,
- Previsoka temperatura elementa u pogonu,
- Pojava dozemnog spoja,
- Nesimetrično opterećenje generatora,
- Prevelik broj obrtaja

Osnovni element za zaštitu elektroenergetskih sistema je relej. **Relej** je zaštitni uređaj koji trajno kontrolira određenu električnu ili neelektričnu veličinu, te kod unaprijed određene vrijednosti izaziva naglu promjenu u jednom ili više komandnih ili signalnih strujnih krugova (isključuje prekidač, isključuje pobudu generatora, zatvara brzo zatvarajući ventil, uključuje svjetlosnu i zvučnu signalizaciju, šalje signal prorade u postrojenje daljinskog upravljanja postrojenja, ...) [2].

Zahtjevi koji se postavljaju pred relejnu zaštitu su [1]:

- Selektivnost,
- Brzina reagovanja,
- Osjetljivost,
- Pouzdanost i sigurnost

Zaštite koje se mogu pojaviti u elektroenergetskim sistemima su:

1. **Prekostrujna zaštita** - Strujna zaštita koja djeluje kada struja, na mjestu ugradnje releja, dostigne određenu podešenu vrijednost.
2. **Distantna zaštita** - Impedantna zaštita čije je djelovanje zavisno o udaljenosti između mjesta priključka (ugradnje) releja i mjesta kvara.
3. **Diferencijalna zaštita** - Zaštita koja upoređuje iste električne mjerne veličine po iznosu, smjeru i fazi na oba kraja štice objekta. Upoređivanje se izvodi s pomoćnim vodom, komunikacijskim kablom ili telekomunikacijskim kanalom.
4. **Usmjerena zaštita** - Zaštita koja djeluje kada se smjer struje (energije) kvara podudara s usmjerenjem releja, nezavisno ili zavisno u njenom iznosu.
5. **Podnaponska zaštita** - Naponska zaštita koja djeluje kada napon, na mjestu ugradnje releja, padne ispod određene podešene vrijednosti.
6. **Nadnaponska zaštita** - Naponska zaštita koja djeluje kada napon, na mjestu ugradnje releja, dosegne određenu podešenu vrijednost.
7. **Podfrekventna zaštita** - Frekvencijska zaštita koja djeluje kada frekvencija, na mjestu ugradnje releja, padne ispod određene podešene vrijednosti. U novijim izvedbama zaštita prati se i brzina promjene frekvencije.
8. **Nadfrekventna zaštita** - Frekvencijska zaštita koja djeluje kada frekvencija, na mjestu ugradnje releja, dosegne određenu podešenu vrijednost. U novijim izvedbama zaštita prati se i brzina promjene frekvencije.

9. **Termička zaštita** - Zaštita koja djeluje kada temperatura štice objekta poraste iznad podešene vrijednosti.

Ka što je već rečeno u radu je od značaja relejna zaštita velikih distributivnih mreža. Pošto procesorska i memorijska moć jednog računara nije dovoljna za obradu ovakvih mreža potrebno je elektrodistributivnu mrežu podijeliti tako da može da se obrađuje na više računara. Podjela mreže za ovakvo procesiranje je izvršena na nezavisne cjeline, čime nema komunikacije između računara. Ovo podjela se radi tako što se polazi od transformatorske stanice visokog napona na srednji napon i sve što se galvanski napoja sa te transformatorske stanice se stavi u jednu cjelinu. Kad je podijeljena mreža spremna je za distribuiranu obradu. Kao što je navedeno u uvodu, ovaj rad se, pored identifikacijom zaštite u poljima, bavi i ispitivanjima novih tehnologija za distribuiranu obradu sistema. Konkretno to je *Cloud* i *Windows Azure* platformom, koja je opisana u sljedećem poglavlju.

3. OSNOVE CLOUD-A I WINDOWS AZURE-A I C# PROGRAMSKI JEZIK

Cloud computing je tehnologija kojom se obezbjeđuje fleksibilan, od lokacije nezavisan pristup računarskim resursima koji se brzo i neprimjetno zauzimaju i oslobađaju prema potražnji [3]. Računarski resursi se apstrahuju i obično virtuelizuju, i korisnicima se isporučuju u vidu usluga. Neke od prednosti *cloud computing*-a su: plaćanje usluga onoliko koliko se koriste, nepotrebna početna investicija u infrastrukturu kao i instaliranje i održavanje servera, upravljanje licencama aplikacija, laka prilagodljivost i proširivost potrebama više korisnika ili dodatnih usluga, mogućnost pristupa podacima sa bilo koje mašine, niski fiksni mjesečni troškovi. Platforme za *cloud* se razlikuju po tipu usluga koje nude korisnicima, a postoje tri tipa:

- **Infrastruktura kao usluga** – (engl. *Infrastructure as a Service – IaaS*) korisniku se nudi hardverska podrška kao usluga, komponente za uravnoteženo korištenje sistema (engl. *Load Balancer*) i skladište podataka kome se pristupa putem interneta.
- **Platforma kao usluga** – (engl. *Platform as a Service – PaaS*) predstavlja model u kome korisnici koriste sopstvenu aplikaciju bilo kupljenu ili lokalno razvijanu i u *cloud*-u samo koriste platformu koja će podržati njihovu aplikaciju. U ovom slučaju korisnici nemaju kontrolu nad hardverom provajdera.
- **Programska podrška kao usluga** – (engl. *Software as a Service – SaaS*) podrazumjeva da provajder nudi određene servise korisnicima, pri tome podešavajući okruženje u kome se izvršava njegova aplikacija, tako da korisnik ne mora i nema kontrolu nad konfiguracijom hardvera i softvera koji se koristi.

Windows Azure je platforma kompanije *Microsoft* za *cloud computing* koja se koristi za izgradnju, realizaciju i upravljanje aplikacijama kroz globalnu mrežu upravljivih centara podataka, od strane *Microsoft*-a. *Azure* se sastoji iz tri komponente:

- **Compute** – servis koji je zadužen za izvršavanje aplikacija u oblaku i koji je sastavljen iz procesa (engl. *Roles*). Postoji tri tipa procesa: internet (engl. *Web Role*) koji je namjenjen kao prednji sloj aplikacije i za primanje zahtjeva, radni proces (engl. *Worker Role*) koji je namjenjen za izvršavanje aplikacija koje imaju ulogu pozadinskih procesa i proces virtualne mašine (engl. *VM Role*).
- **Storage** – mehanizam za skladištenje podataka. Postoji tri tipa skladištenja koja se nude korisniku: *Blob* služi za skladištenje binarnih podataka, tabela (engl. *Table*) podsjeća na *SQL* bazu podataka i u njoj su skladišteni podaci organizovani u particije i redove, red (engl. *Queue*) je namijenjen za komunikaciju između pojedinačnih procesa.
- **Fabric** – zadatak ovog dijela platforme je da dodijeljene korisničke resurse poveže u logičku cjelinu na koju se oslanjaju drugi servisi.

Za realizaciju predloženog rješenja kreiranja polja koristio se *PaaS* model usluga i radni procesi. *Azure* daje automatizovano okruženje i jednostavan aplikativni interfejs, a glavna pogodnost je mogućnost paralelnog izvršenja povezivanja na *cloud*-u.

Aplikacije koje se prave za oblak mogu biti pravljene koristeći .NET okruženje u programskim jezicima poput C#, ili mogu da budu pravljene bez korišćenja .NET okruženja u drugim programskim jezicima. C# je jedan od programskih jezika koji je nastao u skorije vreme. Nastao je 2002. godine kao sastavni deo *Microsoft .NET Framework*-a 1.0. Spada u objektno orijentisan programski jezik kao i većina modernih viših programskih jezika. Jezik je opšte namene i namenjen je izradi aplikacija za .NET okruženje.

U sljedećem poglavlju biće opisana arhitektura softvera na kome su vršena mjerenja vremena za identifikaciju zaštite u poljima. Preciznije, mjerena su vremena formiranja polja.

4. ARHITEKTURA SISTEMA

Za potrebe ovog rada korišćen je DMS softver prototip čija je arhitektura ukratko opisana u okviru ovog poglavlja. Prototip sadrži servis *NMS* (*Network Model Service*) u kome se nalazi data distributivna mreža sa svim detaljima vezanim za svaki element mreže. Podaci iz *NMS*-a se smještaju u *Blob*, a zatim raspoređuju na jednu ili više *cloud* instanci, odnosno *FMS*-ova (*FunctionsManagerService*), gdje se na svakom obrađuje jedan dio distributivne mreže i gdje svaka instanca predstavlja jednu virtualnu mašinu i jedan *FMS*. U okviru *MTS*-a (*Model Topology Service*) izvrši se kreiranje internog modela (poboljšani *CIM* model), povezivanje i topološka analiza. Rezultat topologije je potreban energetske proračunima koji se odvijaju u okviru *CE*-a (*Calculation Engine*). *CFS* (*Core Functions Service*) proslijedi dio mreže nad kojim se vrše određeni proračun *CE*-u i kad dobije rezultat nazad proslijeđuje ga *DMD*-u (*Dynamic Mimic Diagram*) koji predstavlja grafički interfejs za prikaz rezultata. *NDS* (*Network Dynamic Service*) je zadužen za dinamiku, odnosno promjene koje su se desile na mreži, a iste prima sa *SCADA*-e (*Supervisory Control and Data Acquisition*). Na svaku

promjenu vrši se nova topološka analiza.

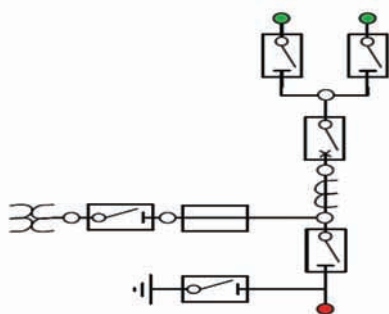
Što se tiče *MTS*-a on na osnovu dobijenih podataka iz *NMS*-a kreira interni model, gdje se vrši kopiranje svih važnih atributa potrebnih za energetske proračune. Sadrži *Model Framework* koji predstavlja bazu svih elemenata distributivne mreže i omogućava brzu pretragu željenih elementa. Elementi se razvrstavaju po blokovima i vektorima. *Linker* vrši povezivanje elemenata u internom modelu (odnosno prepravljeni *CIM*) tako da se dobije model povezane mreže (fideri povezani na transformatorske stanice, a one na napojne grane koje su vezane na prenosnu mrežu, itd.) U *Linker*-u se vrši i povezivanje relejnih zaštita odnosno vrši se kreiranje polja koja su opisana u narednom poglavlju. Komponenta *Builder* je zadužena za aktiviranje *Linker*-a i pokretanje kreiranja internog modela. *Topology Analyzer* od povezanog modela kreira graf elektroenergetske mreže u formi grana-čvor-šant (npr. sabirnice, vodovi, potrošači) i određuje koji dio mreže je pod naponom, a koji ne.

Nad grafom u formi grana-čvor-šant pogodno je vršiti energetske funkcije tokova snaga, estimacije stanja, rekonfiguracije mreže, itd. *Dynamic Subscriber* prati dinamiku preko *NDS*-a i na svaku promjenu, kao što je promjena stanja na prekidaču ili regulacionoj sklopki u transformatoru, reaguje tako što iste šalje *Topology Analyzer*-u da se ponovo odradi topološka analiza. *Dynamic Subscriber* koristi *Task Executor* koji aktivira topološku analizu pri svakoj promjeni koju dobije sa *SCADA*-e.

5 POLJA

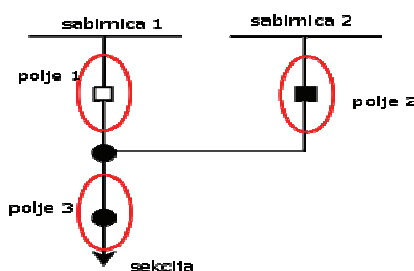
Ideja polja jeste da na jedan način prilagode *CIM* model za potrebe energetske funkcija i relejne zaštite. Odnosno da se model prilagodi njihovim potrebama kako bi se dobilo na preformansama. *Polje* predstavlja skup opreme koja se u njemu nalazi (prekidači, osigurači, strujni mjerni transformatori, naponski merni transformatori, elementi relejne zaštite itd.), ali i skup unutrašnjih veza (međusobne veze, odnosno ulazi i izlazi polja). Jedan primjer kojim se može pokazati kako uvođenje polja može da smanji broj grana, čime se dobija na preformansama, je dat na Slici 1. Na ovoj slici su prikazani elementi preko kojih se napaja jedan fider iz VN stanice. Ovaj fider se napaja preko 5 rastavljača, 1 prekidač, 1 osigurač, 1 strujni mjerni transformator, 1 naponski mjerni transformator i 9 čvorova. Na osnovu ovoga vidi se da se *CIM* model sastoji od devet grana [4], pa bi funkcija topološke analize i ostalih energetske funkcije kao i relejne zaštite morala da ide kroz svaku granu. Uvođenjem polja sve navedene elemente kao i elemente relejne zaštite predstavljaju se jednim elementom (objektom) koji se zove polje. Njegovo stanje može biti otvoreno ili zatvoreno. Ako se posmatra Slika 1 mogu se uočiti zelene tačke i crvena tačka koje predstavljaju sabirnice. Gledano od zelenih sabirnica ka crvenoj sabirnici za energetske funkcije i relejnu zaštitu od interesa je samo da li je crvena sabirnica napojena sa strane zelenih sabirnica. Odnosno, da li je polje zatvoreno ili otvoreno. Odnosno, ako se jednom obradi povezanost elementa i elemenata relejne zaštite i to smjesti u polje i ako se pri tome odredi da li je polje zatvoreno ili otvoreno može se uštedjeti na brzini i memoriji pri obradi

energetskih funkcija i relejne zaštite. Ovim se opravdava upotreba polja u DMS softveru.



Slika 1 – Oprema kroz koju se napaja jedan fider

Prethodno rečeno može da se formulisati na sledeći način. Ideja uvođenja polja je i u tome da se unutrašnja povezanost elemenata unutar polja (rasklopne opreme, mjerne opreme, opreme relejne zaštite i sl.), odnosno topologija polja odradi jednom, nakon kreiranja polja, kako bi se ovi podaci koristili kasnije prilikom obrade topologije distributivne mreže i izvršenja elektroenergetskih proračuna kao i funkcija relejne zaštite. Na taj način se kompleksnost mreže nad kojom se vrše topološka analiza i proračuni značajno smanjuje. Ideja formiranja polja koju nudi ovaj rad jeste da se sva polja modelovane mreže predstave kao polja sa dva kraja. Ovo je pokazano na Slici 2 gde je jedno složeno polje sa tri kraja podeljeno po ideji ovog rada.



Slika 2 – Podjela višekrajnog polja na dvokrajna polja

Ovaj način povezivanja provodnih elementa i elemenata relejne zaštite odnosno obrade kreiranja polja ima prednosti jer doprinosi brzini, ali sa druge strane sadrži više polja, a time i potrebu za većom memorijom. Doprinosi brzini jer svako polje može imati stanje zatvoreno ili otvoreno, čime nema potrebe kao kod polja sa više krajeva da se zavisno od kog kraja kreće topologija ispituje otvorenost polja.

Za ovu ideju izvršena su mjerenja vremena kreiranja polja na opisanom DMS softver portotipu, koji doprinose na brzini obrade energetskih funkcija i relejne zaštite. Realizacija ppolja je izvršena u programskom jeziku C# u Microsoft Visual Studio 2010 programskom okruženju uz .NET 4 podršku. Dobijena vremena upisivana su u Tabelu 1. u Tabeli 1 su upisana i vremena kreiranja polja realizovana u C++ programskom jeziku. U okruženju Microsoft Visual Studio 2010 vršeno je testiranje na maloj, srednjoj i velikoj mreži – gdje je mala šema sa 5 korijena,

srednja šema šema Novog Sada a velika šema predstavlja šemu Novog Sada uveličanu 4 puta. Velika šema se može podijeliti na 4 nezaviscne cjeline veličine Novog Sada, i na njoj primjeniti distribuirana i paralelna obrada.

Tabela 1 – Vrijeme kreiranja poljau sekundama

Broj procesa	Mala mreža		Srednja mreža		Velika mreža	
	C++	C#	C++	C#	C++	C#
1	0,49	0.13	1.63	0.56	7.22	1.84
2					X	1.04
4					X	0.58

Mjerenja su obavljena po tri puta i upisivano je srednje vrijeme, na računaru sa četiri procesorska jezgra. Vidi se iz Tabele 1 da nad velikom mrežom je moguća paralelna obrada, jer se ista mogla podijeliti na nezavisne dijelove. Brzina za dva procesa je 1.75 puta veća, dok je za četiri procesa ona približno 4 puta veća, u odnosu na jedan proces, čime se pokazala isplativost paralelne obrade.

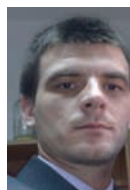
6. ZAKLJUČAK

Ovaj rad se bavio problemom relejne zaštite velikih distributivnih mreža. Da bi se tako velike mreže mogle obraditi u radu je relizovana jedna ideja za povezivanje provodnih elementata (prekidača, rastavljača, mjernih elemenata, elemenata relejne zaštite) i smještanje istih u polje, a navedene su prednosti i mane oveog rješenja. Izabrano je Cloud rešenje na Windows Azure platformi, a izvršena su testiranja na osnovu koji se vidi da se paralelizmom može postići dosta na preformansama sistema. Koja su neophodne upravo za obradu zaštita u tako velikim mrežama. U radu je opisana relejna zaštita koja je sastavni dio polja. Nabrojane su zaštite koje se koriste u elektrodistributivnim mrežama čime se dobija dojam o broju elemenata u samom polju. Kao ideja za nova istraživanja preporučuje se drugačija podjela mreže na cjeline, gdje cjeline su sada zavisne i potrebna je komunikacija između računara.

7. LITERATURA

- [1] D. Bekut, Relejna zaštita, FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2009.
- [2] Ante Marušić, Relejna zaštita postrojenja, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, 2011.
- [3] Simon Bradshaw, Christopher Millard, Ian Walden, "Contracts for Clouds: Comparison and Analysis of the Terms and Conditions of Cloud Computing Services", Queen Mary University of London, paper no. 63/2010,
- [4] Imre Lendrek, Algoritam za nalaženje topološki struktura elektrodistributivne mreže, FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2010.

Kratka biografija:



Novo Šandara rođen je 09.10.1988. u Bugojnu. Tehničku školu "Mihajlo Pupin" je završio 2007. godine u Bijeljini. Iste godine upisao je Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsjek Elektrotehnika i računarstvo, smjer energetika, elektronika i telekomunikacije. Stekao je dve Bsc diplome 2011. godine na usmjerenju Energetike. Iste godine upisuje master studije na istom usmjerenju.

PRORAČUN STRUJNOG PODEŠENJA PREKOSTRUJNE RELEJNE ZAŠTITE U VELIKIM DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA**CALCULATION OF CURRENT SETTINGS FOR OVERCURRENT RELAY PROTECTION IN LARGE DISTRIBUTION NETWORK**

Zoran Pajić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je postupak za efikasno podešavanje prekostrujne relejne zaštite u velikim distributivnim mrežama pomoću razvijenog softverskog alata. Za potrebe proračuna strujnog podešenja prekostrujnog releja implementiran je algoritam za proračun tokova snaga za radijalne i slabo upetljane distributivne mreže. Primijenjene su nove tehnologije – računarstvo u oblaku i programski jezik C#. Pored postupka za podešavanje relejne zaštite, doprinos rada je i prikaz performansi proračuna uz primenu novih tehnologija.

Abstract – This paper presents an efficient procedure for setting an overcurrent relay protection in large distributive power grids using developed software tool. For purposes of calculating current settings of overcurrent protective relay, an algorithm for load flow calculation for radial and weakly meshed distribution network is implemented. New technologies are applied – Cloud Computing and programming language C#. In addition to the procedure for setting an overcurrent relay protection, contribution of this paper is an overview of performances of applied new technologies.

Ključne reči: Prekostrujna relejna zaštita, Tokovi snaga, Cloud Computing, Windows Azure

1. UVOD

Prateći trend intenzivnog razvoja elektroenergetskih sistema nove tehnologije postale su deo i distributivnih mreža. Rad na poboljšanju kvaliteta snabdevanja i dostupnosti električne energije je intenziviran i predstavlja glavni zadatak inženjera. Pored toga, maksimalno iskorišćenje postojećih kapaciteta u distributivnoj mreži postalo je veoma bitan faktor u povećanju profita distributivnih preduzeća. Ovakvi zahtevi podstakli su razvoj softvera za kontrolu i upravljanje distributivnim mrežama - DMS softvera (*Distribution Management System*). Uloga računara u upravljanju elektroenergetskom mrežom je nesumnjivo velika. Nove tehnologije koje se pojavljuju praktično na dnevnom nivou, zaslužuju pažnju i treba razmotriti njihovu primenu u industrijskom softveru, kakvi su DMS softveri. Najnoviji trendovi u svetu softverskog inženjerstva kreću se ka računarstvu u oblaku. Iako je još

uvek u povoju, računarstvo u oblaku se brzo razvija jer se velike kompanije utrkuju oko potencijalnog tržišta. Zbog ove tržišne utakmice u trenutku pisanja ovog rada postoje raznovrsne ponude softverskih gigantata poput *Microsoft-a*, *Google-a*, *Amazon-a*, itd. Iako sve opcije zaslužuju razmatranje, za potrebe realizacije softverskog rešenja iz ovog rada upotrebljena je *Microsoft-ova Windows Azure* platforma za računarstvo u oblaku, kao platforma koja za sada nudi najbolje mogućnosti na tržištu.

U ovom radu prikazana je jedna mogućnost primene softverskih alata pri podešavanju prekostrujne relejne zaštite. Objašnjeni su algoritmi za dobijanje strujnog podešenja prekostrujnog releja. Implementiran je proračun tokova snaga koji treba da pruži rezultate u vidu intenziteta struja u svim elementima distributivne mreže koji će poslužiti za strujno podešavanje prekostrujne relejne zaštite. Takođe, izvršena su merenja vremena i brzine konvergencije za ove algoritme proračuna da bi se prikazale performanse novih tehnologija koje su primenjene.

U prvoj glavi dat je kratak uvod. Relejna zaštita i teorijske osnove date su u drugoj glavi. Treća glava prezentuje razvojno okruženje u kom je razvijen softverski alat. U četvrtoj glavi opisane su obrade nad modelom podataka koji se koristi za proračun. Algoritmi tokova snaga koji su implementirani opisani su u petoj glavi. U šestoj glavi iznesen je zaključak, a u sedmoj je data korišćena literatura.

2. RELEJNA ZAŠTITA

Elektroenergetsku mrežu čine prenos električne energije i distribucija električne energije. U domenu prenosa radi se o postrojenjima i vodovima visokih napona, 220 kV i više, dok se u distribuciji radi sa naponima 110 kV i manje [1]. Ovakvu prirodu elektroenergetske mreže prati velika raznolikost opreme i elemenata elektroenergetskog sistema. Pri tom sve elemente treba učiniti otpornim na havarije. Da bi elektroenergetski sistem mogao da funkcioniše pravilno, potrebno je obezbediti zaštitu od kvarova važnih elemenata elektroenergetskog sistema, kakvi su generatori, transformatori, vodovi, itd. Ovi elementi se štite od kvarova relejima, odnosno, primenom relejne zaštite. Osnovni cilj primene relejne zaštite je najbrže moguće isključenje elementa ili dela elektroenergetskog sistema sa kvarom uz očuvanje funkcionalnosti ostalog dela sistema [2]. U ovom radu pažnja je posvećena prekostrujnim relejima u distributivnim mrežama. Ova vrsta releja spada u grupu strujnih releja. To su releji koji su najviše zastupljeni u zaštiti elemenata elektroenergetskog sistema. Prekostrujni

NAPOMENA: Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Duško Bekut, redovni profesor

releji se prema vremenskoj karakteristici mogu podeliti na: trenutne prekostrujne releje, releje sa strujno nezavisnom vremenskom karakteristikom i releje sa strujno zavisnom vremenskom karakteristikom (u ovu grupu releja spadaju i releji sa kombinovanom karakteristikom) [2, 3].

U Srbiji, kao i u većini evropskih zemalja, koristi se zaštita sa strujno nezavisnom karakteristikom, dok se u SAD i Kanadi koristi gotovo isključivo zaštita sa strujno zavisnom karakteristikom [2]. U ovom radu se obrađuje prekostrujna relejina zaštita sa strujno nezavisnom karakteristikom.

2.1 Strujno podešavanje prekostrujnog releja

Strujno podešenje releja se bira na osnovu sledećeg izraza:

$$I_{\text{podešena}} = \frac{k_{\text{sigurnosti}} \cdot k_{\text{spoja}} \cdot I_{\text{pogonsko maksimalno}}}{a \cdot p_i} \quad (1)$$

gde je: $k_{\text{sigurnosti}}$ - koeficijent sigurnosti (od 1.1 do 1.2), k_{spoja} - koeficijent spoja releja za strujne transformatore, na osnovu načina priključenja strujnog transformatora [1], $I_{\text{pogonsko maksimalno}}$ - najveća pogonska struja, a - koeficijent otpuštanja releja (od 0,85 do 0,95), p_i - odnos transformacije strujnog transformatora za koji je vezan relej [2].

Pri pojavi kvara u mreži dolazi do značajnog sniženja napona usled čega se svi asinhroni motori u razmatranoj mreži usporavaju. Nakon isključenja kvara nastaje proces ponovnog, a sada jednovremenog, zaletanja asinhronih motora u delu mreže koji nije isključen. Zbog toga je struja nakon kvara veća od struje pre kvara. To je opisano sledećom jednačinom:

$$I_{\text{podešena}} = k_{\text{samopuštanja}} \cdot I_{\text{radno maksimalno}} \quad (2)$$

gde je: $k_{\text{samopuštanja}}$ - koeficijent samopuštanja asinhronih motora (od 1 do 6), $I_{\text{radno maksimalno}}$ - maksimalna radna struja.

Ovaj rad predlaže efikasan način za dobijanje potrebne struje $I_{\text{radno maksimalno}}$ u svim delovima distributivne mreže pomoću odgovarajućeg softverskog alata koji je razvijen. U narednim poglavljima je opisano okruženje i algoritmi koji su korišćeni u cilju ispunjenja zahteva za efikasnim strujnim podešavanjem prekostrujnih releja u razvijenim distributivnim elektroenergetskim mrežama sa veoma velikim brojem elemenata.

3. RAZVOJNO OKRUŽENJE – CLOUD COMPUTING I PROGRAMSKI JEZIK C#

Termin oblak (eng. *Cloud*) nastao je tako što su rane predstave Interneta bile u obliku oblaka kroz koji su povezivani računari i računarske mreže. Računarstvo u oblaku zasnovano je na Internetu. Deljeni serveri obezbeđuju resurse, softver i podatke računarima klijentima i drugim uređajima u zahtevanom obimu, analogno sa električnim mrežama. Osnovu računarstva u oblaku čini računarska infrastruktura koja predstavlja apstrakciju fizičkih resursa, što se postiže virtualizacijom, i koncepta deljenih resursa. Resursi provajdera se dele prema potrebi kako bi uslužili mnogobrojne korisnike, pri čemu se različiti fizički i virtuelni resursi dinamički dodeljuju i preraspoređuju prema zahtevima. Jedan deo čini infrastruktura *cloud* provajdera, koji obezbeđuje različite nivoe usluga korisnicima, a drugi, korisnički deo,

je infrastruktura koja je pod kontrolom korisnika. Na ovaj način obezbeđeno je brzo podizanje novih aplikacija u *cloud*-u i lako održavanje postojećih, što omogućava korisniku da efikasnije odgovori na povećane i nepredvidive zahteve.

Windows Azure platforma predstavlja skup tehnologija u oblaku. Najbitnija komponenta ove platforme je *Windows Azure*. Ova komponenta je zadužena za izvršavanje aplikacija u oblaku i skladištenje podataka. Može se reći da je *Windows Azure* operativni sistem za oblak koji nudi niz servisa koji omogućavaju razvoj, uređivanje, postavljanje i skladištenje aplikacija u oblaku. Aplikacije koje se prave za oblak mogu biti pravljene koristeći .NET okruženje u programskim jezicima poput C#, ili mogu da budu pravljene bez korišćenja .NET okruženja u drugim programskim jezicima.

C# je jedan od programskih jezika koji je nastao u skorije vreme. Nastao je 2002. godine kao sastavni deo *Microsoft .NET Framework*-a 1.0. Spada u objektno orijentisan programski jezik kao i većina modernih viših programskih jezika. Jezik je opšte namene i namenjen je izradi aplikacija za .NET okruženje.

4. MODEL PODATAKA I TOPOLOŠKA ANALIZA DISTRIBUTIVNE MREŽE

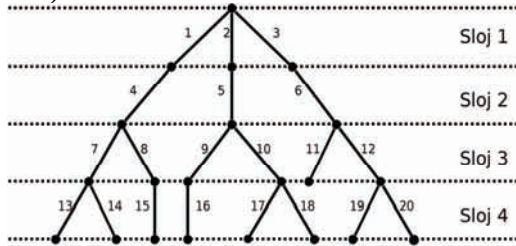
Količina podataka koji opisuju najveće distributivne mreže daleko premašuju memorijske mogućnosti jednog računara. Logičan sled događaja je prelazak sa centralizovanog koncepta energetske proračuna na distribuirani koncept. Deljenjem modela podataka koji sadrži sve podatke o distributivnoj mreži na manje nezavisne celine stižu se uslovi za primenu distribuiranog koncepta. Na taj način se uvodi pojam *regiona* kao osnovne jedinice distribuirane i paralelne obrade distributivne mreže. Region predstavlja podskup modela mreže i to dela koji je galvanski odvojen i nezavisan u smislu napajanja i opreme od ostatka mreže. Za svaki od ovih podskupova modela formira se interni model podataka koji može stati u operativnu memoriju jednog računara. Pun smisao ove podele dobija se primenom na računarstvo u oblaku i *Windows Azure*. Model podataka izdvojen na ovakav način staje u veći broj virtuelnih mašina *Windows Azure* platforme.

Pošto region, kako je definisan, predstavlja galvanski i logički odvojen deo, proračun nad regionom može se izvršavati sekvencijalno. Takođe, velike su pogodnosti promene sekvencijalnih obrada topološke analize i proračuna energetske funkcije jer su tada proračuni mnogo jednostavniji. Interni model podataka je organizovan po memorijskim blokovima. Blok se sastoji od vektora koji sadrže elemente određenog tipa. Svaki element pripada određenom bloku, u određenom vektoru i pod jedinstvenim ključem.

Zadatak topološke analize distributivne mreže je da, koristeći interni model i podatke o povezanosti elemenata, pripremi neophodan skup podataka za izvršavanje energetske funkcije. Jedan od izlaznih podataka topološke analize kao funkcije je mreža složena po slojevima. U svrhu lakog kretanja po slojevima mreže razvijeni su alati koji su od velike važnosti za sve proračune. Ukupno je 7 klasa i podeljene su na skenere i itereatore: *DownScanner*, *ShuntScanner*, *ScanIterator*, *DownIterator*, *UpIterator*, *ContourIterator*, *AllIterator*.

5. IMPLEMENTIRANI ALGORITMI ZA PRORAČUN TOKOVA SNAGA

Pre samog proračuna tokova snaga vrši se numeracija grana i čvorova po slojevima. Prvi čvor je napojni čvor (balansni).



Slika 1 – Numeracija grana i čvorova radijalne distributivne mreže složene po slojevima

Numeracija grana vrši se na sledeći način: grane koje su u slojevima bližim korenu dobijaju manje brojeve dok grane koje pripadaju slojevima daljim od korena dobijaju veće brojeve. Počinje se od grana koje se napajaju sa balansnog čvora i numeracija se vrši do poslednje grane u poslednjem, najnižem sloju. Na numeraciju grana koje pripadaju jednom sloju prelazi se samo onda kada su numerisane sve grane iz prethodnog sloja. Čvorovi se numerišu tako što im se pridružuje broj grane sa koje se čvor napaja [4, 5, 6].

Procedura je iterativna i sastoji se iz tri koraka:

Proračun injektiranih struja: za svaki čvor u iteraciji h računa se injektirana struja po sledećoj formuli:

$$I_i^{(h)} = \frac{S_{p,i}^{(h)}}{(V_i^{(h-1)})^*} + Y_{0,i} V_i^{(h-1)}, i = 1, 2, \dots, n_{\text{čv}} \quad (3)$$

Prvi član u gornjem izrazu predstavlja struju potrošnje u datom čvoru, dok drugi član predstavlja otočnu struju u datom čvoru.

Procedura sumiranja struja: u iteraciji h se računaju struje u granama mreže, počevši od grana u poslednjem sloju prema sledećoj relaciji:

$$I_i^{(h)} = I_i^{(h)} + \sum_{j \in \alpha_i} I_j^{(h)}, j = n_{gr}, \dots, 1 \quad (4)$$

Prvi član u formuli je proračunata injektirana struja iz prethodnog koraka, dok je drugi član suma struja koje protiču kroz grane koje se napajaju iz čvora i .

Procedura korekcije napona: prvo se računaju naponi čvorova prvog sloja. Naponi čvorova iz prvog sloja se koriste za izračunavanje napona iz drugog sloja i tako redom do poslednjeg sloja. Sledeća formula to ilustruje:

$$V_i^{(h)} = V_p^{(h)} - Z_{i,p} I_i^{(h)}, i = 1, 2, \dots, n_{\text{čv}} \quad (5)$$

Prvi član je napon čvora koji napaja granu i , a drugi član je pad napona na rednoj impedansi grane koji je posledica struje koja protiče kroz granu i .

Kriterijumi za proglašavanje rešenja "tačnim" se nazivaju kriterijumi konvergencije i proveravaju se na kraju svake iteracije:

$$Dp^{(h)} < \varepsilon_p \quad (6)$$

$$Dq^{(h)} < \varepsilon_q \quad (7)$$

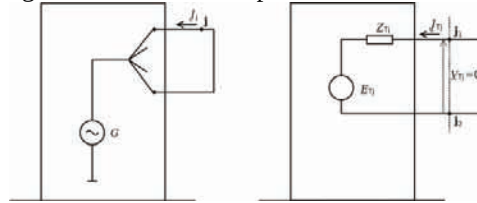
Uslovi konvergencije ispunjeni su ako su vrednosti maksimalnog debalansa aktivne i reaktivne snage manje od unapred zadatih tolerancija ε_p i ε_q .

Sušтина efikasnosti prikazanog postupka leži u činjenici da je u radijalnoj distributivnoj mreži moguće veoma

dobro pogoditi raspodelu struja već u prvoj iteraciji. Naime, u svim čvorovima distributivne mreže su unapred zadate potrošnje koje se najčešće neznatno menjaju sa promenama napona, dok se naponi mogu veoma precizno aproksimirati nominalnim vrednostima ili naponom korena. Na osnovu ovoga, određuju se početne vrednosti injektiranih struja u čvorovima a na osnovu njih i struje po granama jer se radi o radijalnoj strukturi mreže. Dalje, u koraku korekcije napona, dobija se dobra nova aproksimacija napona što ovaj algoritam proračuna čini veoma efikasnim.

5.1 Proračun tokova snaga za slabo upetljanje distributivne mreže

Algoritam predstavljen u prethodnom poglavlju ne može se direktno primeniti na distributivne mreže koje imaju konture (petlje). Međutim, distributivne mreže sa konturama mogu se "radijalizovati" tako što se konture otvore na određenim mestima i upotrebi kompenzaciona metoda [4]. Suština ove metode je da se sve zatvorene petlje u mreži otvore pri čemu se efekat upetljanosti uvažava injektiranjem odgovarajućih kompenzacionih strujnih generatora u tačkama prekida.



Slika 2 – Primena kompenzacione metode

Za kolo sa slike 2. važi sledeća relacija:

$$V_{Tj} = E_{Tj} + Z_{Tj} \cdot I_{Tj} = 0 \quad (8)$$

Thévenin-ov napon V_{Tj} je po vrednosti jednak nuli zato što grana (j) kratko spaja tačke j_1 i j_2 . Zatim se pravi prekid i u tačke prekida j_1 i j_2 se injektiraju struje I_{Tj} i $-I_{Tj}$ koje su tekle u grani (j) pre prekida $I_{Tj} = I_j$. Na ovaj način režim u kolu ostaje nepromenjen: struja koja teče kroz granu (j) je ista kao i pre prekida a naponi tačaka su ostali nepromenjeni.

Struja grane (j) koja se prekida nije poznata. Do vrednosti ove struje dolazi se iterativnim putem. Formula za određivanje debalansa kompenzacionih struja je:

$$\Delta V_{Tj} = Z_{Tj} \cdot \Delta I_{Tj} \quad (9)$$

a za popravku kompenzacionih struja strujnih generatora:

$$I_{Tj1} = I'_{Tj1} + \Delta I_{Tj} \quad (10)$$

$$I_{Tj2} = I'_{Tj2} - \Delta I_{Tj} \quad (11)$$

Prethodno razmatranje važi i za slučaj p zatvorenih petlji jer se mreža može predstaviti višekrajnim *Thévenin*-ovim ekvivalentom sa p grana koje predstavljaju zatvorene petlje. Može se napisati matricna jednačina:

$$\begin{bmatrix} \Delta V_{T1} \\ \Delta V_{T2} \\ \vdots \\ \Delta V_{Tp} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & \cdots & Z_{1j} & \cdots & Z_{1p} \\ Z_{21} & Z_{22} & \cdots & Z_{2j} & \cdots & Z_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ Z_{j1} & Z_{j2} & \cdots & Z_{jj} & \cdots & Z_{jp} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ Z_{p1} & Z_{p2} & \cdots & Z_{pj} & \cdots & Z_{pp} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta I_{T1} \\ \Delta I_{T2} \\ \vdots \\ \Delta I_{Tj} \\ \vdots \\ \Delta I_{Tp} \end{bmatrix} \quad (12)$$

U prvom koraku algoritma otvaraju se grane da bi se eliminisale petlje, a zatim se proračunavaju elementi *Thévenin*-ove matrice kao u [4]. Kada su poznati elementi ove matrice, započinje proračun režima radijalne

distributivne mreže. U svakoj iteraciji proračunavaju se aktuelni Thévenin-ovi naponi u tačkama prekida. Uslovi konvergencije se proveravaju na osnovu sledeće relacije:

$$|\Delta V_{Tj}^{(h)}| < \varepsilon, j = 1, \dots, p \quad (13)$$

Potrebno je napomenuti da efikasnost proračuna opada sa porastom broja petlji u distributivnoj mreži pa se ovaj algoritam upotrebljava za distributivne mreže koje su slabo upetljane.

5.2 Rezultati merenja brzine proračuna

Merenja brzine proračuna izvršena su na šemi distributivnog sistema jednog grada slične veličine kao što je Novi Sad. Za jedan radijalan koren je izvršeno merenje brzine proračuna 10 puta i na kraju je uzeto srednje vreme. Takođe, uzet je jedan koren koji ima konture i izvršeno je 10 merenja vremena proračuna i izračunato srednje vreme za koren sa konturom. Pored toga, dat je i broj iteracija za svaki proračun.

Sledeća tabela prikazuje rezultate merenja radijalnog korena iz šeme koji ima 298 parova grana-čvor:

Tabela 1 – Rezultati merenja za radijalni koren

Merenje br.	Proračun [s]	Iteracija
1	0.107	6
2	0.106	6
3	0.108	6
4	0.106	6
5	0.11	6
6	0.109	6
7	0.105	6
8	0.107	6
9	0.107	6
10	0.107	6
Prosečno	0.1072	6

Iz tabele se mogu pročitati sledeći rezultati: prosečno trajanje proračuna je 0,1072 sekunde, dok je broj iteracija uvek 6.

Koren sa konturama koji je uzet za testiranje ima 300 parova grana-čvor i ima 9 kontura. Sledeća tabela prikazuje rezultate merenja za koren sa konturama:

Tabela 2 – Rezultati merenja za koren sa konturama

Merenje br.	Proračun [s]	Iteracija
1	0.181	7
2	0.182	7
3	0.188	7
4	0.186	7
5	0.186	7
6	0.189	7
7	0.183	7
8	0.181	7
9	0.206	7
10	0.185	7
Prosečno	0.1867	7

Iz prethodne tabele mogu se pročitati sledeći rezultati: prosečno vreme proračuna je 0,1867 sekundi, dok je broj iteracija 7.

Prilikom proračuna tokova snaga u granama test šeme, dobijene su vrednosti struja koje su upotrebljene za izračunavanje strujnog podešenja pet prekostrujnih releja koji štite izvode jedne transformatorske stanice 110/20 kV/kV. Koristeći se formulama iz druge glave izračunata su strujna podešenja koja su prikazana u tabeli:

Tabela 3 – Proračunate struje izvoda i strujna podešenja prekostrujnih releja

Relej br.	$I_{\text{radno maksimalno}}$ [A]	I_1 [A]	i_1 [A]	i_{releja} [r.j.]
1	72.24	101.99	6.80	1.36
2	70.5	99.53	6.64	1.33
3	68.79	97.12	6.47	1.29
4	67.6	95.44	6.36	1.27
5	73.2	103.34	6.89	1.38

Za koeficijent sigurnosti $k_{\text{sigurnosi}}$ uzeta je vrednost 1,2. Koeficijent spoja k_{spoja} i koeficijent samopuštanja asinhronih motora $k_{\text{samopuštanja}}$ su 1 jer se radi o trofaznoj relejnoj zaštiti i uzeto je da je uticaj jednovremene struje zaletanja svih asinhronih motora zanemarljiv. Koeficijent otpuštanja releja a je 0,85, dok je na osnovu maksimalnih radnih struja odabran prenosni odnos strujnih transformatora p_i koji iznosi 75/5. Nominalna struja releja je 5 A. Na ovaj način prikazana je brzina proračuna maksimalnih radnih struja i način podešavanja releja uz primenu formula iz poglavlja 2. Rezultati koji su postignuti su zadovoljavajući. Vreme koje je reda veličine 100 milisekundi u proseku po korenu je dovoljno da korisniku pruži pravovremene rezultate, skoro trenutne, i konfor u upravljanju mrežom. Izmerene vrednosti govore pozitivno i o opravdanosti implementacije DMS funkcije u jeziku C#, odnosno .NET platformi.

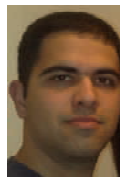
6. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljen je efikasan način za podešavanje prekostrujne relejne zaštite. Kreirajući razne scenarije i koristeći rezultate proračuna, moguće je, pomoću predstavljenog softverskog paketa, jednostavno doći do parametara za podešenje prekostrujnog releja. Pored toga, ispitane su mogućnosti novih tehnologija kao što su računarstvo u oblaku i .NET platforma. Ovim radom pokazano je da komfor koji pruža jezik C# nije plaćen slabijim performansama proračuna. Kombinacijom računarstva u oblaku i efikasnih algoritama koji su opisani u ovom radu, mogu se obrađivati i najveće mreže. Potencijalno, veličina nije ograničena zbog prirode oblaka koji poseduje osobinu skalabilnosti.

7. LITERATURA

- [1] N. Rajaković, N. Tasić, *Distributivne i industrijske mreže*, Akademski misao, Beograd, 2008.
- [2] D. Bekut, *Relejna zaštita*, FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2009.
- [3] M. Đurić, *Relejna zaštita*, Beopres, Beograd, 2008.
- [4] D. Popović, D. Bekut, V. Dabić, *Specijalizovani DMS algoritmi*, DMS grupa, Novi Sad, 2011.
- [5] D. Shirmohammadi, H. W. Hong, A. Semlyen, G. X. Luo, *A Compensation-Based Power Flow Method for Weakly Meshed Distribution and Transmission Networks*, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 3, No. 2, 1988, pp. 753-762.
- [6] P. Vidović, *Nesimetrični tokovi snaga distributivnih mreža*, magistarska teza, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2008.

Kratka biografija:



Zoran Pajić je rođen 21.03.1988. u Zrenjaninu. Završio je Zrenjaninsku gimnaziju 2007. god. Elektrotehnički fakultet u Beogradu je upisao 2007. godine. Ispunio je sve obaveze i položio je sve ispite predviđene studijskim programom. Bsc diplomu je stekao 2011. godine na smeru Energetika, usmerenje Elektroenergetski sistemi. Iste godine upisuje master studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Energetika, elektronika i telekomunikacije, usmerenje Elektroenergetski sistemi.

ODREĐIVANJE OSNOVNE I REZERVNE ZONE RELEJNE ZAŠTITE U VELIKIM DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA**DETERMINATION OF PRIMARY AND BACKUP RELAY PROTECTION ZONE IN LARGE DISTRIBUTION NETWORK**

Željko Čavić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je postupak za određivanje osnovne i rezervne zone relejne zaštite u velikim distributivnim mrežama pomoću razvijenog softverskog alata. Za potrebe određivanja osnovne i pomoćne zone relejne zaštite implementiran je algoritam topološke analize i potreban model podataka distributivne mreže. Primijenjene su nove tehnologije – Cloud Computing, Windows Azure i programski jezik C#. Pored postupka za određivanje primarne i rezervne zone relejne zaštite, doprinos rada je i analiza performansi proračuna.

Abstract – The procedure described in this paper is for the determination of the basic and backup relay protection zone in large distribution networks using developed software tool. For purposes of determining the basic and auxiliary relay protection zone has been implemented algorithm of topological analysis and required distribution network data model. New technologies have been applied – Cloud Computing, Windows Azure and the C# programming language. In addition to the procedure for the determination of basic and backup relay protection zone, the contribution of this paper is also the performance calculation analysis.

Ključne reči: Relejna zaštita, zone relejne zaštite, topološka analiza

1. UVOD

Jedna od najizrazitijih karakteristika savremenih distributivnih mreža su njihove velike dimenzije. Količina podataka koja opisuje distributivnu mrežu većih gradova prevazilazi kapacitete računara koji se koriste u praksi i samim tim nije moguće relizovati upravljanje relejnom zaštitom. Zbog toga je potrebno razviti programsku podršku za upravljanje distributivnim mrežama tako da se omogući njihova paralelna obrada. Druga karakteristika distributivnih mreža je da se sastoje iz više nezavisnih celina. Ovo omogućava postizanje paralelizma prilikom obrade, tj. svaka celina se može nezavisno posmatrati kao jedna mala distributivna mreža. Time je rešen problem velike dimenzije mreža i mogućnost da se u takvoj mreži koordiniše zaštita.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Duško Bekut.

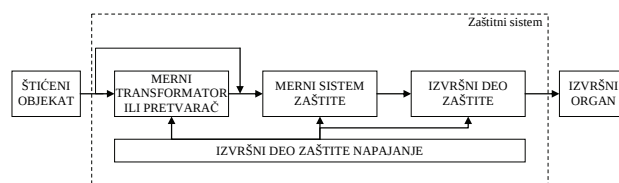
Topološka analiza je polazna osnova (model) za bilo koji elektroenergetski proračun. Iskorišćena je za određivanje osnovne i pomoćne zone relejne zaštite što je i glavni predmet ovog rada.

U drugoj glavi su date osnove relejne zaštite i definisana je osnovna i rezervna zona šticećenja. U trećoj glavi je opisano razvojno okruženje. U četvrtoj glavi opisana je topologija distributivnih mreža. U petoj glavi je definisan model podataka i opisan način na koji se skladište podaci. U šestoj glavi su dati rezultati proračuna. U sedmoj glavi je data korišćena literatura.

2. OSNOVE RELEJNE ZAŠTITE

Zaštitni sistem predstavlja funkcionalnu integraciju više uređaja i sistema neophodnih za zaštitu neke električne mašine, objekta ili dela elektroenergetskog sistema. Štićeni objekat može biti npr. generator, vod, transformator, ili celo razvodno postrojenje. Pomoću mernih transformatora ili pretvarača se dobijaju vrednost mernih (kontrolisanih) veličina šticećenog objekta. Tako dobijene vrednosti potrebno je prilagoditi mernom sistemu (npr. eliminisati šum, napraviti sintezu jednostavnijih u neku pogodniju kontrolisanu veličinu, itd.). Mernim sistemom se porede kontrolisana i podešena veličina. U zavisnosti od ishoda poređena, delom sistema za obradu signala merenja se preko izvršnog dela zaštite može preduzeti neka akcija (isključenje prekidača, signalizacija pogonskom osoblju).

Kontrolisana veličina se mernom sistemu može dovoditi i preko neke telekomunikacione veze. S obzirom na visoku efikasnost i sigurnost prenosa signala nije uvek neophodno da se šticećeni objekat i zaštita nalaze u fizičkoj blizini. Zbog toga ima smisla uvoditi udaljenu koordinaciju nad relejnom zaštitom. Ta koordinacija bi bila deo globalnog sistema za sprovođenje upravljačkih akcija nad distributivnom mrežom. Na slici 2.1 je prikazan jedan zaštitni sistem.



Slika 2.1 – Zaštitni sistem

Relejna zaštita predstavlja zaštitni sistem. Jako je velika oblast njene primene u distributivnim mrežama, pa samim tim postoje i različiti tipovi.

Svaki tip relejne zaštite ima tačno specificiranu oblast delovanja i zbog toga je potrebno da se svaki adekvatno podesi. Oblast delovanja predstavlja zonu koju relej štiti. Topološka analiza elektroenergetskih mreža ima za cilj da elektroenergetsku mrežu opiše kako bi funkcije koje se sprovode nad mrežom sprovodile brzo i efikasno. Takođe topološka analiza distributivnih mreža ima za cilj da korisniku približi kompletnu sliku mreže kako bi na pregledan način imao uvid u to koja je njena energizacija, regionalna pripadnost, oblasti i zone relejne zaštite nad mrežom itd.

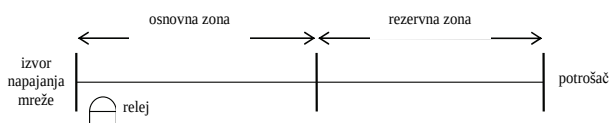
Prilikom topološke analize distributivne mreže, topologija može odrediti osnovnu i rezervnu zonu štićenja. Time bi se automatski podesili parametri releja da štiti zonu koju je topologija odredila.

Relejna zaštita ima tačno definisanu zonu koju štiti, a zona predstavlja jedan ili više štićenih objekata. Postoje dve vrste zona štićenja:

- osnovna (primarna),
- rezervna zona.

Potrebno je naglasiti da diferencijalni tip releja ima samo osnovnu zonu štićenja.

Primarna zona štićenja je oblast za koju je relej podešen da je štiti. Za razliku od primarne, rezervna zona predstavlja zonu koju relej štiti u slučaju otkaza releja kome je ta zona osnovna [1]. Na slici 2.2 je prikazana primarna i rezervna zona štićenja:



Slika 2.2 – Osnovna i rezervna zona štićenja

Distributivne mreže imaju veliki broj elemenata, samim tim i releja. Ovakvim podešavanjem bi se postigla sinhronizacija relejne zaštite, s obzirom na količinu parametara o kojima se vodi računa.

Problem ovakvog rešenja jeste što se topološka analiza ne može izvršiti na mrežama velikih dimenzija. Takođe postoji problem nestabilnosti rada ovakvih sistema, jer programska podrška i platforma na kojoj je razvijena zahteva podršku od strane stručnih timova ljudi. Dakle, sa jedne strane postoji fizičku prepreku u vidu procesorske moći, a sa druge strane postoji problem potrebe ogromnog broja obučenih inženjera koji bi opsluživali ovakvo jedno rešenje. U narednom delu rada je predloženo rešenje pomoću *Cloud Computing*-a.

3. RAZVOJNO OKRUŽENJE

C# 2.0 je jednostavan, bezbedan, moderan, objektno orijentisan jezik visokih performansi, namenjen za pisanje .NET programa prilagođenih Internetu. C# je programski jezik u koga je ugrađeno tridesetogodišnje iskustvo. Veliki uticaj na njega imaju jezici C++, Java, Visual Basic (VB), takođe postoji veliko unapređenja u odnosu na prvu verziju jezika C# [2].

Microsoft .NET podržava ne samo nezavisnost jezika, već i njihovu integraciju. To znači da je omogućeno nasleđivanje klasa, otkrivanje i obrada izuzetaka i polimorfizam između različitih jezika. .NET Framework

to postiže pomoću specifikacije zvane sistem zajedničkih tipova (engl. *Common Type System, CTS*), koju moraju da poštuju sve komponente platforme .NET. Na primer, u okruženju .NET, sve je objekat neke klase koja se izvodi iz korene klase (engl. *root class*) zvane *System.Object*. CTS podržava opšti koncept klasa, interfejsa i delegata (koji podržavaju povratne pozive).

.NET Framework je postavljen preko operativnog sistema (bilo kog Windowsa), i sastoji se od većeg broja komponenta u koje trenutno spadaju:

- pet zvaničnih jezika: C#, VB, Visual C++, Visual Java# i Jscript.NET,
- CLR, objektno orijentisana platforma za razvoj Windows i Web aplikacija, zajednička za sve pomenute jezike,
- brojne srodne biblioteke klasa, objedinjene pod imenom biblioteka klasa Frameworka (FCL).

U ideji bilo kog *Cloud Computing*-a se krije svrha da se plati onoliko koliko se koristi, skalirano u skladu sa poslovnim potrebama. Prodavci koji podržavaju *Cloud Computing* mogu da tumače različito ovu izjavu, pružajući različite nivoe usluge kako bi postigli ovaj rezultat. Tri pristupa *Cloud Computing*-a su infrastruktura kao servis (IaaS), softver kao servis (PaaS) i platforma kao servis (PaaS). Najinteresantnije rešenje *Cloud Computing*-a je PaaS, jer omogućava razvojno okruženje potrebno za realizaciju i najzahtevnijih programa [3].

Ideja *Windows Azure* je da razvije distribuiran operativni sistem gde će se moći razviti i pokrenuti aplikacija bez posla sa klasičnim Windows interfejsom. Na primer, ako je potrebno da se iskopira fajl na *Windows Azure* fajl sistem, nije potrebno korišćenje *Internet Information Services (IIS)* konzole za podešavanje sajtova, virtualnih direktorijuma ili aplikativnih basena. U stvari, korisnik neće ni biti svestan postojanja IIS-a i njegovog izvršavanja u pozadini. *Windows Azure* skriva većinu detalja na lokalnoj mašini. Svaki resurs je izložen kao servis (kao što je servis za skladištenje i upravljanje podacima) koristeći standardne protokole. Svi skladišteni detalji su potpuno transparentni programeru na svakoj platformi. Fizički resursi su izloženi od strane infrastrukture kao usluge.

4. TOPOLOŠKA ANALIZA DISTRIBUTIVNIH MREŽA

Za potrebe analize relejne zaštite elektroenergetske mreže predstavljaju se grafovima. Čvorovima grafa zamenjene su sabirnice visokonaponskih postrojenja, a granama grafa vodovi i transformatori. U granama elektroenergetskih mreža ugrađeni su rasklopi aparati i relejna zaštita pomoću kojih se pojedini elementi mogu uključiti na mrežu ili isključiti sa nje. Ovi skupovi elemenata su predstavljeni poljima [4]. Dakle, graf elektroenergetske mreže se sastoji od sledećih elemenata:

- čvor,
- grana,
- polje,
- šant.

Uključenja i isključenja, kao neimenovane manipulacije radi održavanja željenog radnog režima u eksploataciji, svrstavaju elektroenergetsku mrežu u kategoriju mreža sa

promenljivom geometrijskom strukturom. Po obliku svoga grafa, elektroenergetske mreže mogu biti petljaste ili radijalne [5]. U grafu petljastih mreža mogu se formirati zatvorene putanje. Radijalne mreže najčešće imaju samo jednu tačku napajanja i isti smer tokova aktivne energije u svim granama. U grafu radijalne mreže nema zatvorenih putanja. Po pravilu, prve karakterišu prenosne, a druge distributivne mreže. Svi izvori električne energije (*proizvodna struktura*) i svi priključeni potrošači (*potrošačka struktura*) u čvorovima jedne elektroenergetske mreže vezani su paralelno (otočno) na mrežu, u odnosu na zajednički čvor nultog potencijala [6]. Takođe kondezatorske baterije, motori i distribuirani izvori električne energije su vezani otočno na mrežu. Svi ovi elementi predstavljaju šantove elektroenergetske mreže. Dakle, šantovi su otočne grane, tj. grane koje povezuju čvorove sa čvorom nultog potencijala. Topološka analiza elektroenergetskih mreža ima za cilj da elektroenergetsku mrežu koja je velikih dimenzija, opiše kako bi funkcije koje se sprovode nad mrežom sprovele brzo i efikasno. Takođe topološka analiza distributivnih mreža ima za cilj da korisniku približi kompletnu sliku mreže kako bi na pregledan način imao uvid u to koja je njena energizacija, regionalna pripadnost, oblasti i zone relejne zaštite nad mrežom itd.

Prvi zadatak topologije je da utvrdi galvanski povezane celine koje se nazivaju koreni mreže (energizovan) i ostrva (neenergizovan).

Drugi zadatak topološke analize elektroenergetskih mreža jeste da odredi sve potrebne parametre mreže kako bi se ona prilagodila izvršenju elektroenergetskih proračuna. Tu se prvenstveno misli na slaganje mreže po lejerima.

Treći zadatak topološke analize jeste da na transparentan način prikaže korisniku trenutno stanje mreže.

5. MODEL I SKLADIŠTENJE PODATAKA DISTRIBUTIVNE MREŽE

Model podataka sadrži aktuelne podatke o celokupnoj mreži u formi prikladnoj za brzu obradu topologije i kreiranje operacionog modela nad kojim će se izvršavati energetske funkcije, metode za upit i ažuriranje ovih podataka. Ulazni podaci su statički podaci o elementima mreže. Model podataka je osnova za sve energetske funkcije. On sadrži sve podatke o topologiji mreže, status rasklopne opreme i elemente elektroenergetskog sistema. Nad njim funkcije vrše proračune. Pisan po C# standardu i zamišljen je kao hijerarhija klasa. Počevši od najniže klase koja modeluje jedinstvene identifikacije svakog elementa, pa ka višim klasama koje modeluju detaljnije logičku celinu koju opisuju i sve do najviših klasa u hijerarhiji koje usko opisuju samo jedan tip elementa.

Model podataka je organizovan blokovski. Blok se sastoji od vektora koji sadrže elemente odgovarajućeg tipa. Svaki elemenat pripada određenom bloku, u određenom vektoru i pod jedinstvenim ključem. Za skladištenje podataka korišćena su tri *Dictionary* mape. Prva mapa predstavlja model, koji se sastoji od blokova, gde svaki blok ima jedinstven identifikacioni broj. Druga mapa modeluje blok, koji se sastoji od vektora. Svaki vektor je predstavljen jedinstvenim brojem, tipom vektora. Poslednja mapa predstavlja vektor, koji se sastoji od

elemenata. Svaki elemenat ima jedinstveni indeks i unutar jednog vektora se nalazi samo elemenat istog tipa.

Elementi mreže smešteni su u vektore tipova podataka definisanih u delu smeštanja podataka (*Model Framework*). Za vrlo brz pristup ovim elementima u cilju efikasnog kretanja kroz mrežu, definisane su klase i njihove metode. Postoji 7 različitih klasa, pogodnih za obradu elemenata mreže i prolaz kroz istu [7]. To su skeneri i iteratori:

- *DownScanner*,
- *ShuntScanner*,
- *ScanIterator*,
- *DownIterator*,
- *UpIterator*,
- *ContourIterator*,
- *AllIterator*.

Osnovna razlika između skenera i iteratora je u načinu pristupanja elementima mreže. Skener za svaki čvor posmatra vektor *neighbours* klase *MPBusNode*, dok iteratori koriste vektor *parentChild* klase *MPBusNode*. Pre obrade topologije vektor *neighbours* je jedini popunjen, dok se vektor *parentChild* ažurira na osnovu njega tokom obrade. S obzirom na to, iteratora je moguće koristiti nakon poziva skenera, odnosno nakon obrade topologije. Svaka od ovih klasa ima definisane metode *Begin* i *Next*.

6. REZULTATI PRORAČUNA

U radu je predstavljeno rešenje problema određivanja osnovne i rezervne zone relejne zaštite, uz pomoć topološke analize, na distributivnoj mreži koja je velikih dimenzija. Kompletnu programsku podršku, razvijenu u ovom radu, moguće je pokrenuti i testirati pod *Windows Azure* okruženjem koristeći sve usluge koje pruža *Cloud Computing*.

Ideja rada je da se svaka distributivna mreža može podeliti na više nezavisnih celina, regiona. Regione čine svi elementi koji su povezani, bilo da su polja otvorena ili zatvorena. Dakle, regioni ostaju ne promenjeni nakon prekidačkih promena.

Testiranje je izvršeno na distributivnoj mreži koja je četiri puta multiplicitirana distributivna mreža Novog Sada. Mereno je vreme trajanja topološke analize određivanja zona relejne zaštite. Dosadašnja rešenja ostvarila su prosečno vreme od 0.200 [s]. Dobijena vremena razmatranog rešenja su prikazana u tabeli 6.1:

Tabela 6.1 – Prikaz vremena proračuna

Broj regiona	Broj niti koji obrađuju regione	Vreme [s]
4	4	0.62
4	2	1.20
1	1	2.06

Šema je podeljena na četiri regiona, za slučaj kada postoje četiri i dve niti. U slučaju četiri niti svaka nit obrađuje jedan region, a u slučaju dve niti svaka nit ima po dva regiona. Kod jedne niti čitava šema je posmatrana kao jedan region.

7. ZAKLJUČAK

Osnovna prednost predloženog rešenja je u tome što je moguće obraditi distributivnu mrežu bilo koje veličine. Naime, prema predloženom rešenju svaka distributivna mreža, bez obzira na dimenzije, se može podeliti na više regiona koji se prosleđuju na dalju obradu različitim računarskim procesima, koji uz to mogu biti pokrenuti na različitim računarima.

Svakom regionu se dodjeljuje zaseban procesor ili nit. U zavisnosti od veličine, regioni mogu da dele isti procesor, time se postiže efikasnije iskorišćenje samog procesora. Uočava se da pri povećanju paralelizacije postoji povećanje performansi ovog rešenja. Na osnovu ovih rezultata zaključuje se da paralelna obrada distributivnih mreža koja je prikazana u ovom radu ima veliku praktičnu vrednost i omogućuje efikasnu obradu problema vezanih za relejnu zaštitu i stvara uslove za primenu adaptivne zaštite praktično u relanom vremenu što je izuzetno važna činjenica vezana za upravljanje distributivnim mrežama.

8. LITERATURA

- [1] D. Bekut, *Relejna zaštita*, FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2009

- [2] J. Liberty, *Programiranje na jeziku C#, prevod četvrtog izdanja*, Mikro knjiga, Beograd, 2007.
- [3] R. Brunetti, *Windows Azure Step by Step*, Microsoft Press, 2011.
- [4] D. Popović, D. Bekut, V. Dabić, *Specijalizovani DMS algoritmi*, DMS grupa, Novi Sad, 2011.
- [5] M. Čalović, A. Sarić, *Osnovi analize elektroenergetskih sistema*, Akademska Misao 2004.
- [6] V. Strezoski, *Analiza elektroenergetskih sistema*, skripta, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2010.
- [7] S. Knežević, *Kontekstni matematički model velikih distributivnih mreža*, master rad.

Kratka biografija

Željko Čavić rođen je 24.05.1988. u Doboju. Završio je srednju elektrotehničku školu u Doboju 2007. godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sad upisao je 2007. godine, odsek Elektrotehnika i računarstvo, smer Elektroenergetika. BSc diplomu je stekao 2011. godine iz oblasti analize elektroenergetskih sistema. Iste godine upisuje master studije na usmerenju Elektroenergetski sistemi.

**POVEZIVANJE ENTITETA DISTRIBUIRANOG MODELA PODATAKA
DISTRIBUTIVNOG ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA****LINKING DISTRIBUTED DATA MODEL ENTITIES OF A DISTRIBUTION
MANAGEMENT SYSTEM**Bojan Vidić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Ovaj rad daje podršku za pretvaranje modela sličnog CIM (Common Information Model) modelu u model nad kojim se mogu izvršavati energetske funkcije topološke analize, tokova snaga, estimacije stanja, rekonfiguracije mreže, kontrole napona i reaktivnih snaga, itd. Ono što prethodi i što je potrebno navedenim funkcijama je povezivanje elemenata unutar prilagođenog modela što je, pored pretvaranja, glavni zadatak rada.

Abstract – This paper provides support for converting a model similar to CIM (Common Information Model) model, to model on which can be performed functions like topological analysis, load flow, state estimation, network reconfiguration, voltage control and reactive power, etc. Previous task that needs to be done before executing these functions is to connect the elements of converted model, which is the main task of the paper.

Ključne riječi: elektrodistributivna mreža, model, Cloud Computing, Windows Azure, povezivanje

1. UVOD

U svijetu elektroenergetskih sistema, distributivne mreže zauzimaju značajno mjesto. Zbog sve veće potrebe praćenja i kontrole rada elektroenergetskih mreža i pravovremenog reagovanja na promjene u sistemu, mora da postoji odgovarajuća programska podrška za nadzor i upravljanje distributivnim mrežama. Kako dolazi potreba za obradu distributivnih mreža većih gradova i područja, tako memorijske mogućnosti računara ne mogu više da podrže zahtjeve cijele mreže. U radu je realizovano povezivanje modela elektrodistributivne mreže u sistemu za nadzor i upravljanje u realnom vremenu. Zbog nemogućnosti da se obrada pojedinih mreža izvršava na jednom računaru, prije svega zbog ograničenja po pitanju memorije i procesorske moći, distribuiranje se nameće kao jedino rješenje. Sam algoritam pretvaranja modela sličnog CIM (engl. *Common Information Model*) modelu u model nad kojim se vrše proračuni, kao i samo povezivanje elemenata unutar modela, odvijaju se na isti način nad svakim dijelom distributivne mreže. Dijelovi distributivne elektroenergetske mreže su međusobno nezavisni, što znači da ne postoji potreba za podacima sa drugih računara, odnosno ne postoji komunikacija među njima. Podjela mreže na manje dijelove i raspodjela

podataka na više računara rasterećuje sistem, smanjuje usko grlo same obrade i povećava skalabilnost. Sama podjela mreže vrši se prije obrada vezanih za ovaj rad i nije tema istog.

Uobičajen način za prikazivanje svih važnijih objekata elektroenergetskog sistema zasniva se na CIM modelu koji daje osnovni skup paketa definisanih korištenjem objektno orijentisanih tehnika modelovanja i jezika za opis takvih modela, UML-a (engl. *Unified Model Language*), koji obezbjeđuje logički pogled na fizičke osobine informacija sadržanih u energetske sistemima, a koji se razmjenjuju između programa. U pitanju je međunarodni standard IEC 61970-301 [1], namjenski promijenjen proširenjima CIM modela za potrebe distributivnih mreža. Iako je opšte prihvaćen, CIM model nije pogodan za energetske proračune i obično se dopunjuje dodatnim podacima, a dio postojećih se posmatra sa višeg nivoa apstrakcije. Iz tog razloga se CIM model prevodi u odgovarajući model sistema [2].

Model podataka mreže, u nastavku interni model, je osnova za sve elektroenergetske i matematičke proračune. Distributivna mreža se predstavlja u formi grafa, jer je on pogodan za energetske funkcije koje, u suštini, prate strukturu grafa i vrše određenu obradu. Interni model sadrži sve podatke o topologiji mreže, prilagođen je elektroenergetskim proračunima i omogućava brz prolaz po elementima grafa. Interni model je podijeljen na regione, koji predstavljaju nezavisne dijelove mreže nad kojima se vrše obrade, a regioni se dijele na blokove koji sadrže nizove homogenih podataka. Takva organizacija omogućava brz i lak pristup željenom elementu, jer se podaci, što je više moguće, smisljeno organizuju u blokove prema međusobnoj zavisnosti, čime se izbjegava grupisanje elemenata bez međusobne važnosti.

Velike kompanije (*Microsoft, Google, Yahoo, itd.*) posjeduju svoja rješenja za skladištenje podataka, a mnogi se oslanjaju na softversku platformu za procesiranje velike količine podataka zvanu *Hadoop*, koja se danas nametnula kao standard u ovoj oblasti. Korisnički podaci u *Hadoop*-u se dijele među serverima u klasteru, čime se omogućava laka dostupnost. U ovom rješenju, zbog rješavanja specifične vrste problema, a ne univerzalnog rješenja, nije se pristupalo sličnoj realizaciji kao u *Hadoop* sistemu, jer su dijelovi mreže nezavisni i isti podaci se ne dijele među računarima. Cilj istraživačkog segmenta ovog rada, između ostalog, jeste i ustanoviti prednosti upotrebe računarstva u oblaku (engl. *cloud computing*), čime se ističe pogodnost distribuiranja obrade, kao i *Windows Azure* platforme za realizaciju

NAPOMENA:

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

povezivanja distributivne mreže. Zadatak povezivanja predstavlja obradu ključnih elemenata mreže, da bi se dobio model povezane distributivne mreže na osnovu koga će topološka analiza moći da kreira graf.

2. OSNOVE CLOUD-A I WINDOWS AZURE-A

Cloud computing je tehnologija koja obezbjeđuje fleksibilan, od lokacije nezavisan pristup računarskim resursima koji se brzo i neprimjetno zauzimaju i oslobađaju prema potražnji [3]. Računarski resursi se apstrahuju i obično virtuelizuju, i korisnicima se isporučuju u vidu usluga. Neke od prednosti *cloud computing*-a su: plaćanje usluga onoliko koliko ih koristiš, nepotrebna početna investicija u infrastrukturu kao i instaliranje i održavanje servera, upravljanje licencama aplikacija, laka prilagodljivost i proširivost potrebama više korisnika ili dodatnih usluga, mogućnost pristupa podacima sa bilo koje mašine, niski fiksni mjesečni troškovi. Platforme za *cloud* se razlikuju po tipu usluga koje nude korisnicima, a postoje tri tipa:

- **Infrastruktura kao usluga** – (engl. *Infrastructure as a Service – IaaS*) korisniku se nudi hardverska podrška kao usluga, komponente za uravnoteženo korištenje sistema (engl. *Load Balancer*) i skladište podataka kome se pristupa putem interneta.
- **Platforma kao usluga** – (engl. *Platform as a Service – PaaS*) predstavlja model u kome korisnici koriste sopstvenu aplikaciju bilo kupljenu ili lokalno razvijanu i u *cloud*-u samo koriste platformu koja će podržati njihovu aplikaciju. U ovom slučaju korisnici nemaju kontrolu nad hardverom provajdera.
- **Programska podrška kao usluga** – (engl. *Software as a Service – SaaS*) podrazumjeva da provajder nudi određene servise korisnicima, pri tome podešavajući okruženje u kome se izvršava njegova aplikacija, tako da korisnik ne mora i nema kontrolu nad konfiguracijom hardvera i softvera koji se koristi.

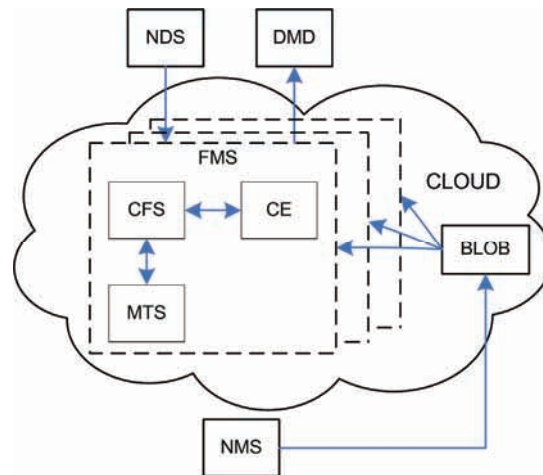
Windows Azure je platforma kompanije *Microsoft* za *cloud computing* koja se koristi za izgradnju, realizaciju i upravljanje aplikacijama kroz globalnu mrežu upravljivih centara podataka, od strane *Microsoft*-a. *Azure* se sastoji iz tri komponente:

- **Compute** – servis koji je zadužen za izvršavanje aplikacija u oblaku i koji je sastavljen iz procesa (engl. *Roles*). Postoji tri tipa procesa: internet (engl. *Web Role*) koji je namjenjen kao prednji sloj aplikacije i za primanje zahtjeva, radni proces (engl. *Worker Role*), koji je namjenjen za izvršavanje aplikacija koje imaju ulogu pozadinskih procesa, i proces virtuelne mašine (engl. *VM Role*).
- **Storage** – mehanizam za skladištenje podataka. Postoji tri tipa skladištenja koja se nude korisniku: *Blob* služi za skladištenje binarnih podataka, tabela (engl. *Table*) podsjeća na *SQL* bazu podataka i u njoj su skladišteni podaci organizovani u particije i redove, red (engl. *Queue*) je namijenjen za komunikaciju između pojedinačnih procesa.
- **Fabric** – zadatak ovog dijela platforme je da dodijeljene korisničke resurse poveže u logičku cjelinu na koju se oslanjaju drugi servisi.

Za realizaciju predloženog rješenja za pretvaranje i povezivanje modela koristio se *PaaS* model usluga i radni procesi. *Azure* daje automatizovano okruženje i jednostavan aplikativni interfejs, a glavna pogodnost je mogućnost paralelnog izvršenja povezivanja na *cloud*-u.

3. ARHITEKTURA SISTEMA

Na slici 1 je prikazana arhitektura cijelog sistema.

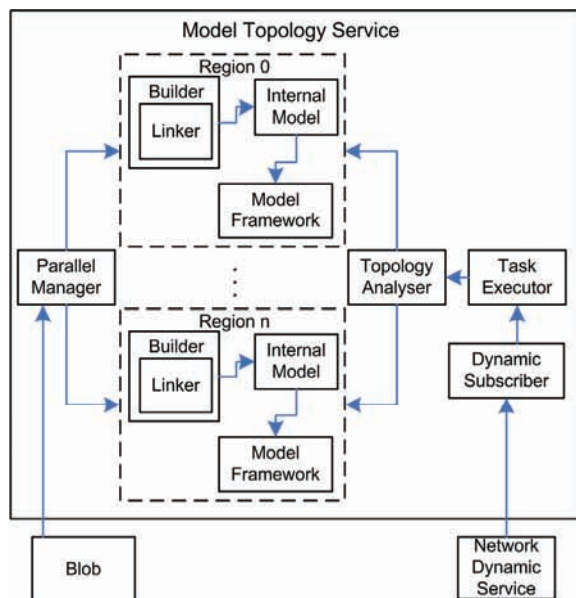


Slika 1 – Globalna arhitektura sistema

U *NMS*-u (*Network Model Service*) se nalazi data distributivna mreža sa svim detaljima vezanim za svaki element mreže. Podaci se primaju iz *NMS*-a i smještaju u *Blob*, a zatim raspoređuju na jednu ili više *cloud* instanci, odnosno *FMS*-ova (*Functions Manager Service*), gdje se na svakom obrađuje jedan dio distributivne mreže i gdje svaka instanca predstavlja jednu virtuelnu mašinu i jedan *FMS*. U okviru *MTS*-a (*Model Topology Service*) izvršava se kreiranje internog modela, povezivanje i topološka analiza. Rezultat topologije je potreban energetskim proračunima koji se odvijaju u okviru *CE*-a (*Calculation Engine*). *CFS* (*Core Functions Service*) proslijedi dio mreže nad kojim se vrše određeni proračun *CE*-u i kad dobije rezultat nazad, prosljeđuje ga *DMD*-u (*Dynamic Mimic Diagram*) koji predstavlja grafički interfejs za prikaz rezultata. *NDS* (*Network Dynamic Service*) je zadužen za dinamiku, odnosno promjene koje su se desile na mreži, a iste prima sa *SCADA*-e (*Supervisory Control and Data Acquisition*). Na svaku promjenu vrši se nova topološka analiza.

Na slici 2 je prikazana arhitektura *MTS*-a. Na osnovu dobijenih podataka iz *NMS*-a kreira se interni model, gdje se vrši kopiranje svih važnih atributa potrebnih za energetske proračune. *Model Framework* predstavlja bazu svih elemenata distributivne mreže i omogućava brzu pretragu željenih elementa. Elementi se razvrstavaju po blokovima i vektorima. *Linker* vrši povezivanje elemenata u internom modelu tako da se dobije model povezane mreže (fideri povezani na transformatorske stanice, a one na napojne grane koje su vezane na prenosnu mrežu, itd. Detalji obrade *Linker*-a su opisani u narednom poglavlju). Komponenta *Builder* je zadužena za aktiviranje *Linker*-a i pokretanje kreiranja internog modela. *Topology Analyzer* od povezanog modela kreira graf elektroenergetske mreže u formi grana-čvor-šant (npr. sabirnice, vodovi, potrošači) i određuje koji dio mreže je pod naponom, a koji ne. Nad

grafom u formi grana-čvor-šant pogodno je vršiti energetske funkcije tokova snaga, estimacije stanja, rekonfiguracije mreže, itd. *Dynamic Subscriber* prati dinamiku preko *NDS*-a i na svaku promjenu, kao što je promjena stanja na prekidaču ili regulacionoj sklopki u transformatoru, reaguje tako što iste šalje *Topology Analyzer*-u da se ponovo odradi topološka analiza. *Dynamic Subscriber* koristi *Task Executor* koji aktivira topološku analizu pri svakoj promjeni koju dobije sa *SCADA*-e.

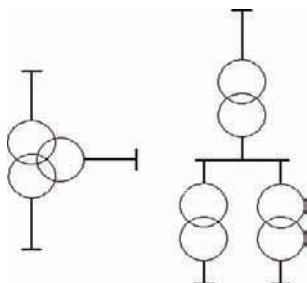


Slika 2 - Arhitektura Model Topology Service-a

4. REALIZACIJA PREDLOŽENOG RJEŠENJA

Realizacija *Linker*-a je izvršena u programskom jeziku *C#* u *Microsoft Visual Studio 2010* programskom okruženju uz *.NET 4* podršku.

Kao što je rečeno, prvo se vrši kreiranje internog modela, tako što se vrši kopiranje podataka iz *NMS*-a u *Model Framework*. Pri tom kopiranju vrše se i određene transformacije, npr. tronamotajni transformator, koji je tipa grana, se modeluje kao tri dvonamotajna transformatora, odnosno tri grane koje su povezane na zajedničku sabirnicu, koja ne postoji kao podatak u *NMS*-u, već se kreira tokom postupka, a zatim upisuje u interni model (slika 3 desno - transformisani tronamotajni transformator).

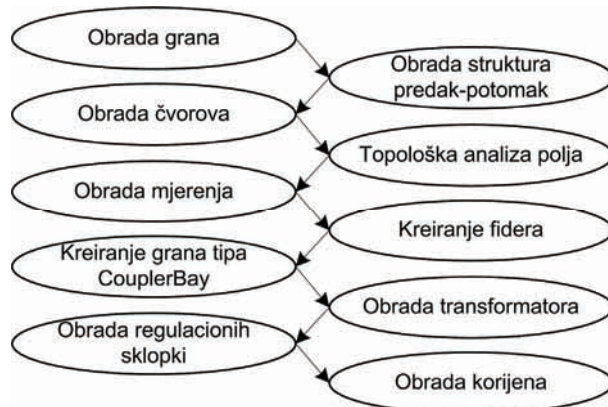


Slika 3 – Transformacija tronamotajnog transformatora

Razlog ove transformacije se ogleda u lakšoj obradi topologije, tokova snaga i ostalih energetskih funkcija, jer se dobije jednostavniji oblik grafa čvor-grana-čvor. Pri kopiranju dvonamotajnih i tronamotajnih transformatora, napojnih grana i sekcija vrši se modelovanje ovih

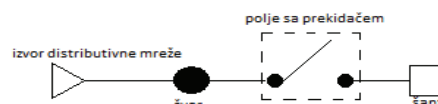
elementa, odnosno popunjavanje ekvivalentnih šema koje predstavljaju osnovu za sve energetske proračune nakon topološke analize. Ostali elementi se dodaju u interni model bez bitnih transformacija. Kada je interni model kreiran, vrši se povezivanje i obrađivanje elemenata u okviru njega, i to sledećim redoslijedom (slika 4):

- **Obrada grana** – obrađuju se grane sledećeg tipa: dvonamotajni i tronamotajni transformatori, napojne grane, prigušnice i sekcije (dio fidera). U obradu spada određivanje naponskih nivoa svake grane.



Slika 4 – Faze Linker-a

- **Obrada struktura predak-potomak** – određivanje pripadnosti podstanica, podgeografskih i geografskih regiona u logičkom smislu, gdje svaka struktura predstavlja određenu cjelinu distributivne mreže, odnosno nivo hijerarhije (npr. podgeografski region može da sadrži više podstanica, a sam pripada jednom geografskom regionu).
- **Obrada čvorova** – postoje dva tipa čvora: sabirnica i povezujući čvor. Na sabirnicu se povezuju fideri, sekcije, mjerni transformatori, osigurači i ostala mrežna oprema, dok se povezujući čvor najčešće koristi u okviru polja koje sadrži rasklopnu opremu, odnosno kao veza između iste. Obrada se svodi na određivanje faza čvorova na osnovu faza elemenata koji su povezani na dati čvor.
- **Topološka analiza polja** – polje (slika 5) predstavlja element modela koji sadrži rasklopnu opremu kojom se mijenja topološko stanje mreže. Osnovni dijelovi grafa mreže su grane, čvorovi i šantovi, a oni su međusobno povezani preko polja i predstavljaju krajeve polja. Samim tim, polja su od najvećeg značaja prilikom formiranja grafa, jer povezuju i sadrže sve ostale elemente distributivne mreže.



Slika 5 – Primjer polja u distributivnoj mreži

- **Obrada mjerenja** – mjerenja predstavljaju signale koji mogu biti analogni i digitalni, i kojima se upravlja određenim elementom mreže (prekidačima, regulatorima, regulacionim sklopkama, itd.), bilo to daljinskim putem ili ne. Obrada se svodi na povezivanje datog mjerenja sa veličinom koja se

mjeri na datom elementu.

- **Kreiranje fidera** – fideri predstavljaju napojne vodove koji povezuju potrošače sa transformatorskom stanicom. Sastoje se od sekcija koje predstavljaju dijelove fidera (npr. jedna ulica ili dio ulice koji se napaja). Kreiranje fidera je gotovo kada se sve sekcije koje mu pripadaju, povežu na dati fider.
- **Kreiranje grana tipa CouplerBay** – CouplerBay je bezimpedantna grana koja povezuje dva čvora, ukoliko se između njih nalazi samo polje. Ona se kreira da bi se zadržao oblik grafa čvor-grana-čvor.
- **Obrada transformatora** – obrađuju se dvonamotajni i tronamotajni transformatori, a obrada predstavlja određivanje pripadnosti datog transformatora *Circuit*-u, kao i određivanje koji transformator napaja taj *Circuit*.
- **Obrada regulacionih sklopki** – njena uloga je da mijenja prenosni odnos transformatora u određenim granicama (mijenja broj namotaja viskonaponske strane), kao i da reguliše kapacitivnost kod promjenljivih kondenzatora. U obradu spada povezivanje odgovarajuće regulacione sklopke na transformator, odnosno kondenzator, kome pripada.
- **Obrada korijena** – postoji više vrsta *Circuit*-a u logičkom smislu modelovanja i režima dijela mreže: fider, transformator, oblast, podstanica, korijen, podgeografski i geografski region. Ovdje se vrši postavljanje korijena, koje predstavlja polaznu tačku po *Circuit*-u, određenog dijela distributivne mreže. U logičkom smislu korijen je potomak podstanice, opisane u drugoj fazi obrade, odnosno podstanica može imati više korijena.

Rezultat obrade *Linker*-a je povezan interni model nad kojim se dalje vrši topološka analiza, tokovi snaga i ostali energetske proračuni koji nisu tema ovog rada. Nad podacima *CIM* modela moguće su obrade grana, mjerenja i regulacionih sklopki, dok se ostale obrade oslanjaju na podatke specifične za interni model.

5. TESTIRANJE I PRIKAZ REZULTATA

Rješenje koje je služilo kao referentno i sa kojim su se upoređivali dobijeni rezultati povezivanja, predstavlja centralizovano i sekvencijalno obrađivanje distributivne mreže, realizovano u programskom jeziku C++/CLI. Sama provjera ispravnosti povezivanja modela vršena je kroz poređenje tekstualnih datoteka koje sadrže ispis atributa svih elemenata modela, kako u postojećem rješenju, tako i u ovom. U okruženju *Microsoft Visual Studio 2010* vršeno je testiranje na maloj, srednjoj i velikoj mreži.

Mjerenja su obavljena više puta, na računaru sa četiri procesorska jezgra, a dobijena vremena brzine povezivanja data su u tabeli 1. Ovo rješenje daje ubrzanje nekoliko puta veće za testirane mreže u odnosu na referentno. Razlog leži u tome što je referentno rješenje napisano tako da se veliki broj funkcija, a naročito pretrage podataka i obrade nad istim, vrši preko poziva metoda pisanih u C++ jeziku. To predstavlja određenu barijeru, jer se mora preći iz upravljivog programskog koda (*managed*) u neupravljivi (*unmanaged*), čime se

gubi na vremenu, a taj gubitak je veliki imajući u vidu stalno dobavljanje podataka iz internog modela. Nasuprot toga, rješenje napisano u C# jeziku nema taj problem. Nad velikom mrežom je moguća paralelna obrada, jer se ista mogla podijeliti na nezavisne dijelove. Brzina za dva procesa je 1.75 puta veća, dok je za četiri procesa ona približno 4 puta veća, u odnosu na jedan proces, čime se pokazala isplativost paralelne obrade.

Tabela 1 – Vrijeme povezivanja

Broj procesa	Mala mreža		Srednja mreža		Velika mreža	
	C++	C#	C++	C#	C++	C#
1	0.79	0.26	2.72	1.06	15.22	3.66
2					X	2.09
4					X	0.92

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu je osmišljena i realizovana podrška za pretvaranje i povezivanje modela sličnog *CIM*-u u model pogodan za energetske proračune, kao što su topološka analiza, tokovi snaga, estimacije stanja, kontrole napona i reaktivnih snaga, itd. Izvršavanje kompleksnih operacija i obrada velike količine podataka predstavljaju usko grlo u centralizovanoj obradi u sistemu, te se paralelizacija obrade pokazala kao dobro rješenje. *Cloud* sistemi imaju veliki niz prednosti u odnosu na standardne sisteme, kao što su skalabilnost, dostupnost aplikacija, fleksibilnost u mijenjanju i prilagođavanju aplikacija, infrastruktura u zavisnosti od potreba korisnika, kao i pogodnost distribuiranja obrade, što je i suština *cloud* sistema. Kao moguće proširenje opisanog rješenja, nameće se potpuno distribuirani algoritam povezivanja koji bi vršio obradu mreža koje se ne mogu podijeliti na nezavisne cjeline. To znači i potrebu za komunikacionom komponentom, a samo rješenje se isplati ukoliko mreže spadaju u red većih, jer bi distribuirani algoritam tada došao do izražaja.

7. LITERATURA

- [1] Alan W. McMorran, "An Introduction to IEC 61970-301&61968-11: The Common Information Model", University of Strathclyde, pp. 1-2, Glasgow, 2007.
- [2] Nikola Radin, Miroslav Popović, "Jedno rešenje komunikacione sprege i okvira za distribuiranu obradu elektroenergetskih funkcija", Telfor Beograd, 2011.
- [3] Simon Bradshaw, Christopher Millard, Ian Walden, "Contracts for Clouds: Comparison and Analysis of the Terms and Conditions of Cloud Computing Services", Queen Mary University of London, paper no. 63/2010, pp. 1-7.

Kratka biografija:



Bojan Vidić je rođen 1986. godine u Derventi. Višu tehničku školu u Doboju završio je 2008. godine, a tri godine kasnije stekao Bečelorsku diplomu na Fakultetu tehničkih nauka, usmjernje Računarska tehnika i računarske komunikacije. Na istom fakultetu je 2012. godine odbranio Master rad na usmjerenju Automatika i upravljanje sistemima.

SISTEM ZA PRAĆENJE PROCESA IZVRŠAVANJA ZADATAKA U CLOUD OKRUŽENJU**AUTOSCALING OF A DISTRIBUTED SYSTEM IN CLOUD ENVIRONMENT**

Luka Pokas, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisan predlog rešenja koje omogućava elastičnost distribuiranom sistemu primenom „Cloud Computing” rešenja Microsoft Azure-a. Zbog mogućnosti koje pruža cloud computing platforma, a koje se odnose na realizovanje visoko elastičnog i skalabilnog sistema, potrebno je automatizovati deo sistema koji to omogućava. Implementacija je realizovana upotrebom alata Microsoft Visual Studio 2010 i programskog jezika C#. Softversko rešenje je tesitrano u cloud okruženju gde su ispitane njegove mogućnosti.

Abstract – This paper describes an implementation of a proposed solution to a problem of elasticity of a distributed system in the cloud environment on Microsoft Windows Azure platform. Due to the opportunities provided by cloud computing, which are related to the realization of highly flexible and scalable system, it is necessary to automate part of a system that allows that. Solution has been implemented using tools like Microsoft Visual Studio 2010 and programming language C#. Various kinds of tests were performed in the cloud environment and their results are shown in this paper.

Ključne reči: Cloud Computing, Windows Azure, Autoscaling, distribuirano programiranje.

1. UVOD

Cloud computing predstavlja petu generaciju u razvoju računarstva. Prvo su postojali Mainframe i terminali sa kojih su se slali podaci za obradu, zatim presonalni računari (PC), pa računarstvo tipa klijent-server, mrežno računarstvo i konačno cloud computing.

Postoji mnogo definicija cloud computing-a, ali prema NIST(National Institute of Standard) to je model koji korisnicima pruža usluge poput obezbeđenja skladištenja podataka, servera i aplikacija, odnosno svega što je potrebno za poslovanje jedne firme kao korisnika ovih usluga. Kako se potrebe firme dinamički menjaju, cloud computing je sposoban da se adaptira potrebama firme i na taj način se smanjuju troškovi poslovanja.

Firma se oslobađa potreba o nabavci i hardvera i softvera, njihovim podešavanjima i održavanju, zbog čega se cela ta usluga predstavlja jednim oblakom čija implementacija i način funkcionisanja ne mora biti poznata firmi, kao korisniku.

NAPOMENA:

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

Postoje mnoge pogodnosti koje ovakav tip računarstva može da donese nekoj firmi. Aplikacije su dostupne sa bilo kog mesta, u bilo koje vreme. Provajder je taj koji omogućava firmi neophodan softver za poslovanje. Taj softver se izvršava na provajderskoj strani, tj “unutar oblaka”. Brže je, jer izvršavanje može da bude na moćnim serverima. Nije potrebno ulagati sredstva za podizanje data centara, servera, kao ni za njihovo održavanje. Provajder sve to obezbeđuje na fleksibilan način. Fleksibilnost se odnosi na to što se cloud computing prilagođava potrebi firme. Ako u nekom trenutku firma poželi da proširi svoje resurse, može gotovo trenutno doći do povećanja. Isto tako, može i da smanji potrebu.

Cilj istraživačkog segmenta ovog rada je, između ostalog, bio da se ustanove mogućnosti cloud computing-a i Windows Azure platforme kako bi se na najbolji način iskoristila elastičnost i skalabilnost koju takva platforma nudi sistemu razvijenom na njoj. Razmatrana su i analizirana već postojeća rešenja i predloženo rešenje koje vrši njihovu dopunu.

2. PROBLEM ELASTIČNOSTI - AUTOSCALING

Elastičan sistem je onaj sistem gde su pomoćni resursi dostupni na zahtev. Da bi se iskoristile prednosti elastičnosti, obično je potrebno da sistem bude skalabilan. Skalabilan sistem je onaj sistem u kojem je količina posla koju sistem može da obradi srazmerna količini resursa koja je data sistemu. Kapacitet sistema se skalira u zavisnosti od dostupnih resursa. Ukoliko sistem nije skalabilan, pomoćni resursi imaju malo efekta. Prednost elastičnosti je ta da resursi koji se koriste mogu biti vraćeni i sistem ne snosi nikakve fiksne troškove za njihovo održavanje.

Upravo to je velika prednost cloud computing-a, sposobnost da se poveća kapacitet ili dodaju nove mogućnosti, skoro momentalno. Kompanije kupuju kapacitet za skladištenje podataka, procesorsku moć, zaštitu i druge IT mogućnosti u tačno određenoj meri. Dobijaju sofisticirane usluge data centara, na zahtev, u količinama koje su im zaista potrebne i koje mogu da plate. Te količine im se mogu vrlo lako smanjiti ili dodati.

Međutim, ukoliko se oslonimo na manualne intervencije za skaliranje aplikacije, odnosno dodavanja dodatnih resursa, moguće je da nećemo uvek postići balans između troškova i performansi. Operator koji vrši skaliranje može da odreaguje kasno ili da loše proceni broj resursa koji je potreban. Zato je potrebno sistem proširiti sa automatizovanim blokom koji će vršiti proračune na osnovu vrednosti određenih metrika i procenjivati da li su

sistemu potrebni dodatni resursi ili ne. Na taj način se eliminiše potencijalna greška izazvana ljudskim faktorom i omogućava se da se sistem opskrbi potrebnim resursom gotovo momentalno. Vreme potrebno da se sistem dopuni resursom zavisi od tipa resursa. Nekad je dovoljno da sistem jednostavno promeni režim rada, što je jeftinije, ali i brže u odnosu na povećanje performansi sistema. Nažalost, to često nije dovoljno da bi se dostigao željeni efekat, pa se u tom slučaju jednostavno mora sistemu dodati potrebna količina npr. procesorske moći.

3. AUTOSCALING – u drugim sistemima

Microsoft je razvio aplikacioni blok “WASABi” [1] koji omogućava da se definiše kako će Windows Azure aplikacija da rukuje sa promenama prilikom njenog opterećenja. Blok je deo Enterprise Library Integration Pack-a. Pomaže u minimizaciji operacionih troškova dok obezbeđuje odlične performanse i dostupnost korisnicima. Aplikacioni blok prolazi kroz kolekciju pravila konstruisanih od strane korisnika i u kojima je definisano kako aplikacija treba da reaguje prilikom promene opterećenja. Postoje dve vrste pravila. To su tzv. *constraint* pravila i *reactive* pravila. Prva ograničavaju maksimalni i minimalni broj instanci role u Windows Azure aplikaciji, a druga podešavaju trenutni broj instanci u zavisnosti od određenih brojača i merenja koja se prikupljaju iz aplikacije.

Constraint pravila mogu imati uz sebe i vremensko ograničenje uz pomoć kojeg se specifikira vreme tokom kojeg je pravilo aktivno. Ona omogućavaju da se proaktivno odredi broj instanci koje aplikacija koristi. Minimalni broj rola nam je bitan kako bi se zadovoljile sve potrebe SLA(*Service level agreement*), a maksimalan broj instanci kontroliše troškove Windows Azure aplikacije.

Reactive pravila koriste vrednosti dobijenih ili iz merenja sistema kao što je CPU iskorišćenost ili iz merenja koja se odnose na npr. broj neobrađenih dokumenata ili slično. Aplikacioni blok ih sakuplja i čuva ih kao *data points*. *Data point* jednostavno predstavlja izmerenu vrednost sa vremenom koji indicira kada je vrednost izmerena. *Reactive* pravila takođe koriste skup vrednosti (kao što su prosečna, maksimalna, minimalna, ili poslednja) izračunatih iz *data point*-a tokom određenog vremenskog perioda. Ova pravila porede trenutnu izmerenu vrednost sa nekom unapred definisanom i na osnovu rezultata preduzimaju određene akcije. Npr. moguće je dodati određen broj instanci role [2] i obavestiti o tome operatora.

Osim što aplikacioni blok omogućava da se promeni broj instanci role, on takođe pruža veoma značajnu mogućnost promene moda rada aplikacije koji je odgovarajuć za nivo opterećenja i npr. doba dana ili sedmice. Na taj način moguće je ograničiti ili onemogućiti određene (relativno) skupe operacije u aplikaciji kada je opterećenje iznad željenog.

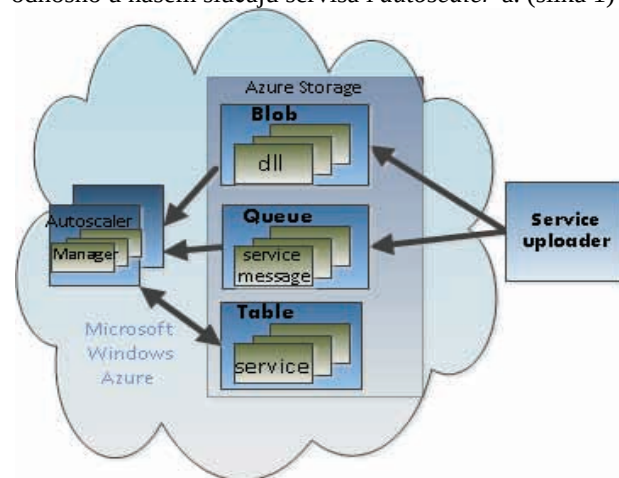
Dve pomenute tehnike skaliranja nisu isključive i mogu se koristiti kombinovane i na taj način stvoriti hibridno rešenje za autoskaliranje.

4. REALIZACIJA PREDLOŽENOG REŠENJA

Rešenje je zamišljeno tako da eliminiše određene nedostatke već pomenutog WASABi aplikacionog bloka. Sa

njim smo bili u stanju da pratimo vrednost broja elemenata u redu kao i vrednost iskorišćenosti procesora. Na osnovu toga, moguće je napisati jednostavna pravila koja se sastoje od poređenja izmerene vrednosti sa unapred definisanom i ostvariti reakciju bloka na osnovu toga. Međutim, u kompleksnijim sistemima javlja se potreba da se vrši kombinacija određenih merenja, i da se na osnovu vremena i izmerenih vrednosti ostvari određen račun kako bi se na pravi način dobila vrednost optimalnog broja instanci koji nam je potreban.

Arhitektura implementiranog sistema se sastoji iz *autoscaler*a (predstavlja srž sistema, izvršilac svih akcija), *dll pool* (kontejner sa .dll datotekama), *service pool* (red prijavljenih servisa), *monitored service pool* (tabela servisa koji se prate) i *service uploader*. Prva četiri elementa su smeštena u *cloud*-u, dok poslednji predstavlja aplikaciju koja se nalazi van *cloud* okruženja i koja predstavlja spregu između klijenata i *autoscaler*-a, odnosno u našem slučaju servisa i *autoscaler*-a. (slika 1)



Slika 1. Arhitektura sistema za autoskaliranje

Service uploader predstavlja aplikaciju koja obezbeđuje *autoscaler* komponenti da u svakom momentu ima na raspolaganju svež spisak servisa koje treba da nadgleda, sa svim neophodnim podacima. Da bi *autoscaler* znao gde treba da nađe servis u *cloud*-u, potrebno je da ima informaciju o *subscription id*-u i *dns prefix* *hosted service*-a na kom se nalazi *deployment* na kom je smešten servis. *Autoscaler*-u se dalje obezbeđuje informacija o imenu servisa i imenu role koja treba da se skalira. Osim toga, potrebna je informacija o imenu .dll datoteke čija uloga će biti objašnjena u nastavku.

Service pool je *Azure storage* red, u kojem su smešteni podaci koje *cloud uploader* aplikacija želi da obezbedi *autoscaler*-u. Tu se nalaze sve potrebne informacije o servisu. Na narednoj slici (slika 2) dat je izgled poruke *service pool* reda u kojem su smešteni podaci.

Subscription ID	DNS prefix	Service name	Role name	DLL name
-----------------	------------	--------------	-----------	----------

Slika 2. Format poruke za autoscaler

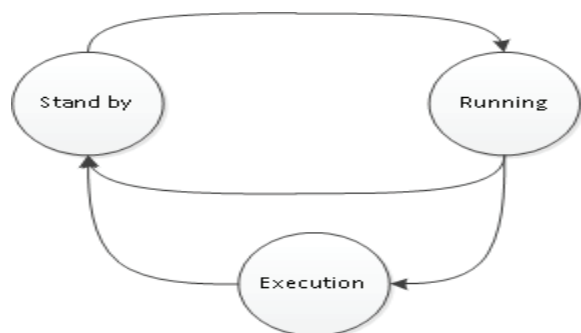
Dll pool je *Azure storage blob* kontejner u kojem su smešteni *blob*-ovi koji sadrže u sebi .dll datoteke. *Blob* predstavlja skladište podataka Windows Azure platforme u koje je moguće smesiti bilo koje binarne podatke kao što su npr. video i audio podaci, slike ili tekstualne datoteke i odgovara našim potrebama da se u njega smeste .dll

datoteke. Pomenute datoteke predstavljaju implementirane interfejsu u kojima je smeštena sva logika računanja broja instanci, sa mogućnošću dodavanja dodatnih informacija potrebnih *autoscaler* elementu sistema. Unutar implementacije interfejsa definisan je vremenski period po čijem isteku će se pozivati implementirana funkcija za računanje broja instanci. Broj .dll datoteka odnosno *blob*-ova jednak je broju servisa za koji se vrši autoskaliranje.

Monitored service pool je *Azure Storage* tabela u koju svaka instanca *autoscaler* komponente beleži informacije o servisima koje prati. Njen zadatak jeste da obezbedi ponovno učitavanje servisa koje instanca prati u slučaju njenog otkaza.

Dll pool, *service pool* i *monitored service pool* predstavljaju na neki način jednu celinu, jer su smešteni u deo *cloud*-a koji se naziva *Azure Storage*. Podaci koji su tu smešteni se automatski tripliciraju radi sigurnosti od strane same platforme. Na taj način smo sigurni da se podaci neće izgubiti čak ni u slučaju prirodnih katastrofa, jer su smešteni u različitim data centrima koji se nalaze na različitim fizičkim lokacijama, pa čak i na različitim kontinentima.

Glavni element celog sistema predstavlja *autoscaler*. To je komponenta koja nadgleda sve prijavljene servise i vrši sve potrebne akcije skaliranja istih. On periodično, na osnovu unapred definisanog vremena, vrši učitavanje prijavljenih servisa u listu. Informacije o servisima dobavlja iz *service pool* reda. Za svaki servis se instancira *service manager* koji je dalje zadužen za praćenje servisa koji mu je dodeljen. Vršiti se dinamičko učitavanje .dll datoteka iz *dll pool*-a u lokalni folder i poziva se njegova metoda za određivanje optimalnog broja instanci. Ona se periodično poziva, u zavisnosti od definisanog vremena za osvežavanje. Kada se ostvari potreba da se promeni broj instanci role nekog servisa, učitava se konfiguraciona datoteka datog servisa[3] i ona se izmeni promenom vrednosti vezanom za broj instanci servisa. Kada se servis izbaci iz liste onih koji se prate, poziva se *garbage collector autoscaler* komponente, koji je zadužen da obriše .dll datoteku iz lokalnog direktorijuma. Na slici 3 dat je dijagram stanja unutar *manager* komponente kao i redosled i način prelaska iz jednog stanja u drugo.



Slika 3. Dijagram stanja u *service manager*-u

On se prvo nalazi u *stand by* stanju u kojem započinje merenje vremena pre provere da li je ostvarena potreba da se izvrši skaliranje. *Manager* zatim prelazi u stanje *running* i proverava da li je ostvaren uslov za promenu broja instanci. Ukoliko je on ostvaren, prelazi se u stanje *execute* u kom se učitava konfiguracija odgovarajućeg

servisa i ona se zatim menja u skladu sa izvršenim računanjem koje se prethodno izvrši i sistem se ponovo vraća u stanje *stand by*. U slučaju da uslov za promenu broja instanci nije ostvaren, *manager* se automatski vraća u stanje *stand by* i opet započinje odbrojanje do sledeće provere. Na slici 3 je dat dijagram stanja unutar *service manager* komponente koja prikazuje redosled i način prelaska iz jednog stanja u drugo.

Instanca *autoscaler*-a se po pokretanju nalazi u *INIT* stanju. *Prvi korak* je da proveri *monitored service pool* tabelu da vidi da li postoje servisi koji mu pripadaju tj. koje treba da nastavi pratiti.

Potom u *drugom koraku* pristupa periodično *servis pool* redu da vidi da li ima novih servisa ili poruka da neki servis ne želi više da bude praćen. Ukoliko je tu poruku iz reda pročitala instanca kojoj ne pripada taj servis, onda je ona dužna da preko *Microsoft WCF* komunikacije (*Windows Communication Foundation*), sa pouzdanim *TCP* vezivanjem koje garantuje isporuku paketa, pošalje *broadcast*-om svim instancama tu poruku. Instance kojima nije namenjena poruka će ignorisati obaveštenje, a ona kojoj jeste će da izbaci servis iz liste servisa koje prati.

U *trećem koraku* svaka instanca vrši zapis servisa koji prati u tabelu sa podacima potrebnim da se identifikuje sa njim. Dalje se servis stavlja u internu listu servisa i započinje se njegovo praćenje.

Četvrti korak podrazumeva da se poruka obriše iz *service pool* reda, jer je regularno preuzeta i obrađena.

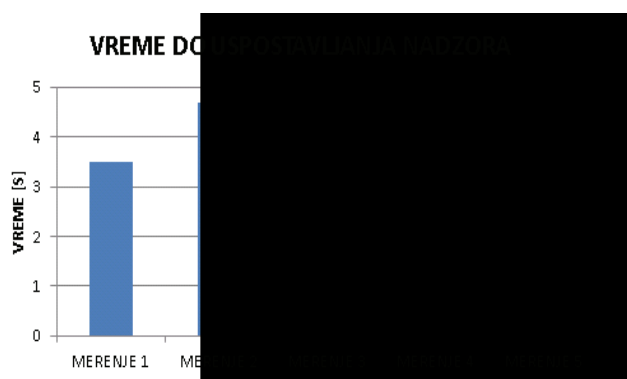
Postoji mogućnost da neka instanca otkáže. Imamo različite scenarije kako *autoscaler* reaguje na to, u zavisnosti u kojem koraku njegovog izvršavanja je došlo do pada instance. Ukoliko se otkaz desio između prvog i drugog koraka, instanca koja ponovo uzme poruku iz reda, videće da je poruka već bila uzimana. Proveriće tabelu i videti da poruka nije bila zapisana tj. da ne pripada nijednoj instanci. Servis će zatim preuzeti na sebe i nastaviti sa odgovarajućim koracima iz algoritma. Kada se otkaz desi između drugog i trećeg koraka, instanca koja preuzme poruku videće da je poruka već uzimana i iz tabele kom servisu je pripadala. Da ne bi čekala eventualno dizanje instance kojoj je pripadala, a koje je u toku, ona će da promeni u tabeli da servis pripada sada njoj, baciti ga u svoju listu i nastaviti sa algoritmom.

5. TESTIRANJE I PRIKAZ REZULTATA

Implementirani sistem za praćenje procesa izvršavanja je testiran na *Microsoft Azure* platformi. Korištene su male (eng. *small*) *compute* instance. U *Microsoft Azure*, *small* instanca podrazumeva da je obezbeđeno jedno procesorsko jezgro od 1.6GHz, 1.7GB memorije, 225 GB za skladištenje u *Azure storage*-u i 100 Mbps mrežni propusni opseg.

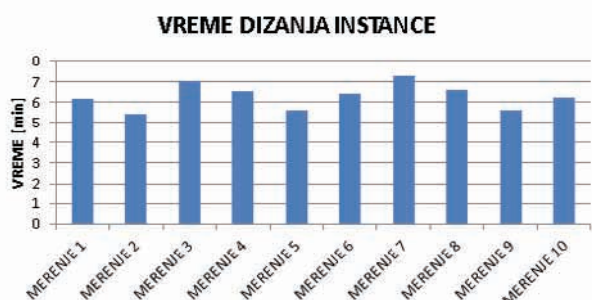
Testiranje je vršeno tako da se napravi nekoliko servisa koji će imati različite algoritme koje izvršavaju. Za svaki od servisa je bilo potrebno implementirati interfejs u kojem će biti definisana pravila skaliranja, odnosno logika po kojoj će blok odlučivati o eventualnoj promeni broja instanci servisa. U nekima je praćen broj elemenata *Azure Storage* reda, u drugima je praćena iskorišćenost procesora role servisa koji se prati, u trećima se prati vrednost promenljive unutar servisa, a u četvrtoj je

kombinacija sva tri prethodna. Servisi se prijavljuju na praćenje i merena su vremena koja proteknu od zahteva za nadzorom, do nadzora, odnosno vreme koje je potrebno da poruka o servisu bude smeštena u *Azure storage* red, da se iz njega preuzme i da *service manager* kome je dodeljen servis pređe u stanje *running* odnosno da počne da proverava da li je ostvaren uslov za promenom broja instanci. Na slici 4 dat je vremenski dijagram koji prikazuje odrađena merenja. Maksimalna izmerena vrednost iznosi 4,7 sekundi, a minimalna 2,9. Prosečno vreme je 3.54 sekundi. Ono se potroši na preuzimanje poruke o servisu iz reda kao i na preuzimanje .dll datoteke iz bloba koja se potom smešta u lokalni direktorijum. Tek tada je autoscaler bloku dostupno sve što mu je potrebno kako bi započeo nadzor servisa.



Slika 4. Vremenski dijagram uspostavljanja nadzora

Takođe, meren je vremenski interval koji protekne od ostvarivanja uslova za povećanjem instance do podizanja same instance. Taj period varira od servisa do servisa, kao što se može primetiti na slici 5, jer on zavisi od mnogih faktora koji se odnose na *Windows Azure*.



Slika 5. Vremenski dijagram trajanja podizanja instance

Windows Azure treba da u zavisnosti od veličine instance da izabere virtualnu mašinu koja ima broj jezgara u zavisnosti od veličine izabrane role i da nađe čvor (*rack*) u istom data centru koji ima slobodnu virtualnu mašinu. Ukoliko nađe, host virtualna mašina je već aktivna i potrebno je podići virtualnu mašinu za novu instancu. U takvom scenariju je potrebno manje vremena za njeno podizanje.

U slučaju da nije nađen slobodan host, novi mora biti restartovan za virtualnu mašinu. To će oduzeti više vremena. Na slici 4 prikazana su izmerena vremena za više merenja. Maksimalno izmereno vreme bilo je 447 sekundi, a minimalno 343 sekunde. Prosečna vrednost za 10 obavljenih merenja iznosi 391,6 sekundi.

6. ZAKLJUČAK

Cloud tehnologija se, sa svojom elastičnom prirodom i plaćanjem samo onog što se koristi, nameće kao tehnologija budućnosti. Za distribuirane sisteme u *cloud* okruženjima je jako bitno da postoji pouzdan sistem za plaćanje ispravnosti njegovih servisa i komponenti, a koji iskorišćava prednosti *cloud* tehnologije.

U ovom radu prikazan je osmišljeno i implementirano rešenje koje omogućava elastičnost i skalabilnost distribuiranim sistemima u *cloud* okruženju na *Azure* platformi. Rezultat rada je mogućnost prijave velikog broja servisa čiji rad se može pratiti i omogućiti njihovo optimalno funkcionisanje. Optimalnost se postiže gotovo neograničenom slobodom u zadavanju pravila. Sistem se može poboljšati dodavanjem logike koja bi vršila skaliranje samog servisa, tako da posao bude raspoređen među instancama na jednak način.

7. LITERATURA

- [1] D. Betts, J. Bourgault, J. Dominguez, E. Keresteci, G. Melnik, F. Simonazzi, E. van der Valk "Building elastic and resilient cloud applications", Microsoft, 2011
- [2] R. Brunetti, "Windows Azure Step by Step", O'Reilly Media, Inc., 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, California, 2011.
- [3] N. Mackenzie, "Microsoft Windows Azure Deployment Cookbook", Packt Publishing Ltd, Livery Place, 35 Livery Street, Birmingham, 2011
- [4] N. Roy, "Efficient Autoscaling in the Cloud Using Predictive Models for Workload Forecasting", Dept. Of EECS, Vanderbilt Univ., Nashville, TN, USA, 2011

Kratka biografija:



Luka Pokas rođen je 14.06.1988. u Novom Sadu. Gimnaziju "Svetozar Marković" je završio 2007. godine. Iste godine upisao je Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek Elektrotehnika i računarstvo, smer Računarstvo i automatika. Bsc diplomu je stekao 2011. godine na usmerenju Računarska tehnika i računarske komunikacije. Iste godine upisuje master studije na usmerenju Automatika i upravljanje sistemima.

JEDNO RJEŠENJE SOFTVERSKJE INFRASTRUKTURE ZA DISTRIBUIRANE MODELE PODATAKA**A SOFTWARE INFRASTRUCTURE FOR DISTRIBUTED DATA MODELS**Bojan Jelačić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu je osmišljeno, projektovano i realizovano distribuiranje podataka o elektroenergetskoj mreži, njihovo skladištenje i omogućen je pristup datim podacima. Time su stvoreni uslovi za realizaciju distribuiranih elektroenergetskih funkcija koje se oslanjaju na distribuirani model podataka. Pored distribucije podataka postignuta je i paralelizacija obrade podataka unutar jednog računara. Važna karakteristika ovog rješenja je mogućnost njegove primjene na Cloud-u.

Abstract – This paper presents a design and an implementation of a solution for electrical distribution network data distribution, storing and providing access to the given data. This provides the basic for the implementation of electrical power distribution functions which can process distributed network data. In addition to data distribution, data is processed in parallel execution within a single computer. Important feature of this solution is its applicability to cloud computing environment.

Ključne riječi: Cloud Computing, Windows Azure, distribuirano programiranje, paralelno programiranje

1. UVOD

U današnje vrijeme mnogi naučni eksperimenti zahtijevaju procesuiranje velikih količina podataka u prihvatljivom vremenskom intervalu. Potrebno je da se na efikasan način obrade, analiziraju i skladište ogromne i rastuće količine podataka koje se prikupljaju. U slučaju ovakvog porasta broja podataka neefikasna rješenja za skladištenje mogu dovesti do smanjenja performansi aplikacija. To sa sobom nosi niz problema koji dovode do smanjenja produktivnosti, nezadovoljstva klijenata i na kraju do manjih prihoda. Veliki broj današnjih giganta kao što su Google, Yahoo, Microsoft, Facebook i mnogi drugi imaju poteškoća sa procesuiranjem velikog broja podataka. Većina njih za ovaj problem koristi Hadoop, softversku platformu za obradu velikih količina podataka, koja se za sada nametnula kao standard u ovoj oblasti.

Dostizanje granica mogućnosti fizičke arhitekture kao što su povećanje radnog takta procesora i uvećanje radne memorije postavlja ograničenja pri obradi velike količine podataka. U ovom radu je implementirana softverska infrastruktura za model podataka elektrodistributivne

mreže. S obzirom na sve veće potrebe praćenja rada mreže i pravovremeno reagovanje na promjene, u sistemu mora postojati odgovarajuća podrška za nadzor i upravljanje distributivnim mrežama, a ona se može osloniti na implementiranu softversku infrastrukturu.

Elementi elektroenergetskog sistema se predstavljaju modelom podataka koga definiše CIM (eng. *Common Information Model*). CIM je otvoren standard koji se koristi za predstavljanje objekata modela prilikom projektovanja programske podrške. On predstavlja skup paketa definisanih korišćenjem objektno orjentisanih tehnika modelovanja i jezika za opis takvih modela, UML-a (eng. *Unified Model Language*). Nastao je sa idejom da se napravi jednoobrazna predstava elemenata sistema. CIM model podataka iako je opšte prihvaćen za razmjenu podataka između sistema, nije prilagođen matematičkim proračunima pa se za potrebe energetskih proračuna prevodi u odgovarajuću pogodniju formu [1].

Predloženo rješenje je testirano i izmjerene su njegove performanse. Cilj istraživačkog segmenta ovog rada, između ostalog, jeste i ustanoviti prednosti upotrebe računarstva u oblaku (engl. *cloud computing*) i Windows Azure platforme za obradu velike količine podataka.

2. OSNOVE CLOUD-A I WINDOWS AZURE-A

U posljednje vrijeme *cloud computing* je sve aktuelnija tema o kojoj se dosta polemise u IT svijetu. Tačke koje *Cloud computing* cilja su skladištenje klijentskih aplikacija na serverima širom svijeta, upravljanje i trošenje novca za hardversku podršku, mogućnost podešavanja tih aplikacija i što efikasniji pristup aplikacijama uz što veću dostupnost. Neke od prednosti upotrebe današnjeg *cloud computing*-a su prividna neograničenost resursa, lako manipulisanje skalabilnošću, visoka dostupnost, naplata onoga što se koristi i mnoge druge [2].

Platforme za *Cloud* se razlikuju po tipu usluge koju nude korisniku. Postoje tri tipa usluga platformi [3]:

- **Infrastruktura kao usluga** – (eng. *Infrastructure as a Service - IaaS*) je model u kome klijenti ne dobijaju mogućnost kontrole samog hardvera, ali moguće je upravljati operativnim sistemima, prostorom na disku, aplikacijama, i u posebnim slučajevima odabrati neke dodatne opcije provajdera.
- **Platforma kao usluga** – (eng. *Platform as a Service - PaaS*) predstavlja model u kome korisnici koriste sopstvenu aplikaciju bilo kupljenu ili lokalno razvijanu i u *Cloud*-u samo koriste platformu koja će njihovu aplikaciju podržati. U ovom slučaju klijenti

NAPOMENA:

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

nemaju kontrolu nad hardverom provajdera, već samo nad svojim softverom koji se nalazi u *Cloud-u*.

- **Programska podrška kao usluga** – (eng. *Software as a Service - SaaS*) omogućava klijentima da koriste usluge podešavanja i korišćenja aplikacija koje se nalaze na infrastrukturi pružaoca usluga. Provajder obezbjeđuje klijentu potrebnu aplikaciju kao i sav potreban hardver za njeno izvršavanje (serveri, memorije, procesori i sl.). Jedna instanca softvera se izvršava u *cloud-u* i pruža uslugu višestrukim krajnjim korisnicima.

Glavna uloga Windows Azure platforme je izvršavanje aplikacija u *cloud-u* i skladištenje podataka. Windows Azure je sastavljen od tri osnovna dijela:

- **Compute** – servis koji je zadužen za izvršavanje aplikacija u *Cloud-u*. Sastavljen je iz procesa (eng. *Roles*). Postoji tri tipa procesa, internet (eng. *Web Role*) koji je namenjen kao prezentacioni sloj aplikacije i za primanje zahtjeva od korisnika, radni proces (eng. *Worker Role*) koji je namijenjen za izvršavanje aplikacija koje imaju ulogu pozadinskih procesa i proces virtualne mašine (eng. *VM Role*).
- **Storage** – servis koji služi za skladištenje različitih tipova podataka. Postoji tri tipa skladišta koja se nude korisniku. *Blob* služi za skladištenje binarnih podataka, tabela (eng. *Table*) podsjeća na SQL bazu podataka i u njoj su skladišteni podaci organizovani u particije i redove, red (eng. *Queue*) je namenjen za komunikaciju između pojedinačnih procesa.
- **Fabric** – komponenta koja se izvršava na velikom broju mašina. Zadatak ovog dela platforme je da dodeljene korisničke resurse poveže u logičku celinu na koju se oslanjaju drugi servisi.

Za realizaciju predloženog rješenja koristio se *PaaS* model usluga i radni procesi. *Azure* daje automatizovano okruženje i jednostavan aplikativni interfejs, a glavna pogodnost je mogućnost paralelnog izvršenja na *cloud-u*.

3. MODEL PODATAKA ZA DISTRIBUIRANU OBRADU

Izraz “*velika količina podataka*” (eng. *Big data*) opisuje setove podataka koji se povećavaju tako brzo da rukovanje sa njima postaje sve komplikovanije. Kao što je već rečeno, za sada se kao standard u ovoj oblasti nametnuo Hadoop. Hadoop je softverska platforma za obradu velikih količina podataka. Sastoji se od Hadoop distribuiranog sistema koji ima mogućnost skladištenja petabajta podataka širom hiljada čvorova. *Hadoop File System* osigurava da su uskladišteni podaci uvijek dostupni, čak i ukoliko dođe do kvara ili pada nekog od čvorova. Hadoop takođe uključuje i *Map/Reduce*, programski model koji podatke dijeli na manje dijelove i distribuira ih širom različitih čvorova u *cluster-ima*. Hadoop omogućuje korisnicima da analiziraju i obrađuju veće količine podataka bez određene strukture. Tradicionalno se podaci obrađuju u čvorovima za obradu, a kod Hadoop-a se obrada podatka vrši tamo gdje se podatak i nalazi [4].

Na osnovu ispitivanja i analize ispostavilo se da se elektrodistributivna mreža datog sistema može podijeliti

na određeni broj potpuno nezavisnih cjelina (regiona). Ti regioni se raspoređuju na više *Cloud* instanci koje predstavljaju računare iz aspekta distribucije. Svaka instanca dobija određen broj regiona i započinje paralelnu obradu nad njima. Data obrada će biti opisana u nastavku rada. Zbog već pomenute nezavisnosti između regiona implementiranje komunikacije između instanci nije potrebno.

U ovom rješenju, zbog rješavanja specifične vrste problema, a ne univerzalnog rješenja, nije se pristupalo sličnoj realizaciji kao u Hadoop sistemu, jer su kao što je već napomenuto dijelovi mreže nezavisni i isti podaci se ne dijele među računarima.

Elektrodistributivni sistem koji se posmatra u ovome radu sastavljen je od više dijelova - servisa. Za simulacije i optimizacije proračune koje vrše neki od servisa koriste se ranije pomenuti regioni. Svaki region sadrži jedinstven interni model nad kojim se vrše elektroenergetski proračuni. Servisi koji su potrebni da bi se takav model formirao su:

- **Network Model Service (NMS)** - isporučuje podatke o električnom dijelu mreže. Podatke čuva u sporo promjenljivom (statičkom) modelu koji je baziran na CIM standardu.
- **Network Dynamic Service (NDS)** - je servis zadužen za čuvanje dinamičkog modela podataka.
- **Model Topology Service (MTS)** - je servis zadužen za preuzimanje i spajanje statičkog i dinamičkog modela elektrodistributivne mreže i obradu topološke analize. Od NMS-a preuzima statički model elektrodistributivne mreže na osnovu kojeg pravi interni model za elektroenergetske proračune. Od NDS servisa preuzima ažurno stanje rasklopne opreme i završava topološku obradu nad internim modelom.

4. ARHITEKTURA PREDLOŽENOG RJEŠENJA

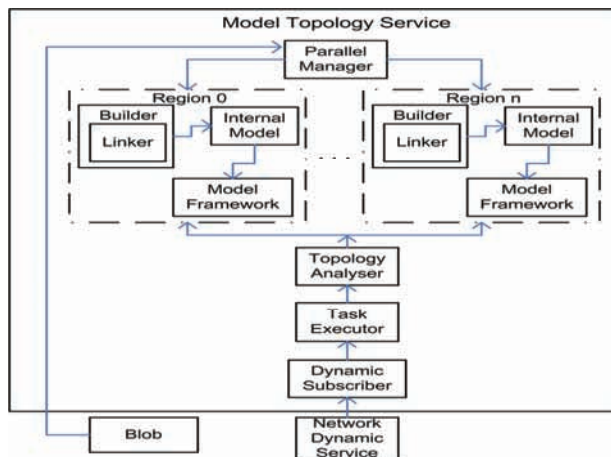
Arhitektura datog sistema (slika 1.) je takva da se uz pomoć NMS-a elektroenergetska šema smješta u *Blob* na *Cloud-u*, nakon čega se, kao što je spomenuto u prethodnom poglavlju, vrši njena distribucija na više *Cloud* instanci.

Unutar svake instance se nalazi po jedan MTS servis koji koji je prilagođen paralelnoj obradi.

Posao paralelizacije unutar MTS-a obavlja komponenta *Parallel Manager* koja obrađuje više nezavisnih regiona. Svaki region ima svoj jedinstveni interni model. Pravljenje internog modela se radi u dvije faze. Prva faza je prepakivanje podataka modela sličnog CIM modelu u interni model. Ova faza je u nadležnosti *Builder-a* koji je prikazan u okviru prethodne slike. U drugoj fazi se uz pomoć komponente *Linker* vrši povezivanje modela. Povezivanje modela obuhvata dodavanje novih elemenata i podataka u model na osnovu postojećih podataka u modelu. Dodati elementi omogućavaju ubrzavanje obrade energetske funkcije nad modelom. Nad kreiranim internim modelom vrše se inicijalni energetske proračuni. Poslije toga proračuni se izvršavaju na svaku promjenu dinamike koja preko NDS-a i *Dynamic Subscriber-a* stiže do *Task Executor-a*. Zadatak *Task Executor* je da u paraleli obrađuje više regiona tako što nad njihovim internim modelima pokreće energetske proračune, vodeći

računa o tome da se jedan region ne obrađuje više puta u isto vrijeme.

Interni model je zasnovan na *Model Framework*-u koji predstavlja razvojno okruženje modela za rad u realnom vremenu. Čini ga skup klasa koje modeluju vektore, blokove i model kao i njihove osnovne osobine. *Model Framework* u suštini predstavlja skladište za podatke.



Slika 1. *Model Topology Service*

5. REALIZACIJA PREDLOŽENOG REŠENJA

Komponenta *Parallel Manager*, kao što je već rečeno vodi brigu o paralelnoj obradi regiona unutar jednog MTS-a. *Parallel Manager* pokreće određen broj niti, gdje svaka nit dobije nekoliko regiona na izvršavanje.

Posle završetka inicijalnih energetske proračuna što je spomenuto u prethodnom poglavlju, svaki obrađeni region se smješta u jednu *Dictionary* mapu pod jedinstvenim ključem, identifikacionim brojem regiona. U sledećim fazama gdje se na svaku promjenu dinamike vrše energetske proračuni, prvenstveno topološka obrada, unutar *Task Executor*-a, na osnovu identifikacionog broja regiona, nad kojim se desila promjena iz prethodno spomenute *Dictionary* mape uzima se interni model datog regiona i šalje se topologiji na izvršavanje.

Princip rada *Task Executor*-a je da on sadrži jedan *queue* u koji se upisuju poslovi koji u sebi sadrže identifikacioni broj regiona nad kojim se desila promjena i samu promjenu.

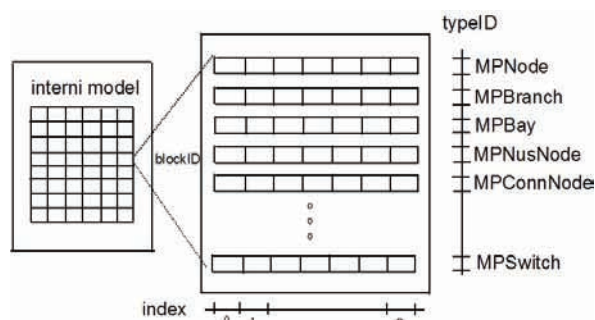
Poslovi se izvršavaju tako što se iz *ThreadPool*-a pokrene nit za svaki posao, uz prethodno upisivanje identifikacionog broja regiona u jednu *hashset* mapu. Nakon završenog posla identifikacioni broj regiona se briše iz date mape. Na osnovu ove mape u svakom momentu je moguće odrediti koji se regioni trenutno obrađuju.

Ukoliko dođe na obradu posao sa identifikacionim brojem regiona koji se trenutno obrađuje, on se smješta na kraj datog *queue*-a kako bi se izvršio poslije završetka obrade posla sa istim identifikacionim brojem. Za skladištenje podataka datog sistema zadužen je *Model Framework*. U suštini *Model Framework* predstavlja programsku podršku za interni model i treba da omogući sledeće:

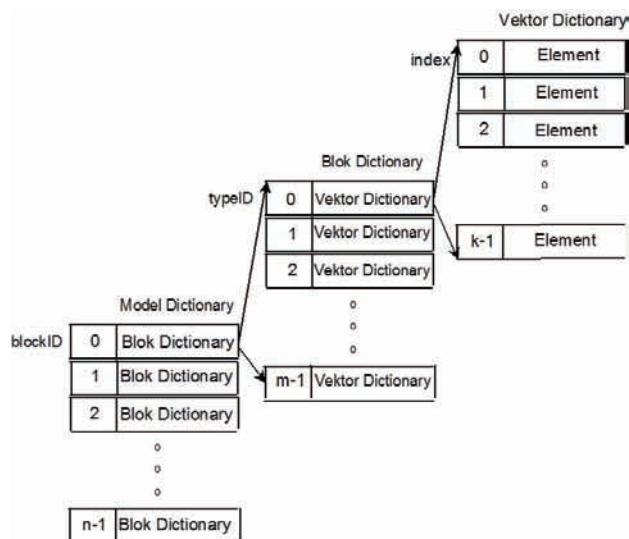
- **Veoma brz pristup podacima.** Ova brzina direktno utiče na brzinu cijelog sistema zbog čestog očitavanja elemenata

- **Popunjavanje internog modela.** Ova operacija se izvršava samo na početku i njena brzina ne utiče na brzinu cijelog sistema
- **Iteriranje kroz model.** Omogućuje brz prolazak kroz sve elemente u modelu i elemente određenog tipa.
- i niz drugih operacija kako bi upravljanje sa modelom u potpunosti bilo obezbijeđeno.

Interni model je organizovan blokovski. Blok se sastoji od vektora koji sadrže elemente odgovarajućeg tipa. Svaki elemenat se nalazi u određenom bloku, određenom vektoru i pod jedinstvenim ključem. Na slici 2. prikazana je struktura internog modela.



Slika 2. *Struktura internog modela* [5]



Slika 3. *Tri Dictionary mape*

Ove tri vrijednosti na jedinstven način određuju element u modelu i zajedno sa rednim brojem regiona čine LID, jedinstveni identifikacioni broj elementa.

Za realizaciju *Model Framework*-a korištene su tri *Dictionary* mape. Prva mapa predstavlja model, koji se sastoji od blokova, gdje svaki blok ima jedinstven identifikacioni broj. Druga mapa modeluje blok, koji se sastoji od vektora. Svaki vektor je predstavljen jedinstvenim brojem, tipom vektora. Poslednja mapa predstavlja vektor, koji se sastoji od elemenata. Svaki elemenat ima jedinstven indeks i unutar jednog vektora se nalaze samo elementi istog tipa.

Ovakvo rješenje skladištenja podataka ima prednosti jednostavnog čitanja, upisivanja i iteriranja kroz model.

Na slici 3 vidimo da na primjer za upis u model treba preći tri koraka, pristupajući mapama pomoću ključeva koji su sastavni dio *LID*-a svakog elementa.

6. TESTIRANJE I PRIKAZ REZULTATA

Rješenje koje je služilo kao referentno i sa kojim su se upoređivali dobijeni rezultati, predstavlja centralizovano i sekvencijalno rješenje. Referentno rješenje je realizovano u programskom jeziku *C++/CLI*.

Za potrebe testiranja realizovane programske podrške korišćen je *Microsoft Visual Studio 2010*.

Prilikom testiranja centralizovanog rješenja korišćene su tri različite mreže. Srednja mreža u tabeli predstavlja mrežu Novog Sada. Posmatrajući rezultate iz prve tabele, vidimo da rješenje implementirano u programskom jeziku *C#* daje bolje rezultate za popunjavanje internog modela i potrošnju memorije prilikom tog popunjavanja. Brzina popunjavanja modela ne utiče previše na sistem, zbog toga što se popunjavanje vrši samo jedanput, na početku. Potrošnja memorije je značajnija performansa, zbog fizičke ograničenosti operativne memorije jednog računara. Što se tiče brzine očitavanja elemenata možemo reći da je ova performansa najznačajnija jer se tokom elektroenergetskih proračuna često javlja potreba za očitavanjem određenih elemenata. Što je veća količina podataka, rješenje u *C++* za očitavanje elemenata više dolazi do izražaja, daje bolje performanse.

Tabela 1. Performanse Model Framework-a za centralizovanu obradu

	Mala mreža		Srednja mreža		Velika mreža	
	C++	C#	C++	C#	C++	C#
Vrijeme punjenja modela [s]	2.60	0.44	4.40	0.71	9.82	3.36
Zauzeće memorije prilikom popunjavanja modela [s]	8	6	17	15	230	140
Vrijeme random pristupa za 1 000 000 očitavanja [s]	0.30	0.18	0.46	0.48	0.51	0.52
Vrijeme random pristupa za 5 000 000 očitavanja [s]	1.25	0.81	2.51	2.42	2.21	2.41
Vrijeme random pristupa za 10 000 000 očitavanja [s]	2.37	1.61	5.12	4.86	3.95	4.62

Tabela 2. Performanse Model Framework-a za paralelnu obradu

Srednja mreža x 4	Broj procesa		
	1	2	4
Vrijeme punjenja modela [s]	2,35	1,62	1,10

Testirano je i popunjavanje modela pri paralelnoj obradi. Zbog nemogućnosti podjele prethodnih mreža na nezavisne cjeline, izvršena je multiplikacija srednje mreže četiri puta. Primjetno je da je zbog nezavisnosti dijelova multiplicirane mreže paralelizacija prilično visoko procentna.

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu je osmišljeno, projektovano i realizovano distribuiranje podataka o elektroenergetskoj mreži, njihovo skladištenje i omogućen je pristup datim podacima. Time su stvoreni uslovi za realizaciju distribuiranih elektroenergetskih funkcija koje se oslanjaju na distribuirani model podataka. Pored distribucije podataka postignuta je i paralelizacija obrade podataka unutar jedne *Cloud* instance.

Izvršavanje kompleksnih operacija i obrada velike količine podataka predstavljaju usko grlo u centralizovanoj obradi u sistemu, te se paralelizacija obrade pokazala kao dobro rješenje. *Cloud* sistemi imaju veliki niz prednosti u odnosu na standardne sisteme, kao što su skalabilnost, dostupnost aplikacija, fleksibilnost u mijenjanju i prilagođavanju aplikacija, infrastruktura u zavisnosti od potreba korisnika, kao i pogodnost distribuiranja obrade, što je i suština *cloud* sistema.

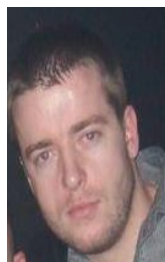
Moguće proširenje opisanog rješenja predstavlja kompletna distribucija, gdje bi se vršila obrada šema koje se ne mogu podijeliti na nezavisne cjeline. To za sobom nosi potrebu za komunikacionom komponentom.

Rješenje sa tri *Dictionary* mape se pokazalo kao praktično zbog lakog rukovanja sa datim modelom. Međutim, što se tiče samih performansi, možda bi one bile bolje da su se umjesto tri *Dictionary*-ija koristile liste ili čak nizovi. To je tema za neki drugi rad, a ovo rješenje može da posluži kao referentno sa kojim bi se poredili dobijeni rezultati.

8. LITERATURA

- [1] Nikola Radin: Master rad - Jedno rešenje komunikacione sprege i okvira za distribuiranu obradu elektroenergetskih funkcija, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad 2011.
- [2] R. Prodan, S. Ostermann, "A Survey and Taxonomy of Infrastructure as a Service and Web Hosting Cloud Providers", *Grid Computing*, 2009 10th IEEE/ACM International Conference, pp. 17-25, Oct. 2009
- [3] L. Youseff, M. Butrico, D. D. Silva, "Toward a Unified Ontology of Cloud Computing", *Grid Computing Environments Workshop*, 2008. GCE '08, pp. 1-10, Nov. 2008
- [4] Hadoop by Steve Staso, Syn Microsystems, Inc.
- [5] Nemanja Popovic: Master rad - Jedno rešenje distribuirane topološke analize za rad u realnom vremenu, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad 2011.

Kratka biografija:



Bojan Jelačić rođen je 10.08.1988. u Mostaru. Gimnaziju "Aleksa Šantić" je završio 2007. godine u Nevesinju. Bsc diplomu je stekao 2011. godine na usmjerenju Računarska tehnika i računarske komunikacije na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu. Iste godine upisuje master studije na usmjerenju Automatika i upravljanje sistemima.

ЈЕДНО РЈЕШЕЊЕ СИГУРНОСНИХ МЕХАНИЗАМА У КОМУНИКАЦИОНОМ ПРОТОКОЛУ IEC 60870-6 (TASE.2) ПРЕМА СТАНДАРДУ IEC 62351**AN IMPLEMENTATION OF SECURITY IN COMMUNICATION PROTOCOL IEC 60870-6 COMPLIANT TO THE STANDARD IEC 62351**

Станко Ћулаја, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратки садржај – У овом раду предложено је једно рјешење примјене сигурносних механизма на IEC 60870-6 TASE.2 (ICCP) протоколу према стандардима садржаним у норми IEC 62351. Предложено рјешење састоји се од спрежне ICCP апликације, која имплементира сигурност на транспортном нивоу, и ICCP апликације, која имплементирана сигурност на апликативном нивоу. Овакво рјешење омогућује подизање више инстанци ICCP апликације, при чему све инстанце са удаљеним апликацијама комуницирају преко јединственог спрежног процеса.

Abstract – This paper proposes a concept solution of application of security mechanisms on IEC 60870-6 TASE.2 (ICCP) protocol, based on IEC 62351 standard. Proposed solution consists of the proxy security application, which implements transport level security, and the ICCP application, which implements application level security. This solution provides running several instances of the ICCP application, whereby all these instances communicate with the remote ICCP applications through the same proxy security process.

Кључне ријечи: TASE.2, ICCP, MMS, IEC 62351, TLS

1. УВОД

Досадашњи протоколи у електроенетгетици, готово да нису укључивали сигурносне мјере у виду криптовања информација, провјере овлаштеност кориштења (аутентификовања) и сигурносних политика. Сигурност се темељила на нејасним и затвореним протоколима који су имали специјализоване улоге у систему. Увођењем нових, отворених протокола и стварањем тржишта електричне енергије, поглед на сигурност морао се у корјену измјенити.

Пријетње као што су хакерски или терористички напади с циљем распада електроенергетске мреже сада су постали много вјероватнији и лакше изведиви. Управо из ових разлога створен је скуп стандарда IEC 62351 како би се поставили темељи за остваривање информацијске сигурности у електроенергетском систему [2].

IEC 62351 дешинише примјену сигурносних механизма за слиједеће скупове протокола: IEC 60870-5, IEC 61850 и IEC 60870-6 (ICCP/TASE.2).

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Александар Ердељан, ванр. проф.

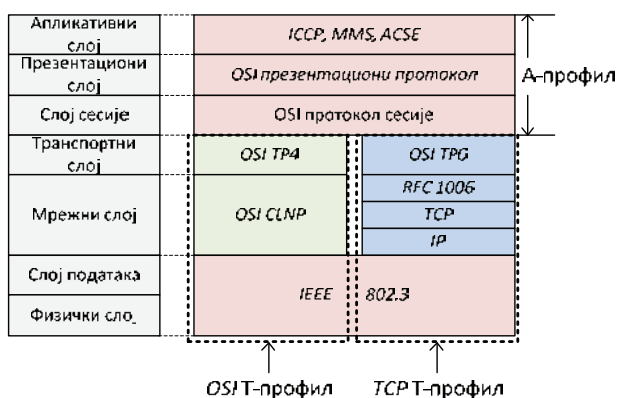
Овај рад описује примјену сигурносних механизма у комуникационом протоколу TASE.2.

2. TASE.2 (ICCP) ПРОТОКОЛ

TASE.2 или ICCP (енг. Inter Control Center Communication Protocol) протокол користи се у електроенергетским системима за размјену података у реалном времену преко регионалних мрежа (енг. WAN - Wide Area Network). Протокол је задужен за комуникацију између контролних центара. Дефинисан је интернационалним стандардом IEC 60870-6 (1992. године) од радне стране IEC групе (енг. International Electrotechnical Commission)[1].

Претходник TASE.2 протокола је TASE.1 протокол који је осмишљен да задовољи захтјеве заједничког европског тржишта. Друга верзија протокола, TASE.2 протокол, ослања се на MMS (енг. Manufacturing Message Specification). MMS је такође интернационални стандард (ISO 9506), користи се за пренос динамичких и контролних података у реалном времену. ICCP користи MMS као транспортни слој. MMS протокол је задужен за пренос динамичких и контролних података не бринећи о садржају, структури или семантици тих података. С друге стране, ICCP протокол од пренесених података формира објекте и везе међу објектима, дајући значење подацима. ICCP протокол је базиран на клијент-сервер архитектури, односно сваки пренос података иницира се захтјевом клијента, гдје сервер на сваки захтјев шаље одговор. Потребно је истаћи да једна инстанца ICCP апликације може преко једне везе (асоцијације) истовремено да буде сервер и клијент, односно истовремено да прима и шаље податке. Због тога, у наставку текста писаће се само ICCP апликација, а не ICCP сервер или клијент.

Основне структуре ICCP протокола су: **билатерална табела** (дигитална репрезентација билатералног уговора који представља договор између двије стране у комуникацији о томе којим подацима и објектима клијент може да приступи на серверу), **асоцијације** (асоцијације се користе за успоставу логичке везе између два контролна центра), **подаци** (представљају било локалну или удаљену аналогну, дигиталну или статусну вриједност), **уређаји** (логичка представа физичког уређаја на терену, преко којих се клијенту дозвољава да управља физичким уређајем). Од посебног значаја за овај рад представљају објекти **асоцијација** (логичких веза) које су дефинисане MMS протоколом, а проширене ICCP протоколом.



Слика 1. Мрежни модели ICCP апликације

По MMS стандарду протокол стек се дефинише у два нивоа: апликативни (**А-профил**) и транспортни (**Т-профил**). А-профилу припадају 5 - 7 нивои протокол стека, док Т-профилу припадају 1 - 4 (Слика 1) Разлог раздвајања протокол стека на два дијела лежи у томе што постоје два Т-профила, односно два транспортна механизма за пренос MMS пакета: **OSI Т-профил** (основни Т-профил. Користи TP4 класу транспортног OSI протокола, као и CLNP мрежни OSI протокол), и **TCP/IP Т-профил** (накнадно дефинисан Т-профил, користи TCP/IP протокол као транспортни слој). Због превласти TCP/IP над OSI протокол стеком, ISO је стандардизовао употребу TCP/IP протокол стека.[8] На слици се види да за оба Т-профила постоји јединствен А-профил који заузима 5. - 7. OSI слојеве. Због тога је потребно извршити конверзију на транспортном нивоу уколико се жели користити TCP/IP протокол стек. Та конверзија се врши имплементацијом RFC 1006 стандарда. Ограничење RFC 1006 стандарда је да број порта за прихват TCP/IP веза мора бити 102.

Примјена сигурносних механизма на ICCP (самим тим и на MMS) протоколу захтјева употребу TCP/IP Т-профила. Сви сигурносни механизми описани у IEC 62351 норми, који су везани за ICCP протокол, дефинишу употребу TCP/IP Т-профила.

3. IEC 62351 НОРМА

Радна група 15 (енг. WG15 - Working Group 15) IEC техничког одбора 57 (енг. TC57 / Technical Committee 57) створена је 1999. године с циљем развоја сигурносних стандарда за комуникационе протоколе издане од стране истог одбора. Створен је скуп стандарда под називом IEC 62351 који обухвата више протокола, међу којима је и ICCP протокол.[2]

Сигурносне пријетње које се узимају у обзир овим стандардом дијеле се на ненамјерне (сигурносни пропусти, неисправна опрема, непажња и природне катастрофе) и намјерне (незадовољни радници, индустријска шпијунажа, крађа идентитета, вандализам, хакерски и терористички напади). У свим заштићеним системима, па тако и у електроенергетским системима, као одговор на сигурносне пријетње постављају се основни сигурносни захтјеви: **повјерљивост** (информацијама могу приступити само овлашћени корисници), **интегритет** (информације не смију мијењати неовлашћени корисници), **расположивост** (потребно је онемогућити нападе са сврхом ускраћивања

услуге), **непоречивост** (не смије се дозволити порицање изведених радњи) [2].

IEC 62351 норма подјељена је у седам дијелова од којих пет има статус издатих докумената, а два су у радним верзијама. За реализацију овог рада користе се дефиниције само двије норме, односно IEC 62351-3 и IEC 62351-4. Прва норма дефинише начин успостављања сигурне TCP/IP комуникације (аутентификација и енкрипција), односно сигурност на нивоу транспортног слоја, док друга норма дефинише аутентификацију на нивоу MMS протокола којег ICCP протокол користи као подлогу.

3.1. IEC 62351-3 норма

Ова норма дефинише захтјеве које ICCP имплементација треба да испоштује да би се обезбједила сигурност података на транспортном нивоу. Сигурност података на транспортном нивоу остварује се аутентификацијом страна у комуникацији, као и шифровањем саме комуникације. Норма дефинише употребу TLS (енг. Transport Layer Security) 1.0 (или веће верзије) протокола за остваривање аутентификоване и шифроване везе. Имплементација треба да користи TLS протокол између RFC 1006 и TCP слоја унутар TCP/IP Т-профила [3].

TLS је криптографски протокол, дефинисан RFC 2246 стандардом (TLS 1.0), који омогућује сигурну комуникацију преко отворене (несигурне) мреже. TLS користи предности PKI (енг. Public Key Infrastructure) архитектуре тако што користи сертификате за успостављање сигурне везе [5]- Протокол у потпуности испуњава **сигурносне захтјеве IEC 62351-3 стандарда** тако што омогућава **сигурну размјену симетричних кључева** (обавља се током процеса руковања, коришћењем асиметричне криптографије; у овом кораку се изврши и аутентификација страна), **симетрично криптовање** (користи се после руковања; прије слања пакети се шифрују), **провјера интегритета поруке** (MAC алгоритмом провјерава се интегритет пристигле поруке). Сви наведени алгоритми описују се **шифрерима**. Приликом процеса руковања стране у комуникацији се договоре који шифрер (скуп криптографских алгоритама) се користи у наставку комуникације [6].

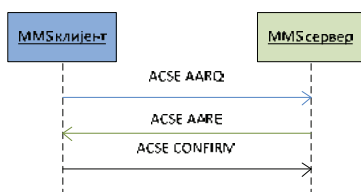
3.1. IEC 62351-4 норма

Норма IEC 62351-4 дефинише градњу сигурносних механизма на апликативном нивоу протокола који користе MMS протокол у апликативном нивоу и TCP/IP протокол у транспортном нивоу. Норма обухвата два дијела: скуп захтјева који је потребно испунити да би се имплементирала сигурност на MMS нивоу и допуну захтјева за имплементирање сигурности на транспортном нивоу [4].

Аутентификација удаљене ICCP апликације на апликативном нивоу остварује се током успостављања асоцијација. Асоцијације се успостављају размјеном одговарајућих ACSE пакета у MMS слоју апликације (Слика 2) [4].

По IEC 62351-4 норми аутентификационе информације (од којих је најважнији серијализовани сертификат) енкапулирају се у ACSE AARQ и ACSE AARE пакете. Обе стране у комуникацији екстрактују

сертификате из примљених ACSE пакета и уколико су сертификати валидни успјешно се успоставља асоцијација.



Слика 2. Размјена ACSE пакета

У другом дијелу норме дефинисани су поједини параметри везани за сигурност на транспортном нивоу као што су подржани шифрери, величина сертификата, величина TCP/IP пакета, итд. Најбитнија дефиниција везана је за број порта за прихват сигурносних веза. Вриједност порта мора да буде 3782.

4. ПРИЈЕДЛОГ РЈЕШЕЊА

Приједлог рјешења састоји се од три компоненте: спрежног процеса, ICCP апликације и TLS библиотеке. Концепти свих компоненти рјешења су пројектовани у складу са IEC 62351 спецификацијом. Транспортни ниво сигурности уграђен је у **спрежни процес**, који је задужен да врши транспортну аутентификацију страна у комуникацији, шифровање и дешифровање пакета као и диспечовање пакета од локалних ICCP апликација до удаљених контролних центара и обрнуто.

Апликативни ниво сигурности уграђен је у **ICCP апликацију**, модификовањем MMS слоја апликације. У ICCP апликацији обавља се само аутентификација на апликативном нивоу, односно провјера валидности примљеног сертификата од удаљене апликације.

TLS библиотека се састоји од скупа функционалности које су потребне за имплементацију сигурне TCP/IP комуникације по TLS 1.0 протоколу. Користи се у спрежном процесу за успостављање сигурности на транспортном нивоу и у ICCP апликацији за успостављање сигурности на апликативном нивоу.

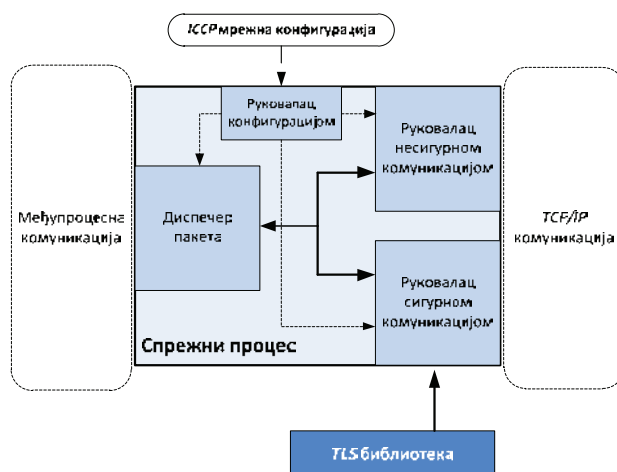
Због ограничења RCF 1006 и IEC 62351-4 стандарда, да портови за прихват веза буду фиксирани на портове 102 (прихват несигурних веза) и 3782 (прихват сигурних веза), дошло се на идеју пројектовања **спрежног процеса**. По овом рјешењу, спрежни процес ће једини слушати на датим портovima и бити спрега у комуникацији између удаљених контролних центара и локалних ICCP апликација. Овим рјешењем заобилази се ограничење да на једном рачунару може бити присутна само једна ICCP апликација.

Комуникација између спрежног процеса и локалних ICCP апликација обавља се преко **TCP/IP међупроцесне комуникације**.

4.1. Концепт спрежног процеса

На слици (Слика 3) приказана је архитектура спрежног процеса. Апликација се састоји од 4 основне

компоненте: диспечер пакета, руковаца несигурном комуникацијом, руковаца сигурном комуникацијом и руковаца конфигурацијом.



Слика 3. Архитектура спрежне ICCP апликације

Руководиоци комуникацијом задужени су за обезбјеђивање везе спрежног процеса са удаљеним ICCP апликацијама. Руковац сигурном комуникацијом, додатно, уз помоћ рутине TLS библиотеке обезбјеђује аутентификацију страна, шифровање/дешифровање пакета и провјеру интегритет примљених пакета, чиме се у потпуности остварује сигурност на транспортном нивоу.

Са друге стране, диспечер пакета, одржава TCP/IP међупроцесне везе са локалним ICCP апликацијама, дистрибуира им примљене пакете и обрнуто пакете од локалних апликација прослијеђује једном од руковаца комуникацијом.

Руковац конфигурацијом обезбјеђује конфигурирање спрежног процеса и покретање његових радних нити.

4.2. Концепт ICCP апликације

На слици (Слика 4) приказан је модел пројектоване ICCP апликације. Као референтни модел коришћен је модел ICCP апликације који користи TCP/IP транспортни протокол стек.



Слика 4. Модел пројектоване ICCP апликације

Аутентификација на апликативном нивоу обезбјеђења је модификовањем MMS слоја. У ACSE пакете додата је подршка за сертификате, преко којих се врши аутентификација страна приликом успоставе асоцијације. Аутентификација удаљене апликације

обавља се позивањем функционалности *TLS* библиотеке за провјеру сертификата.

Друга битна модификација референтне апликације представља увођење *TCP/IP* међупроцесне комуникације. Међупроцесна комуникација дозвољава апликацији успоставу везе једино са спрежним процесом, који је посредник у комуникацији са удаљени *ICCP* апликацијама.

4.2. Концепт *TLS* библиотеке

TLS библиотека обједињује све сигурносне механизме, кориштене у осталим компонентама система, у једну цјелину. Предност груписања функционалности у библиотеку је та што је спрега (*API* - енг. *Application Programming Interface*) ка остатку система универзална, док имплементација самих сигурносних алгоритама може да буде промјенљива.

Библиотека се користи у обе апликације система. *ICCP* апликација је користи приликом успостављања сигурне асоцијације (аутентификације на апликативном нивоу), док је спрежна *ICCP* апликација користи приликом аутентификације на транспортном нивоу, шифровања одлазних пакета и дешифровања долазних пакета.

Основне функционалности библиотеке су освјежавање листе опозваних сертификата, провјера валидности сертификата, *TLS* руковање, шифровање и дешифровање поруке.

5. АНАЛИЗА ПРИЈЕДЛОГА РЈЕШЕЊА

Предложено рјешење примјене сигурносних механизма са спрежним процесом у неким случајевима може да изазове сигурносни пропуст. Наиме, пошто се сигурност *ICCP* апликације обезбјеђује на апликативном и транспортном нивоу, раздвајањем апликативног и транспортног нивоа у двије независне апликације представља потенцијални сигурносни пропуст. Порука од спрежног процеса до апликације неће бити заштићена. Пропуст се налази у самој *IEC 62351-4* спецификацији, јер на апликативном нивоу спецификација не дефинише начин провјере интегритета, као ни начин шифровања пристигле поруке, тако да поруке послате од спрежног процеса до апликације (и оброто) остају незаштићене. Због овог проблема, потребно је да спрежни процес и међупроцесна комуникација буду поуздани од стране свих апликација које их користе [7].

6. ЗАКЉУЧАК

У овом раду предложено је једно рјешење примјене сигурносних механизма на *IEC 60879-6 TASE.2 (ICCP)* протокол према стандардима садржаним у норми *IEC 62351*. Спецификацијом *IEC 62351-3* дефинисан је начин успостављања сигурности на транспортном *TCP/IP* слоју (измјенама Т-профила), док спецификација *IEC 62351-4* дефинише кораке успостављања сигурности на апликативном, односно *MMS* нивоу (измјенама А-профила).

Увођењем спрежног процеса и имплементацијом сигурносних механизма додатно се успорава коначна обрада и брзина преноса података *ICCP* објекта, што може представљати велики проблем уколико се

преноси велика количина података, јер кашњења могу бити велика. Гледано са друге стране, рјешила су се два велика проблема: обезбједила се сигурна комуникација са удаљеним контролним центрима (омогућени су скривеност података, интегритет података, аутентификација страна, непорицљивост), као и могућност покретања више инстанци *ICCP* апликације на једној машини.

Приказано рјешење врло лако може бити прилагођено потребама *IEC 61850* групи протокола, јер као и *ICCP*, и *IEC 61850* протокол као подлогу користи *MMS*. Уз мање модификације, које не би мјењале сам концепт рјешења, било би могуће извршити замјену *ICCP* апликативног слоја са *IEC 61850* слојем. На тај начин би, преко истог спрежног процеса, могле да комуницирају обе врсте апликација (*ICCP* и *IEC 61850*) са адекватним удаљеним апликацијама. Ова процедура би се теоретски могла примјенити на било који протокол који као подлогу користи *MMS* протокол.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] ISO-IEC 60870, Part 6-503: Telecontrol protocols with ISO standards and ITU-T recommendations - TASE.2 User guide, September 2005
- [2] ISO-IEC 62351, Part 1: Communication network and system security - Introduction to security issues, May 2007
- [3] ISO-IEC 62351, Part 3: Communication network and system security - Profiles including TCP/IP, June 2007
- [4] ISO-IEC 62351, Part 4: Communication network and system security - Profiles including MMS, June 2007
- [5] Suranjan Choudhury: Public Key Infrastructure, Implementation and Design. M&T Books, New York 2002
- [6] Simon Horman: SSL and TLS An overview of A Secure Communications Protocol. Security Mini-Conf at Linux.Conf.Au, Canberra 2005
- [7] Steffen Fries, : Enhancing IEC 62351 to Improve Security for Energy Automation in Smart Grid Environments. Conference publications IEEE, 2010
- [8] Ivo Maathuis, Wim A. Smit: The Battle Between Standards: TCP/IP vs OSI. University of Twente, The Netherlands.

Кратка биографија:



Станко Ћулаја рођен је 07.12.1987. године у Јајцу. Завршио је гимназију СШЦ "Петар Кочић" у Шипову 2007. године. Исте године уписао је Факултет техничких наука у Новом Саду, одсјек Електротехника и рачунарство, смјер Рачунарство и аутоматика. Бечелор диплому стекао је 2011. године на усмјерењу Рачунарска техника и рачунарске комуникације. Исте године уписује мастер студије на усмјерењу Аутоматика и управљање системима.

PRIMER PRIMENE SENZORSKE MREŽE ZA PRAĆENJE PADINSKIH PROCESA

AN EXAMPLE OF THE APPLICATION OF SENSOR NETWORKS FOR MONITORING SLOPE PROCESSES

Risto Popović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je predstavljena senzorska mreža sa aspekta hardvera, softvera i komunikacionih standarda. Analiziraju se standardi za senzorske mreže iz OGC SWE Framework. Opisani su različiti senzori koji se primenjuju u praćenju promena terena, posebno za slučaj padinskih procesa. Definiše se arhitektura jedne senzorske mreže za praćenje padinskih procesa. Specificiraju se komponente sistema sa stanovišta primenjenih senzora i komunikacije, kao i komponente za arhiviranje i vizuelizaciju. Verifikovan je sistem kroz izradu test-sistema i njegova implementacija na demo-području.

Abstract – The paper describes the sensor network in terms of hardware, software and communication standards. It analyzes the standards of OGC's Sensor Network SWE Framework. Describes the different sensors are used to monitor changes in the field, especially in the case of slope processes. Defines the architecture of a sensor network for monitoring of slope processes. Specifies the components of the system from the standpoint of applied sensors and communication, as well as components for archiving and visualization. The system is verified through the development of test systems and its implementation in the demo area.

Ključne reči: OGC SWE Framework, Sensor Web, senzorske mreže, klizišta

1. UVOD

Nagli razvoj akvizicionih sistema počeo je merenjem fizičkih veličina električnim putem. Prednosti električnih merenja su: visoka osetljivost, tačnost, brzina i pouzdanost, laka indikacija i prenos signala, mala potrošnja energije i opterećenje posmatranog procesa. Senzori ne funkcionišu samostalno, već su generalno gledano deo većeg sistema koji sadrži kondicionere signala kao i različita analogna i digitalna kola za obradu signala. Sistem može biti merni, akvizicioni, ili sistem kontrole procesa. Mnoštvo senzora integrisanih u jednu celinu čini senzorsku mrežu.

Za geološka ispitivanja i merenja potrebno je implementirati merno-akvizicioni sistem u prostoru koji će biti sačinjen od geotehničkih senzora integrisanih u senzorsku mrežu.

Integracija senzorskih resursa u infrastrukturu prostornih podataka čini dostupnim podatke sa senzora i sa drugih prostorno-vremenskih resursa (npr. mape, rastera kao i vektorskih podataka) na aplikativnom nivou, što povećava efikasnost informacija za podršku u odlučivanju. Zbog ove integracije Sensor Web i prostorni senzori predstavljaju u realnom vremenu vezu sa geoinformacionim sistemom (GIS) u fizičkom svetu.

2. SENZORSKE MREŽE

Prednosti savremenih senzorskih tehnologija, mikro-elektromehaničkih sistema (MEMS) i odgovarajući interfejsi, procesiranje signala i umrežavanje su obezbedili visoku funkcionalnost inteligentnih senzora, kao i povezivanje veliki broj senzora za distribuirane merne i kontrolne aplikacije. Umrežavanje velikog broja inteligentnih senzora omogućava monitoring i kontrolu veoma širokog opsega aplikacija kao što su industrijski nadzor procesa, kontrola okruženja, sigurnosti i bezbednosti.

2.1 Arhitekture senzorskih mreža

Arhitektura senzorskih mreža i broj senzora unutar nje može biti različit, od nekoliko senzora unutar običnog instrumenta do hiljade senzora distribuiranih širom nekog fabričkog postrojenja. Te mreže mogu biti žične, bežične ili kombinovane (kombinacija žične i bežične) u zavisnosti od aplikacionih zahteva i troškova. Ostale karakteristike, kao što su stopa prenosa, ograničenje snage i fizički broj senzora, igraju važnu ulogu u predstavljanju zahteva u pogledu arhitekture senzorske mreže. Osim toga, nije izvodljivo definisati standardnu arhitekturu koja će biti optimalna za sve senzorske aplikacije, ali je korisno pregledati tipične arhitekture i razmotriti kriterijume kako bi bilo moguće izabrati odgovarajuću senzorsku mrežu za datu aplikaciju.

Vrste arhitekture senzorskih mreža koje mogu biti implementirane zavise od prirode senzorske mreže, broja senzora, obrade signala unutar modula i dr, a mogu biti [1]:

1. Point-to-point veza
2. Mreže sa inteligentnim sensorima
3. Višenivovska mreža senzora
4. Dvonivovska magistralna mreža
5. Bežične mreže senzora

3. NOVA GENERACIJA SENZORSKOG WEB-A

Koncept senzorskog web-a odražava takvu vrstu infrastrukture za deljenje, pronalaženje i pristup

NAPOMENA:

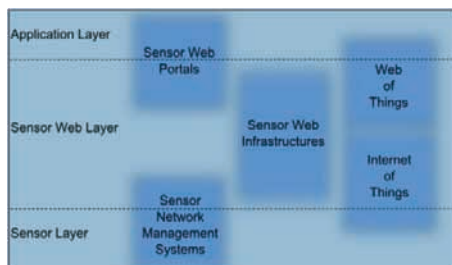
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Miro Govedarica.

senzorima i njihovim podacima u različitim aplikacijama. On krije heterogeni senzorski hardver i komunikacione protokole od aplikacija izgrađenih na vrhu sistema. *Sensor Web Enablement (SWE)* je inicijativa *Open Geospatial Consortium-a (OGC)* i standardizuje web servis interfejs i kodiranje podataka koji mogu da se koriste kao gradivni blokovi za *Sensor Web* [1].

OGC standardi obuhvataju više od 30 standarda. Neki od njih su: *OGC Web Service Common (OWS)*, *Sensor Observation Service (SOS)*, *Sensor Planning Service (SPS)* i dr. Poseban akcenat će biti stavljen na SOS specifikaciju. To je specifikacija kojom će biti predstavljeni rezultati merenja.

Termin "Web u *Sensor Web-u*" odnosi se na inteligentnu koordinaciju mreže, a ne na *World Wide Web (WWW)*. Kasnije značenje pojma *Sensor Web* se promenilo i to je bilo sve više i više doživljavano kao dodatni sloj integrisanih senzorskih mreža sa *WWW* i aplikacijama. Danas, pojam *Sensor Web* je predstavljen u velikoj meri pod uticajem razvoja u *SWE* inicijativi. Definiše se kao infrastruktura koja omogućava interoperabilno korišćenje senzorskog resursa omogućavajući njegovo nalaženje, pristup, postavljanje zadataka, kao i događaje i alarme u okviru *Sensor Web-a* na standardizovan način [2].

Sensor Web se može smatrati posredništvom između senzora i aplikacija. To podrazumeva tri glavna gradivna sloja. Prvo, postoji senzorski sloj, gde se stvarni hardverski uređaji nalaze i razne vrste komunikacionih protokola koji se koristi kod različitih tipova senzora. Drugo, postoji posredni *Sensor Web* sloj koji obezbeđuje funkcionalnost mosta između senzorskih resursa i aplikacija. Povrh svega tu je i aplikativni sloj, gde je direktna interakcija sa klijentima (Slika 3.1).



Slika 3.1 –Prikaz slojevite arhitekture *Sensor Web-a*

4. GEOTEHNIČKI SENZORI

Svaka geotehnička konstrukcija izaziva promenu naprezanja u tlu ili steni bez obzira radi li se o temeljenju građevina, površinskim zasecanjima ili podzemnim iskopima. Promenu naprezanja izazvaće i unutrašnji pritisak u hidrotehničkim tunelima, nabubrenje stena, promene temperature i slično. Vidljiva posledica promene naprezanja su pomaci na konturama iskopa ili kontakta građevina i tla, odnosno pomaci u dubini stenske mase do koje promena naprezanja doseže.

Neki od senzora koji se najčešće koriste za merenje pomaka unutar zemljine mase su [3]:

- ekstenzometri,
- inklinometri,
- klizni deformmetri i mikrometri

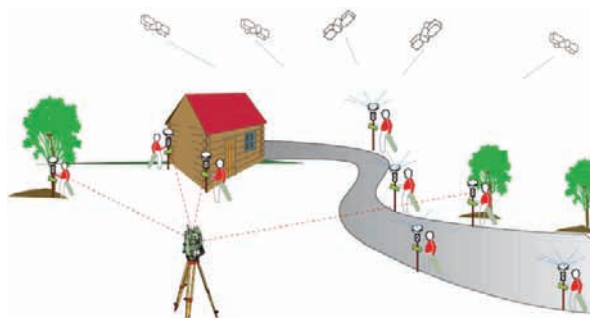
– Ekstenzometar je merač pomaka koji se ugrađuje u bušotine i meri pomak u pravcu bušotine. Ekstenzometarska merenja pripadaju kategoriji linijskih merenja.

– Inklinometri se koriste za podzemna merenja horizontalnih pomaka tla.

– Klizni deformmetri i klizni mikrometri koriste se za podzemna merenja vertikalnih deformacija tla.

Da bi merenje geotehničkim senzorima bilo merenje od velike preciznosti oni se koriste integrisano sa geodetskim instrumentima. Za precizno merenje intenzivno se koriste GNSS (Global Navigation Satellite Systems) prijemnici i totalne stanice i tu je postignut visok stepen automatizma.

Na Sliku 4.1 je formirana mreža GPS uređaja za praćenje deformacija kojom može da se dobije mnogo veća preciznost nego što bi se dobilo kada bi se koristio samo jedan GPS uređaj. S mrežom ovih uređaja moguće je praćenje i detekcija promene položaja na kome se nalaze i sami merni instrumenti, tako da ukoliko te deformacije ne bi bile uzete u obzir to ne bi bilo merenje visoke preciznosti [3].



Slika 4.1 – Merenje totalnom stanicom i prizmama uz podršku GPS-a

5. KOMUNIKACIONI STANDARDI U SENZORSKIM MREŽAMA

Komunikacioni protokoli su odgovarajući skup pravila koji je uveden zbog konzistentnosti podataka, tj. da bi prijemna strana znala tip i nivoe signala, kao i format primljenih podataka, gde počinju i gde se završavaju. Ovim terminom se označava skup pravila koja moraju poštovati stanice na oba kraja komunikacione linije. Protokoli definišu fizičke (električne i mehaničke) i logičke karakteristike (način razmene poruka – sinhronizacija, format poruka, način pristupa itd.) komunikacionih elemenata.

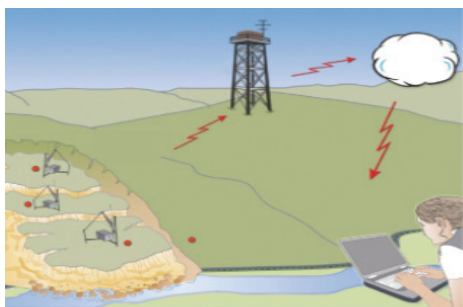
6. MONITORING KLIZIŠTA U REALNOM VREMENU

Klizišta izazivaju smrtno slučajevima i oštećenja imovine širom sveta. Da bi se smanjio štetan uticaj opasnih klizišta, američki geološki institut razvija i koristi pouzdan monitoring sistem u realnom vremenu. Praćenjem može da se otkrije početna faza formiranja klizišta što pruža pravovremene informacije o kretanju zemljišta, pa time mogu biti izbegnute katastrofalne posledice. Kontinualne informacije iz minuta u minut, tj. praćenje u realnom vremenu obezbeđuje rano obaveštavanje o pomenutim aktivnostima, unapređuje

naše razumevanje ponašanja klizišta i omogućava efikasniji inženjering i planiranje u datim okolnostima [4].

Neposredno otkrivanje aktivnosti klizišta u realnom vremenu može biti od presudnog značaja u donošenju pravovremenih odluka po bezbednost. Klasični načini praćenja, čak i ako se podaci redovno uzimaju, ne mogu da detektuju i prijave promene u trenutku kad su nastale.

Štaviše, rad na aktivnim klizištima može biti izuzetno opasan, i veliki broj pomeranja zemljišta se javlja tokom oluja kada je slaba vidljivost. Kontinualni podaci dobijeni od udaljenog sistema za monitoring obezbeđuju bolje razumevanje dinamičkog ponašanja klizišta, što omogućava inženjerima da naprave efikasan plan da se spreči ili zaustavi klizište (Slika 6.1).



Slika 6.1 –Mreža za prenos podataka za praćenje klizišta u realnom vremenu

7. PRAVLJENJE MODELA KLIZNOG PODRUČJA NA OSNOVU PODATAKA PRIKUPLJENIH SA TERENA, AUTOMATSKO PRAĆENJE NJEGOVOG POMERANJA I PREDSTAVLJANJE PODATAKA PO SOS SPECIFIKACIJI

Teren od interesa je odabran na osnovu karti koje sadrže postojeća i evidentirana klizna područja na severnim obroncima Fruške gore u blizini Sremske Kamenice (Slika 7.1).



Slika 7.1 – Označeno klizište na karti

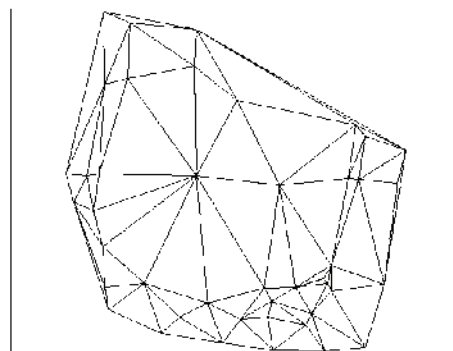
Merenja terena su vršena pomoću prijemnika GNSS Leica GS15 i kontrolera Leica CS15 (Slika 7.2). RTK režim premera ($\pm 2\text{cm}$), a diferencijalna korekcija podataka je vršena pomoću APOS-NS mreže permanentnih stanica.



Slika 7.2 – Kontroler Leica CS15 i prijemnik GNSS Leica GS15

7.1 TIN model terena

TIN (Triangulated Irregular Network) struktura podataka, koju čine nepravilno raspoređene, najčešće originalno merene tačke na terenu, koje predstavljaju temena mreže nepravilnih nepreklapajućih trouglova.



Slika 7.3 – TIN model formiran na osnovu snimljenih tačaka

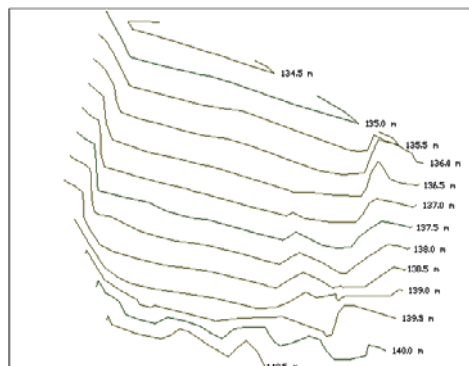
Skup susednih nepreklapajućih trouglova dobijenih iz slučajno raspoređenih tačaka (Slika 7.3).

7.2 Prikaz terena izohipsama

Sva uzvišenja i udubljenja predstavljaju reljef zemljišta. Na karti se taj reljef predstavlja pomoću izohipsi.

- Izohipse su krive linije u koje spadaju sve tačke iste nadmorske visine.

Ekvidistantno rastojanje predstavlja vertikalno rastojanje između dve izohipse. U našem slučaju ekvidistanca iznosi 5 metara, što je prikazano na slici ispod (Slika 7.4).



Slika 7.4 – Prikaz kliznog terena pomoću izohipsi

7.3 Automatsko snimanje totalnom stanicom i predstavljanje podataka po SOS specifikaciji

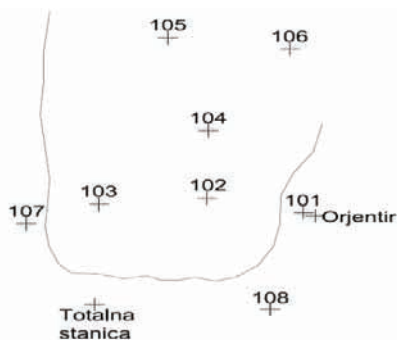
Sistem za merenje koji se sastoji od totalne stanice koja se nalazi na stabilnom delu terena i meri poziciju prizmi koje su pozicionirane na nestabilnom i uz podršku GPS-a daje veoma tačne i pouzdane rezultate.



Slika 7.5 – Totalna stanica i prizma

Totalna stanica je elektronski teodolit i u sebi ima daljinomer koji meri na principu reflektovanja elektromagnetskog talasa. Prizme kojima su signalisane određene tačke služe da vrate signal ka totalnoj stanici i time je pozicija te tačke detektovana.

Snimanje totalnom stanicom se sastojalo od postavljanja totalne stanice i prizmi, merenja referentnih tačaka GPS-om i prvog manualnog premera tačaka nakon čega je izvršeno još 5 serija automatskog snimanja totalnom stanicom u jednakim vremenskim razmacima. Na Slika 7.6 su prikazane pozicije gde su postavljene prizme i totalna stanica.



Slika 7.6 – Pozicije tačaka koje su merene totalnom stanicom

Tako konfigurisan sistem ima mogućnost automatskog merenja koje će se obavljati nakon određenog vremena. Pri svakoj novoj seriji merenja totalna stanica traži prizme na pozicijama na kojima su detektovane u prethodnoj seriji snimanja i očitava njenu poziciju. Na osnovu razlika u pozicijama prizmi između svake serije dobija se informacija da li je bilo kretanja terena ili ne.

Nakon što se totalnom stanicom prikupe podaci sa senzora te podatke je potrebno u određenom obliku i proslediti krajnjem korisniku. Da bi sam oblik podataka bio adekvatan za dalje procesiranje originalne podatke sa senzora potrebno je predstaviti SOS (Sensor Observation Service) specifikacijom.

Dokument predstavljen SOS specifikacijom je XML (EXtensible Markup Language) dokument koji služi za prenos podataka u senzorskoj mreži i kreiran je u skladu sa sintaksnim pravilima i njegova ispravnost se može kontrolisati u odnosu na propisanu šemu. Šema određuje koje elemente sme sadržavati XML dokument te redosled i broj tih elemenata.

Opšta forma zahteva u SOS specifikaciji:

Object of class SOS_1.0.0

```
[[version:]]
[[url:]]
[[title:]]
[[method:]]
[[abstract:]]
[[time:]]
[[offerings:]]
[[procedures:]]
[[observed properties:]]
```

Primer 7.1 – Parametri u SOS zahtevu

Primer 7.22 predstavlja deo XML koda kojim se prikazuje sintaksa ovog meta-jezika za obeležavanje i neki od parametara koji se u njemu koriste.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Contents xmlns="http://www.opengis.net/sos/1.0"
  <ObservationOfferingList>
    <ObservationOffering gml:id="offering-3">
      <gml:name>urn:MyOrg:offering:3</gml:name>
      <gml:srsName>EPSG:4326</gml:srsName>
      <gml:boundedBy>
        <gml:Envelope srsName="EPSG:4326">
          <gml:firstPoint> 45.2111- 19.8134</gml:firstPoint>
        </gml:Envelope>
      </gml:boundedBy>
```

Primer 7.2 – Deo koda iz XML datoteke

6. ZAKLJUČAK

Upotreba tehnologije pri posmatranju i praćenju geoloških procesa, u ovom slučaju aktivnosti na kliznim područjima, omogućila je da se na osnovu prikupljenih podataka koji direktno preslikavaju stanje sa terena može pravovremeno i preventivno reagovati u slučaju alarmanthih dešavanja. Stalni uvid u stanje na terenu omogućava bolje razumevanje dinamičkog ponašanja klizišta što dovodi do efikasnijeg rešavanja problema: zaustavljanja ili sprečavanja klizišta, povećanja bezbednosti usled detektovanja kretanja zemljane mase i markiranje tih lokacija, pravovremeno planiranje evakuacionih radnji, itd.

Zbog visoke preciznosti mernih uređaja možemo dobiti tačan model terena i praćenje pomaka u sve tri dimenzije. Automatskim merenjem kretanja terena od interesa dobija se njegovo praćenje u realnom vremenu što je za razliku od klasičnog merenja pouzdanije.

7. LITERATURA

- [1] Sensor Observation Service, OGC document OGC 06-009 r6, <http://www.opengeospatial.org/>, oct. 2007.
- [2] 52° North Initiative for Geospatial Open Source Software, Muenster, Germany
- [3] Ph. D. Savvaidis, Existing Landslide Monitoring Systems and Techniques, Department of Geotechnical Engineering, Faculty of Engineering, The Aristotle University of Thessaloniki, Greece, 2003.
- [4] Mark E. Reid, Richard G. LaHusen, Rex L. Baum, Jason W. Kean, William H. Schulz, and Lynn M. Highland, Real-Time Monitoring of Landslides, National Landslide Information Center, U.S. Geological Survey, Denver, USA

Kratka biografija:



Risto Popović rođen je 22.10.1987. godine u Novom Sadu. Završio srednju elektrotehničku školu "Mihajlo Pupin" u Novom Sadu na smeru elektrotehničar elektronike. Na Fakultetu tehničkih nauka na katedri za Automatiku i upravljanje sistemima brani master rad 2012. godine.

Measurements of the GSM signal strength by mobile phone

Vladimir Stanivuk

Abstract — This paper presents results that are obtained by measuring the power of received GSM signal. The measurements are performed indoor, within hallways of the typical university building, containing offices and small labs. The identical measurement grid was used in different levels of the building and different heights above floor, in order to characterize the change of the signal strength with height. Although the received signal increases for higher levels, its strength is not uniformly increasing above floor. The measurements are performed for horizontally and vertically positioned mobile terminal, in order to distinguish between the vertical and horizontal components of the incoming signal.

Additional measurements are used to evaluate impact of the body shadowing and antenna radiation pattern of the used mobile. It was found that random orientation of the mobile terminal and random position of the operator increase an average power level that is measured in the hallway for horizontal polarization. Comparison of measured results with COST231/Walfish-Ikegami propagation model shows mismatch of several dB.

Key words — GSM system, received power, polarization, measurements.

I. INTRODUCTION

IN wireless mobile communication systems, information flows through the radio channel which is very dynamic. There are three basic mechanisms of signal propagation through the radio channel, such as reflection, diffraction and dispersion. These phenomena cause the propagation of the signal over multiple paths what is known as multipath [1]. The multipath propagation, where the mobile terminal receives the many signal copies, coming from different directions, with different magnitudes and phases, leads to abrupt variations of received signal over time and space, what is known as small-scale fading. The goal of this paper is to evaluate effects of multipath to the spatial distribution of received GSM power in indoor propagation environment.

Spatial distribution of radio-signal power is typically described by expected average power at certain distance from source (transmission-loss model), while effect of large and small-scale fading is described stochastically

with appropriate probability density distributions. In similar manner, we would use local power averages to compare signal from different levels.

In order to avoid interruption of service due to polarization mismatch (position of mobile or effect of environment), base stations transmit dual-polarized signals. This mitigates the depolarization effects occurring due to interaction with environment or simple tilting of mobile device.

The second section describes location and measurement procedure. The section III present overview and analysis of results, as the influence of body shadowing and radiation properties of the receiving antenna to the strength of the horizontally polarized signal. The fourth section compare the predicted with teoretical results using the transmission loss by COST231/Walfish-Ikegami model. The conclusions are given in the last section.

II. MEASUREMENT DESCRIPTION

A. Measurement location

The measurement is performed at “block F” of the Faculty of Technical Sciences in Novi Sad, (marked with the letter B on Fig. 1), on three different floors, using vertical alignment between measurement points.



Fig. 1. Display of measurement location and the base station with which it is assumed that the signal strength is measured and azimuths of the base station

The “blackberry curve 8310” mobile phone was used for measurement. Since the phone has no the ability to identify the base station from which the signal was received, it is assumed that dominant signal comes from the base station “Liman 2” (marked with the letter A on Fig. 1), MTS mobile operator. An arrows 1, 2 and 3 on Fig. 1. show azimuths of antenna sectors for this base station. The assumption about serving base station is verified by spectral analyzer measurement showed in Fig.

Vladimir Stanivuk, the student of Faculty of Technical Sciences in Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Serbia (telephone: +381 65 668 25 33, email: stanivuk.vlada@gmail.com)

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Vladimira Stanivuka. Mentor je bio dr Vladimir Milošević.
- b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2012.

2: sector 1 of “Liman 2” uses BCCH channels 62 (947,4 MHz) and 613 (1825,4 MHz) that are dominant MTS signals at measurement location.

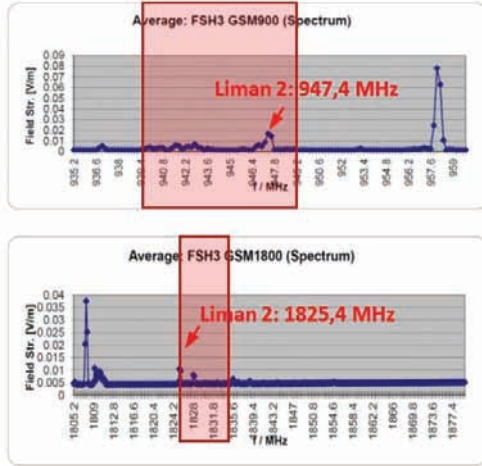


Fig. 2. Measurements of the field strength in GSM bands

Between the transmitting antenna and the building containing a receiving antenna there is no line of sight.

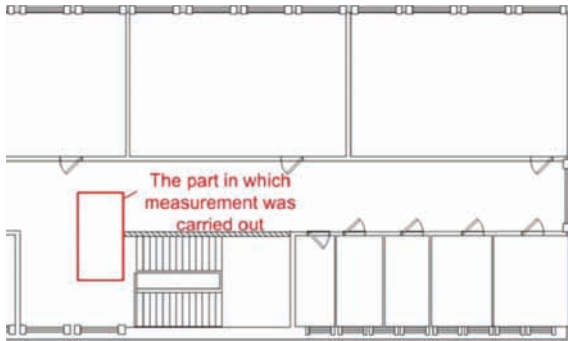


Fig. 3. Part of the floor plan indicating the location where measurements are carried-out.

An irregular measurement grid, shown in Fig. 4, defines positions of measurement points in the horizontal plane.

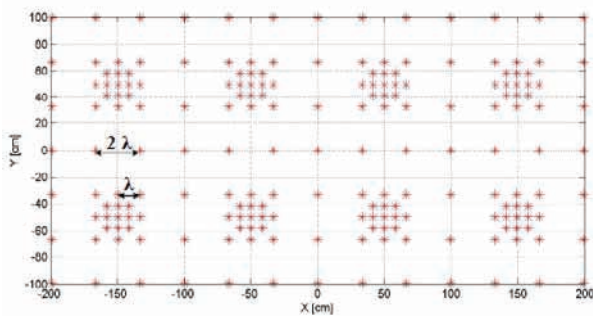


Fig. 4. Measurement grid: the red stars are indicating measurement points in the horizontal plane

The measurement grid is constructed in order to observe small-scale spatial variations of received power: the minimum distance between the measurement points is $\lambda/2$. For the upper GSM freq. band (1800 MHz) wavelength of the incoming signal is approx. $\lambda =$

16.66 cm, giving the minimum distance of 8.33 cm. The total extent of the measurement grid is 4 m by 2 m.

On each floor and each point of measurement grid, measurements are carried-out at two different heights, 150 cm and 170 cm.

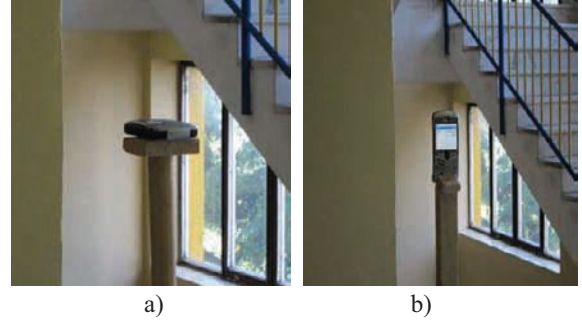


Fig. 5. a) Horizontally and b) vertically positioned measuring device

The measurements are performed for both horizontal (Fig. 5. a) and vertical (Fig 5. b) position of the mobile terminal (MT). During the measurement, the MT is placed on the top of the wooden holders and operator was approaching it to read power level from display.

III. OVERVIEW AND ANALYSIS OF MEASUREMENT RESULTS

The average power levels for horizontal and vertical polarization (Fig. 6) show that the higher floors provide better reception even when there is no direct line of sight between the building and the transmitting antenna.

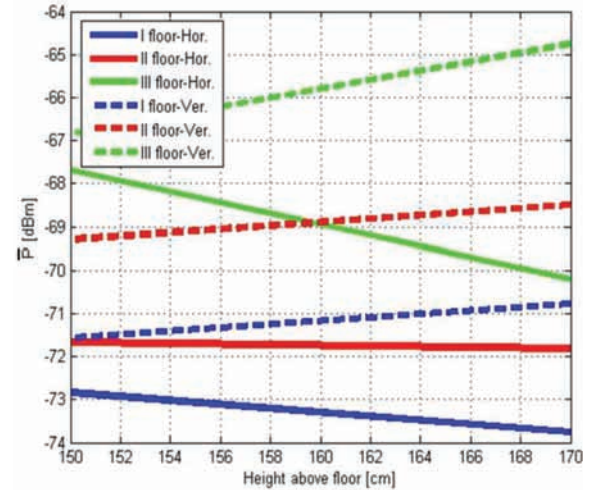


Fig. 6. The average strength of the received signal in the horizontal and vertical polarization of the antenna

The increase of the average power level with height above floor is observed for vertical polarization. Contrary, the power of horizontally polarized signal at 170 cm above floor is lower than on 150 cm above floor.

In order to facilitate presentation of measurement results over horizontal plane, they are interpolated within measurement area (Fig. 7. and 8). Additionally, the measurement area is divided into two parts: the first part relates to the region of hallway (ellipse on Fig. 7. and 8),

and the second relates to the region of stairway (rectangles on Fig. 7. and 8).

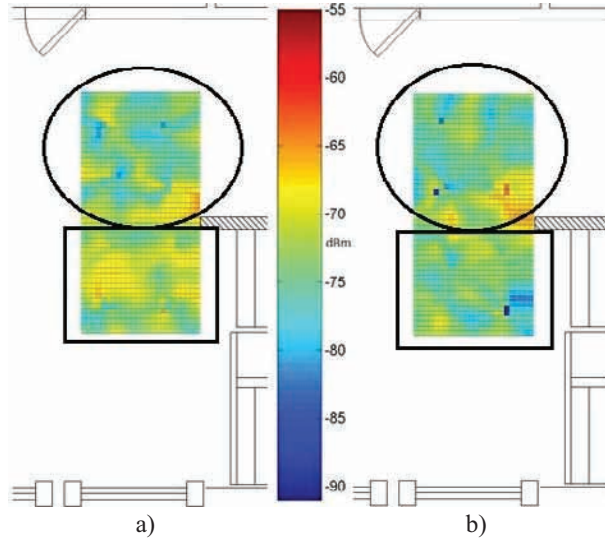


Fig. 7. Power of received signal in [dBm] for the horizontal position of the device, on the first story, a) 150 cm and b) 170 cm above floor

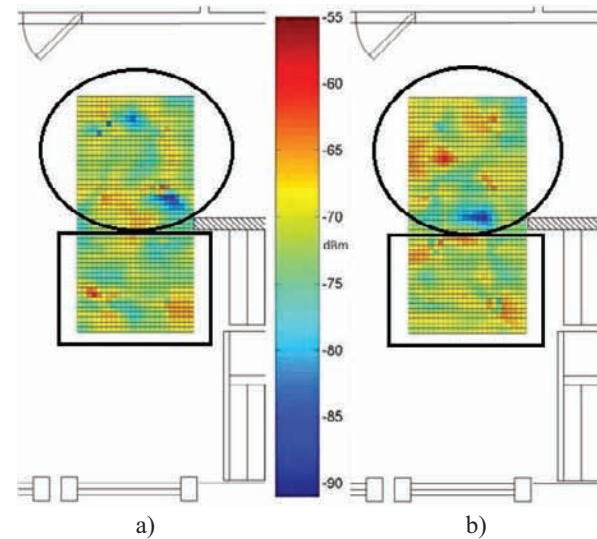


Fig. 8. Power of received signal in [dBm] for the vertical position of the device, on the first story, a) 150 cm and b) 170 cm above floor

The multipath causes significant variation of the received power, as seen on Fig. 7. and 8. Crossing of half meter distance (3λ) typically changes received level in the range of 10 dB. Abrupt changes (~ 25 dB) appearing at sub-wavelength distance ($\lambda/2$) could be observed around the end of wall that divides hallway from staircase.

The comparison of Fig. 7. and 8. reveals that vertically polarized signal is dominant, which is particularly pronounced in the area of the hallway. The asymmetry between a strength of vertically and horizontally polarized signals is introduced by the waveguiding effect of the hallway, however higher propagation losses are expected for vertical polarization due to transmission through the walls, [2]. The additional measurements with the horizontally positioned phone rotated by 90 degrees show

the influence of the antenna radiation pattern to the reported results: the average received power is increased for approx. 4 dB. By taking into account the results from this experiment we come to the conclusion that the horizontally polarized signal is stronger, as reported in [2]. Therefore, the alignment of low gain antenna direction along the hallway, Fig. 9, leads to significant loss of received power.



Fig. 9. Impact of the antenna radiation pattern is pronounced under waveguiding effect of hallway

The selectivity of antenna radiation pattern also explains increase of horizontally received power in the proximity of the wall (Fig. 7) since reflected components come from aside and not along hallway. In the area of the stairway, the geometry of space is irregular (windows, handrails, inter-story openings). This provides larger angular spreading on the receiver side (in contrast to hallway) and therefore effect of the nulling directions in antenna pattern are not notable.

Similar phenomena were observed in the second and third floor so they will not be thoroughly explained here.

A. The influence of body shadowing and radiation properties of the receiving antenna to the strength of the horizontally polarized signal

Additional measurements are conducted with random orientation of horizontally placed mobile terminal. This mitigates effect of the antenna pattern, however it pronounces impact of the shadowing by the operator body. The obtained results are in average 4 dB higher than the previously reported results (Fig. 10).

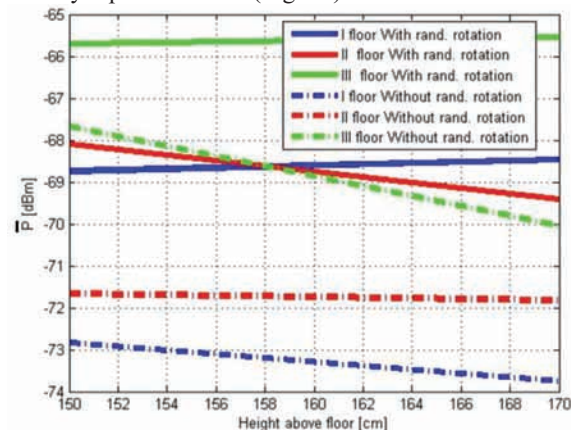


Fig. 10. Comparison of the average received signal power between measurements that include or exclude random rotation of mobile phone in horizontal plane.

IV. PREDICTION OF THE TRANSMISSION LOSS BY COST231/WALFISH-IKEGAMI MODEL

Practically, the propagation loss is given by the following formula :

$$L = EIRP_t - P_r + G_r, \quad (1)$$

where $EIRP_t$ is an effective isotropic radiated power, P_r is received power and G_r receiving antenna gain. Under assumption that both vertical and horizontal polarizations have the same power, $EIRP_t$ in main antenna lobe for each of them is 54.3 dBm. G_r is assumed to be 0 dB. Viewed from Fig. 6, the average signal power for both horizontally and vertically polarization is about -72.25 dBm for the first floor, -70.5 dBm for the second floor and -67.5 dBm for the third floor. According to formula (1), the propagation losses are 126.55 dB for the first floor, 124.8 dB for the second floor and 121.8 dB for the third floor.

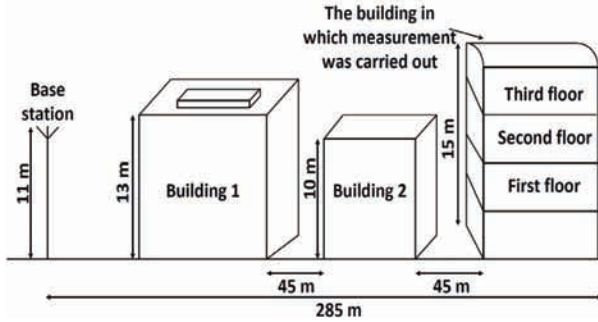


Fig. 11. Position of the base station to the building where the measurement was carried out with the surrounding environment between them

In order to evaluate transmission loss according to COST231/WI model [3], [4] and Fig. 11, we calculate the outdoor propagation loss from transmitter to the outer building wall, separately from penetration loss and losses due to indoor propagation. The sum of these two losses gives a total loss. In the calculation it is assumed that the operating frequency was 1800 MHz. Appropriate expressions for NLoS outdoor propagation in micro-cellular environment (transmitting antenna is lower than nearby building) are taken from [3]–[5]. The total loss to the entrance to the building is 123.58 dB.

To calculate the loss inside the building the expressions for NLoS situation are taken from [3]. Since the signal during transmission to the building passes through the glass, the approximate value for transmission loss is 2 dB. The losses inside the building amounted to 13.5 dB for the first floor, 11.5 dB for the second floor and 9.5 dB for the third floor.

Total predicted loss by COST 231/WI model is 141.78 dB for the first floor, 139.78 dB for the second floor and 137.78 dB for the third floor.

We note that, under assumption that channel is allocated from 1800 MHz range, the losses estimated from measurements differ from the prediction by ~ 15.4 dB. If the assigned GSM channel comes from 900 MHz band the better agreement with the measurements is obtained. In

this case the outdoor loss to the building external wall is approx. 114 dB, while indoor propagation losses differ only in floor gain (2 dB). The resulting losses at the operating frequency of 900 MHz are 132.78 dB for the first floor, 130.78 dB for the second floor and 128.78 dB for the third floor.

The deviation between predicted and measurement-based losses, at the operating frequency of 900 MHz, is approx. 6.4 dB. According to available transmit parameters and measured power levels, the COST 231/WI prediction model overestimates the propagation losses. This model belongs to the class of stochastic models, that describe average performance under given circumstances. It does not take into consideration specificities of the measurement site so, certain mismatch is expected.

V. CONCLUSIONS

The spatial distribution of the indoor GSM power is characterized by the simple user equipment. Although this approach, from measurement perspective, has many deficiencies, it offers realistic operating conditions for the particular (or equivalent) equipment.

The measurements have confirmed expectations that average received power increases with building floor. Effects of multipath to the small-scale fading are confirmed, since variations of 25 dB are observed at distances lower than wavelength. The different propagation characteristics are seen for horizontally and vertically polarized signals: the waveguiding effects of the hallways more impact horizontally polarized signals. It is noted that an antenna pattern of the mobile device can play significant role in hallways, where all received power comes from limited solid angle and therefore have small angular spread.

Prediction of the transmission loss was performed according to COST231/Walfish-Ikegami model for the interior of the building and outdoor NLoS propagation conditions. The discrepancy between predicted losses and those evaluated from measurements are not negligible for both hypothesis that serving BCCH channel comes from GSM 900 or 1800 MHz frequency range.

REFERENCES

- [1] <http://www.wirelesscommunication.nl/reference/chaptr03/fading/fading.htm>
- [2] Persefoni Kyritsi, Donald C. Cox, "Propagation Characteristics of horizontally and vertically polarized electric fields in a indoor environment: simple model results," in *Proc. IEEE 54 Vehicular Technology Conference*, Oct. 2001, vol. 3, pp. 1422-1426.
- [3] Digital mobile radio towards future generation systems, COST231 Final Report, http://www.lx.it.pt/cost231/final_report.htm
- [4] Simon Saunders, "Antennas and Propagation for Wireless Communication Systems," Wiley 2007
- [5] Recommendation ITU-R P.1411.2 *NLoS situation*, pp. 9-11.

Graphical tool for generating linker configuration files in embedded systems

Milan Stankić, Nenad Četić, Marko Krnjetin and Lana Misirlis

Abstract – Absolute loader in embedded software is frequently used because its simplicity is superior for systems with limited resources. Absolute loader implies that memory map needs to be defined. Maintaining memory map by hand is hard and error prone process. This paper proposes a solution by implementing of the memory map graphical editor. The graphical editor is implemented using Graphical Modeling Framework in Eclipse IDE, using rapid model driven development.

Keywords – DSP, EMF, GEF, GMF, linker, loader, memory, MDD, overlay.

I. INTRODUCTION

A binary (or absolute) loader, the simplest type of loader, is responsible for loading into main memory a single program in absolute binary form. The absolute binary form of a program is simply a binary image of the program as it will exist in memory. A program in this form associated with specific memory location; hence, it must always be loaded into the same memory area if it is to execute correctly.[1] Linker which produces a program image for the absolute loader has a complex task. It is necessary to enable charging of multiple programming modules at the same time. This problem is solved by dividing DSP memory into zones that are hierarchically organized. Each zone can accommodate one module which performs the intended zone process. Based on the zone describing files, the linker produces a module image that can be charged together with other modules performing a different type of processing.

The files with zone descriptions become more complicated with the increasing number of modules, so there is a need for graphics tools that produce and

customize these files. This graphical tool should provide a visualization of fragmented memory.

The key idea in model-driven development is to focus on models in software development (rather than computer programs). Fully automated MDD enables the generation of complete programs from models, which means that the models take the role of implementation languages. For MDD to be successful, the models must be abstract, understandable, accurate, predictive, and inexpensive. Abstraction helps in understanding a complex system by removing or hiding irrelevant details. The model that is left after removing the details must be easy to understand. Accuracy is also essential: the model must be a correct representation of the modeled problem. Productiveness means that the model should predict the modeled systems interesting properties either through experimentation or through some type of formal analysis. The final property, inexpensiveness is important because it makes no sense to construct models if the modeling costs more than the building of the modeled system.[2][3]

Eclipse projects (Eclipse Modeling Framework, Graphical Modeling Framework, Textual Modeling Framework...) generate code based on the model. The Eclipse Modeling Framework is designed to ease the design and implementation of a structured model. The Java framework provides a code generation facility in order to keep the focus on the model itself and not on its implementation details.[4] GEF components that enable the realization of basic and advanced functionality of the MVC (Model-View-Control) architecture based editor lean on EMF models.

Graphical Modeling Framework (GMF) model based component performs the entire graphical editor code generation. EMF containing parts together with data structure models that are to be used, as well as parts with GEF components related to editor display and control are inside the GMF.

We propose the solution of graphical tool for linker configuration files based on Graphical Modeling Framework. We will give an overview of GMF, emphasizing its benefits and its shortcomings. This graphical tool is tested using a linker for the target platform (Cirrus DSP, CS497xx).

II. LINKER WITH ABSOLUTE LOADER

Programs generated by assembly or some other higher-level program, are written in a way that each instruction is written in relative terms to the first program instruction, whose address is zero. This means that all programs have a

This work was partially supported by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia under the project No. 44009 year 2011.

Milan Stankić, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Serbia; (e-mail: milan.stankic@rt-rk.com).

Nenad Četić, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Serbia; (e-mail: nenad.cetic@rt-rk.com).

Marko Krnjetin, RT-RK, Institute for Computer Based Systems, Narodnog fronta 23a, 21000 Novi Sad, Serbia; (e-mail: marko.krnjetin@rt-rk.com).

Lana Misirlis, RT-RK, Institute for Computer Based Systems, Narodnog fronta 23a, 21000 Novi Sad, Serbia; (e-mail: lane.misirlis@rt-rk.com).

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Milana Stankića. Mentor je bila dr Jelena Kovačević.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2011.

zero home address, which is impossible to implement in multi-program conditions. In order to make these programs executable it is necessary to define separate component software whose task is to fill programs to different addresses within the operational memory, from where they are executed by the computer system processor.[5]

The linker is a program which performs the binding of all programs and sub-programs together. However, instead of placing relocation and binding text directly to memory on the target system, it stores that information in the form of a file in the external memory on the host system. The output file is also stored in external memory on the host system and its common name is the charging module. The module loader physically charges the charging module into the memory on the target system. The linker performs the function of allocation, relocation and merging, while the module loader performs only the function of charging.

The simplest linker type develops the charging module similar to the enforceable code of the absolute loader. This means that there is an assignment of the specific memory zone to the program at the time when programs and subprograms are bound together. Since the module of this type resembles the memory image, it is also called the memory image module.

In most cases all necessary software and programs are stored in memory at the same time. In that case, the total memory value needed for all programs and subprograms can exceed the available memory value, which is often the case with large programs, so problems can occur.

If it is explicitly known which program and subprograms invite others, it is possible to realize the overlay structure that identifies mutually exclusive sub-programs. The overlay idea is shown in Fig. 1.

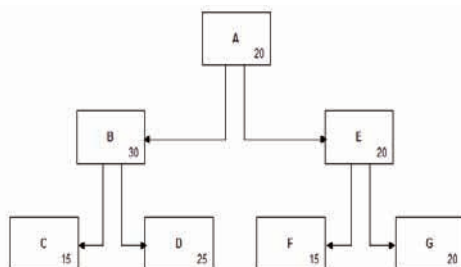


Fig. 1 – The overlay structure

If all programs were in memory at the same time, the 160 memory unit zone would be required. The scheme shows that the program A invites subprograms B and E, the program B invites subprograms C and D, while E invites F and G. It is noticeable that B and E will never be needed together in memory, as well as C and D, nor F and G. In other words, at worst, 75 memory units memory space for programs A, B and D is required, which represents the significant saving of memory space.

Overlays are another technique that dates back to before 1960, and are still in use in some memory-constrained environments. The programmer manually assigns object files or individual object code segments to overlay segments. Sibling segments in the overlay tree share the same memory. The implementation of overlays is

surprisingly simple. Once the linker determines the layout of the segments, relocates the code in each segment appropriately based on the memory location of the segment. The linker needs to create a segment table which goes in the root segment, and, in each segment, glue code for each routine that is the target of a downward call from that segment.[6]

III. SYSTEM OUTLINE

The overlay idea has found the use in some DSP processors. This paper refers specifically to the memory map editor for the Cirrus Logic company DSP processor family (CS47XXX, CS48LXX, CS485XX, CS497XX, CS498XX and CS4953X). These audio processors are found in many professional audio and consumer entertainment products, including portable media players, home-theater receivers, TVs and set-top box hardware. System software support for these families of processors, in relation to the application type, is seen in five special-purpose levels. These are the operating system, decoding level, Mid-Processor Module, Post-Processor Module and the Virtual Processing Module.

Each level is assigned a unique RAM segment. This allows the independent reading of each level into the program memory independently of other modules, and thus obtaining the desired combination of different processing types. This reduces the required ROM memory, because only individual modules are kept instead of all prescribed module combinations. For example, if the decoder needs change due to data change at the system input, it is not necessary to reload the OS, or any other module within Mid-Processor and Post-Processor Module. DSP should have a decoded mp3 input vector together with OS (OS level) and BassManagement (ppm level) modules in addition to mp3 decoder. Aac format test vector should, at one point, be at the system entrance, then, due to overlay existence, it will not be necessary to charge OS and BassManagement on DSP, together with AAC module, but it will only be necessary to make module exchange within the decoder overlay.

IV. MEMORY MAP

Each of processor family's CSxxx has enhanced Harvard architecture, i.e. has two separate data memory banks, X and Y, and program memory bank. Their size varies depending on the sub version of the processor. The firmware framework is further introduced with the logical division of memory into two segments:

1. memory reserved for static allocation
2. dynamically allocated memory (heap), which is assigned to individual modules at their request (malloc)

Fig. 2 shows an example of memory allocation.

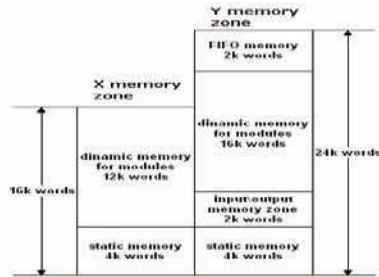


Fig. 2 – The division of memory

Static memory is divided into segments that are assigned to appropriate levels of program support. The sizes of static memory allocated to the segment depend on the version of the programming environment, environment type (single/dual decode) and the DSP core to which they relate (A, B, C...). Depending on the selected version of the programming environment there are defined *.mem.xml files that describe the distribution of static memory.

The entire memory space is divided into ranges that are class defined. Class describes one memory range. Class contains starting address in memory space, end address in memory space or memory size, aliases list, subclass list and related classes link

Classes are hierarchically structured. Each class can have subclass and main class. Class can also be an overlay member. Four memory zones; X, Y, L and P are defined for Cirrus Logic DSP processor family. These memory zones are defined as top class. X and Y memory are 32-bit memory zones foreseen for the data. P is a memory area designated for program memory. L memory area is 64-bit memory zones and includes X and Y memory blocks with same addresses. The link between L and X-Y memory can be defined in several ways.

V. GRAPHICAL MODELING FRAMEWORK

Editors are the primary mechanism for users to create and modify resources (e.g., files). Eclipse provides some basic editors such as text and Java source editors, along with some more complex multipage editors such as plug-in manifest editor.[7] Eclipse development environment and GMF program package were used during making of the graphical editor. Graphical Modeling Framework (GMF) began as the Eclipse technology project that aims to provide generic components and infrastructure for the development of graphical editors. Before GMF, effort, needed to develop the customized, specific editor, was usually uneconomic for most of the visual notation. GMF was made as the result of the need to develop, in an easier way, graphical editor using GEF and the basic EMF model.

Today GMF consists of two main components: a runtime and a tooling framework. The runtime handles the task of bridging EMF and GEF while providing a number of services and Application Programming Interfaces (API) to allow for the development of rich graphical editors. The tooling component provides a model-driven approach to defining graphical elements, diagram tooling, and mappings to a domain model for use in generating

diagrams that leverage the runtime.[8] GMF development flow is shown in Fig. 3.

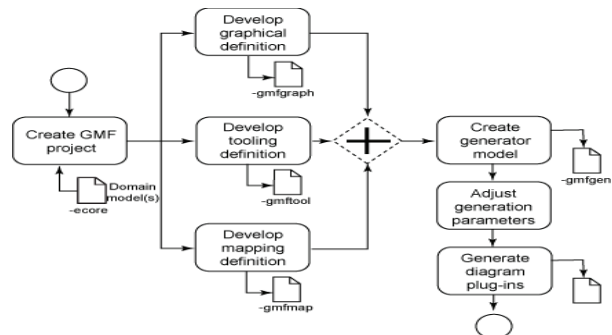


Fig. 3 – GMF development flow

This is a diagram that illustrates the main components and models used during GMF-based development. Core to GMF is the concept of graphical definition model. This model contains information related to the graphical elements that will appear in a GEF-based runtime, but have no direct connection to the domain models for which they provide representation and editing. An optional tooling definition model is used to design the palette and other periphery (menus, toolbars, etc.).[9]

The GMF Tooling supports a model-driven process for generating a fully functional graphical editor based on the GMF Runtime starting from the following models:

1. The *domain model* is the Ecore-based meta-model of the language for which representation and editing have to be provided.
2. The *graphical definition model* contains part of concrete syntax; it identifies graphical elements that may, in fact, be reused for different editors.
3. The *tooling definition model* contains another part of the concrete of syntax; it contributes to palettes, menus, toolbars, and another periphery of editor.
4. Conceptually, the aforementioned models are reusable; they do not contain references to each other. It is the *mapping model* that establishes all links.[10]

A. Meta-model and domain generator model

The first step in forming the model is to develop meta-models. Meta-model is EMF model that contains all the classes and interfaces that are necessary to store information. Meta-model is data model subject to treatment. Ecore or meta-model are developed in GMF by the drawing of class diagrams and their interconnections. Decomposition of the memory map structure we have to come to the following elements: memory class, alias, overlay, memory map and memory diagram.

Meta model defines all symbols and relations of the domain-specific model which can be used to provide an editor with basic editing commands.[11]

B. Tooling definition model

Diagrams usually include palette and other tools to create and work on the diagram content. The palette is the set of buttons/keys that allow one to add elements to the diagram and therefore to add instances of objects into the

data model. The memory class is an essential element of the diagram. In this model are defined tools for handling with classes, aliases and overlays.

C. Graphical definition model

Graphical model or graphical definition model consists of two parts and defines graphical elements contained in the diagram. The first part is the pieces gallery defining pieces which appearing in the diagram (shapes, labels, lines, etc.). The second part refers to the definition of nodes, links, partitions and diagram labels.

Graphical definition model contains next elements:

1. Figures: Memory Map, Class, Alias and Overlay
2. Nodes: Memory Map, Class, Alias and Overlay
3. Compartments: Aliases, Classes, Subclasses, Overlays
4. Diagram labels: Overlay Name, Class Name, Alias Name

D. Mapping model

The most important and the most complex of all the models in GMF is the mapping model. Elements from the diagram definition (tools and graphical elements of the diagram) are mapped onto the domain model. The linking is done in a way that each node in the diagram has a corresponding graphic objects tied to it, tasks linked to it, coming from tools model, as well as data structures that are linked to the graphical object.

E. Generator model

Graphical, Tooling and Mapping model (high-level models) together with EMF meta-model description completely determine future diagram structure. These models organize some kind of specific language for diagram definition.[12] Generator model, based on information from the linking model, performs code editor generation. Both models can be reproduced and refreshed from their original models, ecore and gmffmap models. It is possible to, within this model, make additional editor related adjustments, such as setting file extensions in which diagrams are stored or whether the elements on the diagram will be ordered randomly on the diagram surface or by some predefined schedule.

VI. LAYOUT OF GRAPHICAL EDITOR

Layout of the new editor is shown in Fig. 4.

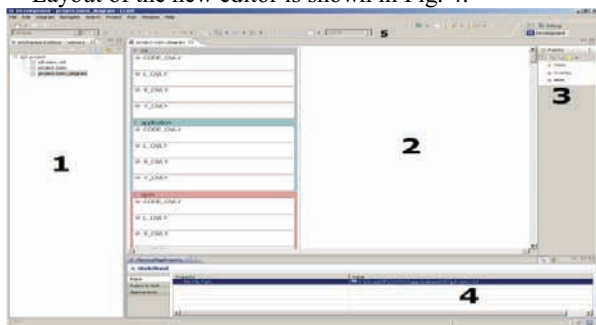


Fig. 4 – Graphical design editor
Editor consists of 4 parts:

1. workspace explorer - switch between memory maps and related projects
2. workspace – space to add classes, aliases and overlays
3. toolbar
4. property window

VII. CONCLUSION

This paper explains approach for implementation of memory map graphic editor. Graphical editor is implemented using the Eclipse package for graphical model framework, GMF. Since graphic editor generated by this component contains only a diagram and editor that is linked to a project it was necessary to integrate the editor to an existing development environment. Memory map editor is integrated into CLIDE development environment because the editor is designed for editing configuration files for the Cirrus Logic company processor families.

The advantages of tools development using GMF are primarily reflected in the data model formation which will be used and forming of the display. As stated earlier, model based software development and model based code generation lead to the increase of code quality, programming errors reduction and therefore to the productivity increase. One of the disadvantages of GMF package is that its integration into an already existing solution is very inconvenient to be carried out. There are a number of mechanisms that are hidden from users and are located within the GMF, so that integration is significantly more difficult. When developing a new tool, it would be convenient to use GMF to form the basis of the entire system primarily because of the model based code generation.

REFERENCES

- [1] Leon Presser, John R. White, *Linkers and loaders*, University of California
- [2] Sanna Sivonen: *Domain-specific modeling language and code generator for developing repository-based Eclipse plug-ins*, VTT publications 680
- [3] Bran Selic: *The Pragmatics of Model-Driven Development*, IEEE Software, Vol. 20, Issue 5, pp.19.25
- [4] Bill More, David Dean: *Eclipse development using Graphical Editing Framework and Eclipse Modeling Framework*, IBM RedBooks, 2004
- [5] Vladimir Kovačević, Miroslav Popović: *Sistemska programska podrška u realnom vremenu*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih nauka, 2002
- [6] John R. Levine: *Linkers and loaders*
- [7] Eric Clayberg, Dan Rubel: *Building Commercial-Quality Plug-ins*
- [8] Richard C. Gronback: *A Domain-Specific Language Toolkit*, 2009
- [9] Sven Efftinge, Bernd Kolb, Markus Völter, *Model-Driven Development - From Frontend to Code*
- [10] Davide Di Ruscio, Ralf Lämmel, Alfonso Pierantonio: *Automated co-evolution of GMF editor models*
- [11] Gabriele Taentzer: *Editors with Complex Editing Commands*, Technical University of Berlin, 2006
- [12] Alexander Shatalin, Artem Tikhomirov, *Graphical Modeling Framework Architecture Overview*, 2006

LabVIEW PROGRAMIRANJE SISTEMA ZA DETEKCIJU CURENJA GASA

LabVIEW PROGRAMMING FOR A TUNABLE FIBRE LASER-BASED GAS SENSOR SYSTEM

Miodrag Vidaković, Željen Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad baziran je na definisanju, instaliranju i programiranju novog sistema za detekciju curenja gasa iz cevi. Sistem je sastavljen od optičkih komponenti. Prvi deo rada se bavi industrijskim potrebama za detekciju curenja gasa, gde su predstavljene različite industrije u kojima postoji potreba za pravovremenom detekcijom curenja gasa. U ovom delu je takođe izvršen kratak pregled postojećih tehnologija u ovoj oblasti, gde su date prednosti i nedostaci ovih tehnologija. Nakon toga su definisani senzori za detekciju curenja gasa, gde je izvršen njihov konvencionalni pregled. Svi nedostaci postojećih tehnologija su rešeni uvođenjem jednog novog sistema za detekciju curenja gasa, baziranom na upotrebi optičkih komponenti. Pored samog sistema, dat je kratak teoretski opis svih komponenti u sistemu, kao i neophodnih zakonitosti po kojima sistem funkcioniše. U poslednjem poglavlju je dat zaključak, koji takođe uključuje moguća proširenja u smislu funkcionalnosti sistema.

Abstract – This investigation described an optical fibre sensing system for the monitoring of hazardous gases. The need for this sensing system has emerged from increasing European legislation regarding leakage of different hazardous gases in different industries. The system has been developed for the monitoring of CO and CO₂ gases.

Relatively low cost components capable of transmission within the near-IR region have been identified and the sensor itself has been constructed using robust materials. In addition the gas concentration in parts-per-million is calculated in turn, by a specifically designed software development program (LabVIEW), and output to the user. Finally experimental tests will be carried out in a laboratory in order to fully quantify the ability of the sensing system under various headings such as sensitivity, selectivity, response time and stability.

Ključne reči: detekcija curenja gasa, senzor, ugljen monoksid, ugljen dioksid, Beer-Lambert zakon

1. UVOD

Različite vrste senzora ili detektora su veoma važne komponente u sistemima merenja bilo koje vrste, a može se reći da su neophodne komponente u automatizovanim i automatskim procesima. Osnovna funkcija ovih uređaja

jeste konverzija neke fizičke veličine u veličinu koja je merljiva u podacima određenog akvizicionog sistema. Mnoga unapređenja u oblasti proizvodnje ovih uređaja je dovela do značajnog povećanja preciznosti, pouzdanosti, efikasnosti i sl. Zbog niza prednosti koje omogućavaju, ove komponente postaju sve dominantnije na tržištu. Postoje brojni industrijski procesi u kojima se koriste visoko opasne materije, kao i oni koji proizvode iste. Substance koje se su sve češća pojava po fabrikama uglavnom imaju sledeće karakteristike; zapaljivost, toksičnost, eksplozivnost i sl. Svedoci smo situacija u kojima se događa slučajno curenje gore navedenih supstanci koje mogu prouzrokovati brojne štete, kako po industrijske komplekse tako i po ljude i biljke u njihovoj okolini. Na taj način se mogu dogoditi štete svetske razmere koje dovode do gubitka velikog broja života usled eksplozija. Zbog toga je od izuzetnog značaja da se nivo prisutnih gasova drži ispod nivoa koji može prouzrokovati štetu [2]. Kako bi se rešio gore pomenuti problem, postoje brojna rešenja. Ovaj rad baziran je na konstruisanju uređaja koji može u značajnoj meri doprineti bezbednosti živih bića i smanjenju troškova [1]. Ovaj uređaj je poznatiji pod nazivom senzor za detekciju curenja gasa. Postoje mnogobrojne oblasti čije funkcionisanje bi bilo nezamislivo bez pomenutog uređaja, kao što su: naftna industrija, proizvodnja poluprovodnika, bolnice i sl. [1].

2. POSTOJEĆE TEHNOLOGIJE ZA DETEKCIJU CURENJA GAS I NJIHOVA OGRANIČENJA

U poslednje dve decenije prisutna su mnogobrojna i veoma detaljna istraživanja u oblasti laserskih dioda sa pojačanjem. Ova istraživanja su uglavnom bila usmerena na rad ovih komponenti u opsegu talasnih dužina 0.7 do 1.9 μm . Današnja istraživanja bazirana su na razvoju laserskih dioda koje su sposobne da emituju svetlost u opsegu 2 do 10 μm . Ovaj opseg talasnih dužina nudi nam niz prednosti, među kojima su najvažnije sledeće [3]:

- veoma dobre apsorpcione karakteristike, od oko sto puta jače nego bliski IR region;
- veoma dobre karakteristike za detekciju na velikim talasnim dužinama i
- veoma malo molekularno rasipanje.

Među brojnim istraživačima i publikacijama, tehnologije koje su najpribližnije ovoj su predstavljene u ovom poglavlju. Eric i ostali [4] demonstrirali su merenje na bazi absorpcije sa veoma visokim pragom osetljivosti, koristeći specijalnu shemu, koja nije zahtevala veoma

NAPOMENA:

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

brze modulacione postupke. Ova tehnika bazirana je na modulacionim postupcima pri brzinama od oko nekoliko stotina herca.

Takođe je izvršena kombinacija ovog modulacionog postupka sa uravnoteženom tehnikom za detekciju, kako bi se postigla senzitivnost koja bi se mogla uporediti sa osetljivošću laserskih dioda. Ova tehnika je ograničena na region blizak IR sa dodatkom Er 3+ jona.

Sa druge strane, Fegal i ostali saradnici [5] su bili fokusirani na optička vlakna sa dodatkom Tm 3+. Gas koji su koristili kao reprezentativni je metan sa hemijskom formulom CH₄, sa regionom apsorpcije od 2.31 μm. Ukoliko je talasna dužina laserskog izvora rezonantna sa učestanošću molekula metana, onda dolazi do slabljenja zraka od laserskog izvora i samim tim je moguće izvršiti merenje količine određenog gasa.

Osnovni problem sa ovim principom povezan je sa talasnom dužinom izvora, koja mora da se poklopi sa rezonantnom talasnom dužinom metana, koja je u veoma uskom regionu.

Osnovni problemi koji su se pojavili u eksperimentima prethodna dva istraživača povezani su sa preciznošću i pouzdanosti, koji bi trebalo da budu prevaziđeni kako bi se obezbedio očekivani nivo kvaliteta.

3. KLASIFIKACIJA KONVENCIONALNIH SENZORA ZA DETEKCIJU CURENJA GASA

Detekcija curenja gasa u konvencionalne svrhe pojavila se prvi put davne 1815. godine, kada je Davy Lump konstruisao prvi senzor, koji je zapravo tipa katalitičkog zapaljivog gasnog senzora [6]. Postoje mnoge klasifikacije gasnih senzora, od kojih je u ovom radu prihvaćena sledeća podela na: solid state, elektromehaničke i piezoelektrične senzore.

3.1. Solid state senzori

Ova vrsta senzora se smatra modernim gas senzorima. Oni mogu biti podeljeni u tri grupe:

- katalitički zapaljivi gasni senzori,
- poluprovodnički gasni senzori i
- gasni osetljivi *field effect* senzori.

3.2. Elektromehanički senzori

Trenutno postoji mnogo vrsta elektromehaničkih senzora koji su u upotrebi. Ova vrsta senzora se koristi kako u statičkim, tako i u pokretnim aplikacijama kontrole gasa i monitoringa sistema.

3.3. Piezoelektrični senzori

Senzori ove vrste su vrlo stabilni, robustni i kompaktni. Od velikog broja materijala, *quartz* je u upotrebi zbog sledećih karakteristika:

- velike čvrstoće,
- visoke temperaturne otpornosti,
- velike krutosti i sl [7].

4. TEORETSKI PREGLED KOMPONENTI I DIZAJN NOVOG SENZORSKOG SISTEMA ZA DETEKCIJU CURENJA GASA

Sve vrste gasova koje su prisutne u našem okruženju imaju odgovarajuće apsorbcione karakteristike na određenim talasnim dužinama. Dva gasa koja su pokrivena analizom u ovom radu su ugljen-monoksid (CO) kao i ugljen-dioksid (CO₂). Uzevši u obzir vibracije molekula u ovim gasovima, može se reći da su prisutne jake apsorbcione karakteristike ovih gasova u srednjem infra crvenom regionu [8].

Da bi se definisala količina apsorpcije određene svetlosti, korišten je Beer-Lambert zakon. Ovaj zakon definiše linearnu zavisnost između apsorbnosti i koncentracije apsorbnih vrsta. Po ovom zakonu se zapravo računa koliko svetlosti je apsorbovano od strane gasa kroz koji se ta svetlost prostire. Zakon može biti definisan sledećom formulom:

$$A = \epsilon lc \quad (4.1)$$

gde:

- A apsorbnost;
- l je dužina optičkog zraka (cm);
- c je koncentracija gasa (cm³*mol) i
- ϵ molarna apsorbnost (cm/mol).

Unutar samog sistema postoje dva laserska izvora talasne dužine 980 nm. Ova talasna dužina se koristi za pobuđivanje jona Erbiuma, kako bi se proizveo svetlosni izvor koji radi na talasnoj dužini od 1600 nm. Nakon ovog svetlosnog izvora, potrebno je proizvesti 2000 nm talasnu dužinu koja je neophodna da bi se vršila detekcija curenja gasa. Naime, pošto je rezonantna talasna dužina CO i CO₂ upravo 2000 nm, moguće je vršiti detekciju curenja gasa iz gasne ćelije.

Svetlost iz izvora talasne dužine 2000 nm usmerena je ka gasnoj ćeliji u koju se istovremeno upušta odgovarajući gas. Kako se rezonantna učestanost molekula gasa i učestanost svetlosnog izvora podudaraju, moguće je detektovati količinu gasa u cevi, u zavisnosti od snage talasa koja je detektovana na završetku gasne ćelije od strane gasnog senzora.

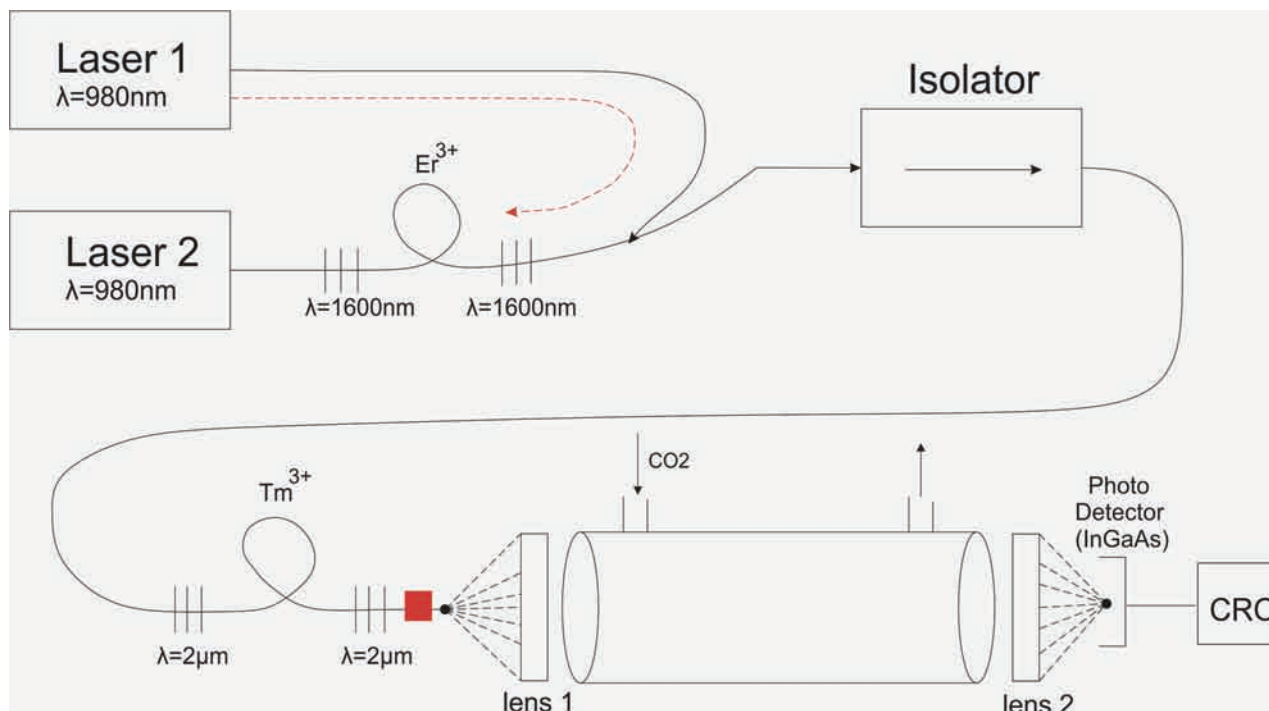
Od optičkih komponenti, u sistemu se koristi izolator. Osnovna svrha izolatora jeste zaštita uređaja od oštećenja. Naime, nakon laserske diode talasna dužina je 980 nm. Talasna dužina u susednom svetlosnom izvoru je 1600 nm, koja je ostvarena pobuđivanjem jona erbiuma. Kako ta talasna dužina ne bi uništila lasersku diodu od 980 nm, postavljen je izolator.

U sistemu se takođe nalaze optička sočiva. Ona se nalaze na krajevima gasne ćelije. Naime, na ulasku u ćeliju se nalaze se sočivo koje proizvodi paralelnu svetlost u gasnoj ćeliji kako bi se pravilno izvršila apsorpcija svetlosti.

Pored svega navedenog, prisutna je i gasna ćelija. Treba napomenuti da se senzitivnost senzora povećava sa povećanjem dužine ćelije.

Optička radijacija koja je detektovana od strane senzora redukuje se sa povećanjem dužine zraka. Nakon detektora podaci su obrađeni i tumačeni u softverskom paketu

LabVIEW. Ovaj softver je korišten za prikupljanje i analizu podataka iz detektora. Sistem koji je instaliran u laboratoriji predstavljen je na slici 1.



Slika 1. – Sistem za detekciju gasa u cevi

Senzor koji je korišten za detekciju zraka je InGaAs. Kako se količina molekula povećava u gasnoj ćeliji, tad intenzitet laserske svetlosti opada kako se svetlost apsorbira od količine gasa u cevi.

5. ZAKLJUČAK

Bliski infra crveni region identifikovan je kao region u kom se apsorpcija odvija na visokom nivou. LabVIEW program je razvijen da dostavi informaciju o količini gasa do krajnjeg korisnika.

Vreme koje je potrebno za odziv senzora je zavisno od vremena potrebnog da LabVIEW kompletira jedan ciklus. Vreme koje je potrebno za obe vrste gasa iznosi oko 4 s. Problem sa ovim vremenom odziva je suviše malo, da bi se detektovale brze promene koncentracije gasova.

Stabilnost sistema je na relativno dobrom nivou u poređenju sa drugim sistemima.

Buduća unapređenja u sistemu su moguća, sa ciljem da se omogući i detekcija drugih gasova osim dva navedena kao i da se ostvare određena poboljšanja u pogledu senzitivnosti.

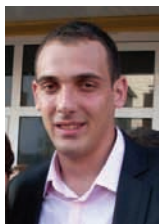
6. LITERATURA

- [1] JJS Technical Services [Online]. Available: <http://www.jjstech.com/gasdepr.html>
- [2] N. Yamazoe, "Toward innovations of gas sensor technology", in Proc. Sensors and Actuators, vol. B, no. 108, pp. 2–14, 2005.
- [3] V. Weldon, J. O’Gorman, J. J. Perez-Camacho, and J. Hegarty, "Oxygen sensing using single

frequency GaAs–AlGaAs DFB laser diodes and VCSEL’s," Electron. Lett., vol. 32, no. 3, pp. 219–221, 1996.

- [4] Eric T. Wetjen, David M. Sonnenfroh, Mark G. Allen, and Theodore F. Morse, Demonstration of a rapidly strain tuned Er³⁺-doped fiber laser for sensitive gas detection. [5] S. H. Low and D. E. Lapsley, "Optimization flow control – I: basic algorithm and convergence", *IEEE/ACM Transaction on Networking*, pp. 861–875, 1999.
- [5] Fergal J. McAleavey, James O’Gorman, John F. Donegan, Brian D. MacCraith, John Hegarty, and Gwenael Mazé, Narrow Linewidth, Tunable Tm³⁺-Doped Fluoride Fiber Laser for Optical-Based Hydrocarbon Gas Sensing.
- [6] "Davy's safety lamps", *Journal of the Franklin Institute*, Volume 22, Issue 1, July 1836, Pages 48–51.
- [7] G. Lu, N. Miura and N. Yamazoe, "High-temperature NO or NO₂ sensor using stabilized zirconia and tungsten oxide electrode", *International Journal of Ionics*, 1998, Volume 4, pp. 16 – 24.
- [8] McCash E., B. C., "Fundamentals of Molecular Spectroscopy", McGraw, Hill pp. 19, 1994.

Kratka biografija:



Miodrag Vidaković rođen 24.05.1988. u Vlasenici. Nakon završene osnovne škole upisuje srednju elektrotehničku školu "Mihajlo Pupin" u Novom Sadu, smer elektrotehničar telekomunikacija. Godine 2007. upisuje Fakultet tehničkih nauka, gde završava osnovne studije. Odbranio je bachelor rad 2011 godine na temu " *Energetska efikasnost u savremenim pasivnim optičkim mrežama*". Master studije završava kao student na razmeni na City University u Londonu gde je položio sve ispite predviđene planom i programom. Master rad odbranio je 2012. godine.



Željko Trpovski rođen je u Rijeci, 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. godine. Od 2004. godine ima zvanje vanrednog profesora na Fakultetu tehničkih nauka. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

KOOPERATIVNA KONTROLA MREŽE COOPERATIVE NETWORK CONTROL

Ivana Tomić, Željko Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad bavi se kooperativnom kontrolom i primenom konsenzus algoritama u mrežama. Nakon definisanja konsenzus algoritama, ukazano je na njihovu primenu u kontroli zagušenja na Internetu, gde izvori regulišu svoje brzine na osnovu informacija dobijenih od strane linkova u mreži. Problem zagušenja rešen je primenom decentralizovane sheme za kontrolu gde postoji automatsko podešavanje brzine kojom se šalju podaci. Shema je bazirana na primeni optimizacije, sa ciljem da se maksimizira korisnost izvora poštujući definisana ograničenja. Takođe, koristeći MATLAB dva algoritma su simulirana: gradient-projection algoritam i Newton-like algoritam, nakon čega su analizirani sa aspekta brzine konvergencije.

Abstract – This project analyzes the area of cooperative control and consensus algorithms. The overall problem involves the definition of the consensus algorithm and its application in the Internet congestion control, where sources regulate their rates based on the feedback information obtained from the network's links. The congestion problem involves a decentralized optimization-based congestion control scheme for automatically adapting transmission rates, by maximizing a set of utility function for sources, subject to link capacity constraints. In this work, two algorithms are simulated: gradient-projection algorithm and Newton-like algorithm by using MATLAB software tools. Furthermore, their performances are compared with emphasize to the convergence rate.

Cljučne reči: kooperativna kontrola, konsenzus algoritam, kontrola zagušenja, dualni model, gradient-projection algoritam, Newton-like algoritam.

1. UVOD

Kooperativna kontrola je termin povezan sa oblastima gde postoji neka vrsta ponavljanja između međusobno povezanih sistema. Primeri ovih sistema se mogu naći u prirodi (kretanje grupa riba, insekata, itd.), ali i u sistemima koje je čovek stvorio, npr. transportni sistemi. Danas, mnoge oblasti ljudskog života su pod uticajem hibridnih sistema koji se sastoje od velikog broja agenata. Zbog toga je razmena informacija između agenata i njihova manipulacija jedan od ključnih problema kojima se bavi kooperativna kontrola.

Kooperativna kontrola obuhvata širok spektar problema koji mogu biti iskorišćeni kao predmet istraživanja. Velika pažnja se posvećuje problemu realizovanja konsenzus algoritama, koji omogućavaju agentima da postepeno u nekom vremenskom intervalu postignu dogovor. U većini slučajeva dogovor je predstavljen kao srednja vrednost svih početnih stanja sistema. Takođe, konsenzus može biti predstavljen kao neka vrednost od interesa koja zavisi od stanja svih agenata. Zbog širokog spektra primene, poseban akcenat u ovom radu je dat konsenzus algoritmima i njihovom korišćenju u kontroli zagušenja na Internetu [1].

2. KONSENZUS ALGORITAM

U većini slučajeva konsenzus algoritmima se pripisuje svojstvo distributivnih algoritama, uzevši u obzir da ne postoji interakcija između svih agenata u mreži. Zbog činjenice da agenti mogu razmenjivati informacije samo sa svojim susedima, neophodno je definisati zakon koji će obezbediti konvergenciju svih agenata ka zajedničkoj vrednosti.

Ukoliko pretpostavimo da postoji komunikaciona mreža sa n agenata predstavljenih usmerenim grafom $D_n = (V_n, E_n)$, gde $V_n = \{1, \dots, n\}$ predstavlja skup čvorova, dok je $E_n \subseteq V_n \times V_n$ skup ivica grafa. Definisana topologija može biti promenljiva u vremenu, ali najčešće se smatra da imamo konsenzus algoritam kontinualan u vremenu:

$$\dot{x}_i(t) = -\sum_{j=1}^n a_{ij}(t)[x_i(t) - x_j(t)], i = 1, \dots, n \quad (1)$$

gde $a_{ij}(t)$ predstavlja (i, j) unos matrice susedstva grafa D_n u vremenu t , dok x_i je informaciono stanje i -tog agenta.

Drugi način definisanja konsenzus algoritama je u matričnom obliku kao:

$$\dot{x}(t) = -\mathcal{L}_n(t)x(t) \quad (2)$$

gde $x = [x_1, \dots, x_n]^T$ predstavlja informaciono stanje, a $\mathcal{L}_n(t) = [l_{ij}(t)] \in \mathbb{R}^{n \times n}$ je nesimetrična Laplacian matrica. Konsenzus je postignut ako za svako $x_i(0)$ i $i, j = 1, \dots, n$, važi $|x_i(t) - x_j(t)| \rightarrow 0$, as $t \rightarrow \infty$.

Ukoliko se komunikacija između agenata odvija diskretno u vremenu, konsenzus algoritam se može definisati kao:

$$x_i[k+1] = \sum_{j=1}^n d_{ij}[k]x_j[k] \quad (3)$$

gde $i = 1, \dots, n$, $d_{ij}[k]$ je (i, j) unos stohastičke matrice $D = d_{ij}[k] \in \mathbb{R}^{n \times n}$ u diskretnim vremenskim intervalima

NAPOMENA:

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

k. Konsenzus je postignut ako za svako $x_i(0)$ i $i, j = 1, \dots, n$, važi $|x_i[k] - x_j[k]| \rightarrow 0, \text{ as } k \rightarrow \infty$ [2].

3. PRIMENA KONSENZUS ALGORITMA

Različiti dinamički sistemi iz velikog broja naučnih oblasti mogu biti usko povezani sa konsenzus algoritmima. Zbog toga, kao najbitnije, mogu se izdvojiti sledeće primene:

- sinhronizacija međusobno povezanih oscilatora,
- brzi konsensus u malim-svetovima,
- sastajanje u prostoru,
- distributivna kontrola formiranja,
- kontrola zagušenja na Internetu itd.

U ovom radu akcenat je stavljen na sistem za kontrolu zagušenja, uzevši u obzir da predstavlja jedan od najvećih veštačkih sistema baziranih na feedback-u. Kontinualna ekspanzija Interneta u veličini i različitosti, dovela je do toga da današnji sistemi za kontrolu zagušenja postaju neadekvatni. Zbog toga se velika pažnja posvećuje analitičkim modelima, gde je problem formulisan kao decentralizovani algoritam koji nastoji da maksimizuje korisnu funkciju izvora poštujući postavljena ograničenja [3].

4. PRIMENA ANALITIČKIH MODELA U KONTROLI ZAGUŠENJA INTERNETA

4.1. Postojeći TCP protokoli

TCP (Transmission Control Protocol) je baziran na principu *klizećeg prozora*, gde određite šalje potvrdu za svaki paket koji je pravilno primljen. Izvor čuva podatke o svakom poslatom paketu i čeka na potvrdu pre slanja novog paketa. Takođe, postoji brojač koji nakon isticanja uzrokuje ponovno slanje paketa. Najviše korištene verzije TCP-a su: TCP Tahoe i Reno i TCP Vegas.

TCP Tahoe i Reno su bazirani na linearnom povećanju i smanjenju brzine u zavisnosti od trenutnog zagušenja. TCP Tahoe sadrži dve faze: slow-start and congestion avoidance. U slow-start fazi veličina prozora se uvećava za jedan nakon svakog prijema potvrde da je paket uspešno dostavljen. Kada veličina prozora dostigne definisanu vrednost praga (threshold), mehanizam prelazi u congestion avoidance fazu gde se veličina prozora uvećava za recipročnu vrednost veličine prozora, svaki put kad pristigne potvrda prijema paketa. U slučaju detektovanja gubitka paketa prag se umanjuje na polovinu trenutne vrednosti, dok se veličina prozora smanjuje na jedan.

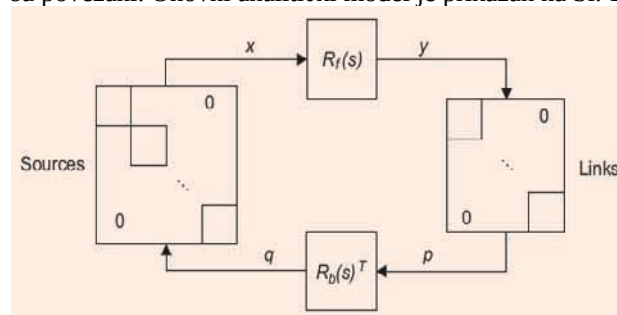
TCP Reno predstavlja usavršenu verziju TCP Tahoe. unapređenje predstavlja fr/fr (fast retransmit/fast recover) faza koja predstavlja vreme od detektovanja gubitka do prijema potvrde da je paket uspešno dostavljen. Tokom ove faze veličina prozora ostaje nepromenjena. Takođe, umesto vraćanja veličine prozora na vrednost jedan prilikom detektovanja gubitka, veličina prozora je smanjena na polovinu od trenutne vrednosti i direktno se ulazi u congestion avoidance fazu. [4]

TCP Vegas ima tri dodatne tehnike koje ga razlikuju u odnosu na TCP Reno. Pored novih mehanizma za

retransmisiju koji omogućava preciznije detektovanje gubitka, takođe ima i novi mehanizam za izbegavanje zagušenja koji je baziran na procenivanju broja paketa od strane izvora. Na osnovu te procene veličina prozora se linearno adaptira. Pored ovih unapređenja, uspostavljena je i veza između kašnjenja tokom čekanja u redu i brzine slanja. Veće kašnjenje znači da postoji zagušenje u mreži, pa je samim tim neophodno smanjiti brzinu slanja paketa. [4]

4.2. Osnovni analitički model

Osnovna ideja na kojoj su razvijeni analitički modeli za kontrolu zagušenja Interneta je vezana za dodeljivanje varijable *cena* svakom linku i pružanja mogućnosti izvorima da imaju pristup ukupnoj ceni linkova sa kojima su povezani. Onovni analitički model je prikazan na Sl. 1.



Slika 1. Struktura osnovnog modela za kontrolu zagušenja

Model predstavljen na Sl. 1. je definisan kao deterministički, imajući u vidu da su izvori uglavnom pod uticajem feedback-a, dok stohastika klasične teorije redova može biti zanemarena. Model sa Sl. 1. predstavlja mrežu sa L linkova i S izvora u kojoj se zanemaruje kašnjenje. Svaki link je definisan sa sledećim varijablama:

- kapacitet linka c_l (u paketima po sekundi),
- ukupna brzina y_l svih tokova kroz link l ,
- cena p_l i
- zalihe b_l .

Na drugoj strani, izvori su okarakterisani sa:

- brzina izvora x_s i
- ukupna ceni q_s svih linkova korištenih od strane izvora s . [3]

Ukupna brzina $y_l(t)$ svakog linka l predstavlja skup brzina kojima se šalju paketi, a u koje je takođe uključeno i kašnjenje prilikom slanja od izvora do linkova:

$$y_l(t) = \sum_i R_{li} x_i(t - \tau_{li}^f) \quad (4)$$

Takođe, na sličan način se može definisati i ukupna cena svih linkova $q_i(t)$ na toj putanji:

$$q_i(t) = \sum_l R_{li} p_l(t - \tau_{li}^b) \quad (5)$$

U izrazima (4) i (5) R_{li} predstavlja matricu rutiranja. Sa Sl. 1. moguće je lako izvesti i vektorsku formu za opisivanje modela:

$$y(s) = R_f(s) \cdot x(s) \quad (6)$$

$$p(s) = R_b(s)^T \cdot q(s) \quad (7)$$

gde $R_f(s)$ i $R_b(s)$ predstavljaju kašnjenja od izvora do linkova i kašnjenje od linkova do izvora, respektivno. Takođe y , x , p and q predstavljaju vektore koji karakterišu brzinu linkova, brzinu izvora, cenu linkova i cenu izvora, respektivno [4].

4.3. Model baziran na optimizaciji

Osnovna ideja na kojoj su bazirani modeli sa primenom optimizacije je da se brzine izvora definišu kao primalne varijable, a kontrola zagušenja kao dualna varijabla. Definisane varijable se prilagođavaju sa ciljem maksimiziranja funkcije izvora i poštovanjem ograničenja. Da bi se pokazala svojstva ove grupe algoritama, dve vrste algoritama su simulirane u narednim sekcijama.

4.3.1. Gradient-projection algoritam

Gradient-projection algoritam se sastoji od dva dela: algoritma na strani izvora i algoritma na strani linka. Svaki link koristi sledeću proceduru:

- primi brzine $x_s(t)$ od izvora koji koriste link l ,
- izračuna novu cenu kao:

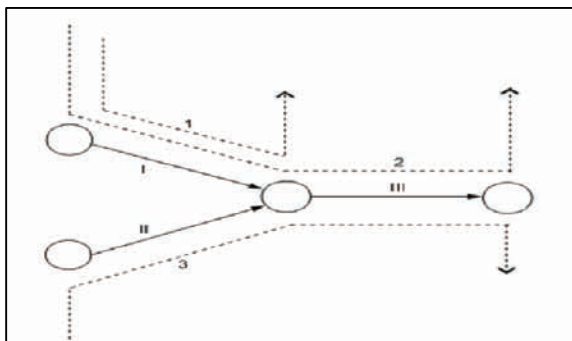
$$p_l(t+1) = [p_l(t) + \gamma(x^l(t) - c_l)]^+ \quad (8)$$

- pošalje novu cenu svim izvorima koji koriste link l .

U algoritmu koji koriste izvori imamo sledeće korake:

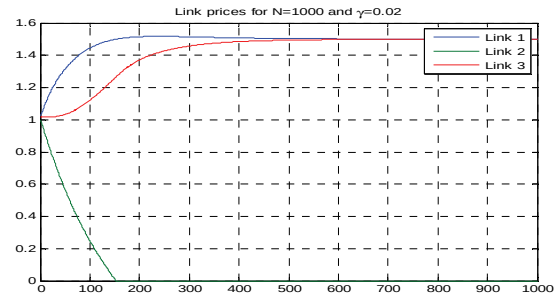
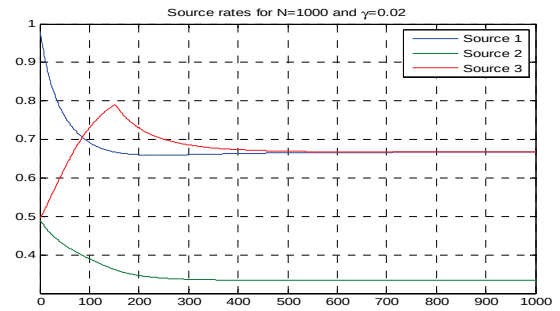
- izvor primi sumu cena linka na njegovoj putanji $p^s(t) = \sum_{l \in L(s)} p_l(t)$ od strane mreže,
- zatim bira brzinu slanja za naredni period $x_s(t+1) = x_s(p^s(t))$ i
- šalje novu brzinu linkovima na svojoj putanji. [5]

Opisani algoritam je simuliran na veoma jednostavnoj topologiji sa tri izvora i tri linka (Sl.2.) koristeći MATLAB.



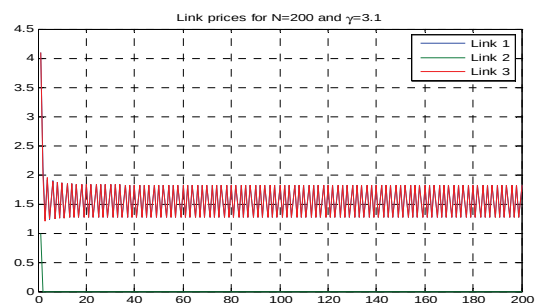
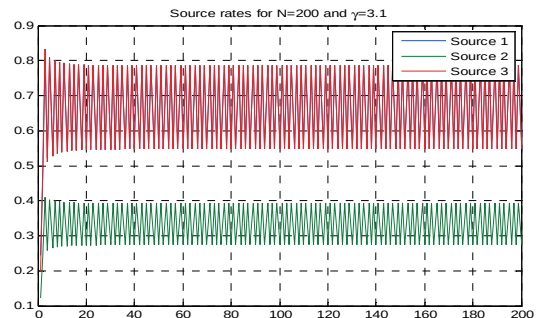
Slika 2. Mreža sa tri izvora i tri linka

Nakon simulacija, dobijeni su rezultati prikazani na Sl.3.



Slika 3. Brzine izvora i linkova sa korakom u regionu konvergencije (gradient-projection algoritam)

Sa Sl. 3. može se videti da dok god je veličina koraka (step size) dovoljno mala i u regionu konvergencije, algoritam će konvergirati ka jedinstvenom rešenju. Kada je veličina koraka izvan regiona konvergencije, sistem počinje da osciluje i postaje nestabilan (Sl. 4.)



Slika 4. Brzine izvora i linkova sa korakom van regiona konvergencije (gradient-projection algoritam)

4.3.2. Newton-like algoritam

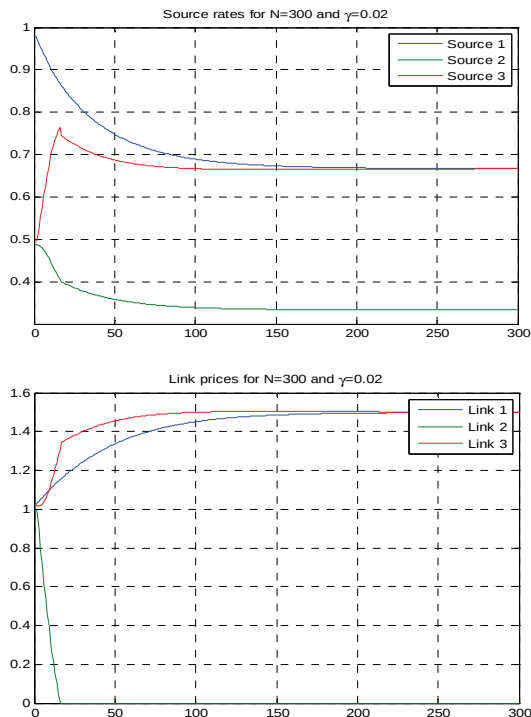
Newton-like algoritam se definiše na sličan način kao i gradient-projection algoritam. Jedina izmena se odnosi na zakon na osnovu koga se formira nova cena linkova:

$$p_l(t+1) = [p_l(t) + \gamma H_l^{-1}(t)(x^l(t) - c_l)]^+ \quad (9)$$

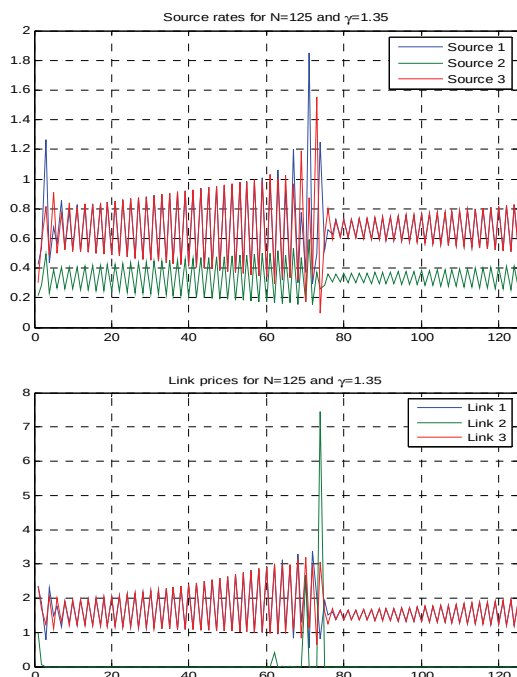
gde $H(t)$ je Hesian matrica koja je striktno pozitivna [5]:

$$H_{ll}(t) = \begin{cases} \max\left\{\varepsilon, -\frac{x^l(t)-x^l(t-1)}{p^l(t)-p^l(t-1)}\right\} & \text{if } k = l \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (10)$$

Koristeći topologiju sa Sl. 2. Newton-like algoritam je simuliran i rezultati su prikazani na Sl. 5 i Sl. 6.



Slika 5. Brzine izvora i linkova sa korakom u regionu konvergencije (Newton-like algoritam)



Slika 6. Brzine izvora i linkova sa korakom van regiona konvergencije (Newton-like algoritam)

Kao što se može videti sa Sl. 5 i 6, dobijeni rezultati su slični kao u slučaju gradient-projection algoritma. Ukoliko ih uporedimo sa Sl. 3, možemo primetiti da Newton-like algoritam ima mnogo veću brzinu konvergencije, tj. manje vremena je potrebno da konvergira do jedinstvenog rešenja.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenih simulacija, ukazano je na glavne prednosti analitičkih modela u kontroli zagušenja na internetu. Takođe, napravljeno je i poređenje performansi gradient-projection i Newton-like algoritama, gde je i pokazano da Newton-like algoritam brže konvergira ka jedinstvenom rešenju.

6. LITERATURA

- [1] M. E. Khatir and E. J. Davison, "Cooperative control of large systems", in *A Post-Workshop Volume: 2003 Block Island Workshop on Cooperative Control*, V. Kumar, N. Leonard and A. S. Morse, 2003, pp. 121-139
- [2] W. Ren, R. W. Beard, "Distributed consensus in multi-vehicle cooperative control, Theory and application", *Communication and Control Engineering Series*, Springer 2008, pp. 6-9.
- [3] T. Yang, "Network feedback control", Master thesis, City University, London, United Kingdom, 2004.
- [4] S. H. Low, F. Paganini, J. C. Doyle, "Internet Congestion Control", *IEEE Control Systems Magazine*, 22(1):28-43, February 2002.
- [5] S. H. Low and D. E. Lapsley, "Optimization flow control – I: basic algorithm and convergence", *IEEE/ACM Transaction on Networking*, pp. 861-875, 1999.

Kratka biografija:



Ivana Tomić rođena je u Sarajevu 1989. godine. Gimnaziju je završila u Sokocu. Fakultet tehničkih nauka je upisala 2007. godine gde je odbranila master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva 2012. god.



Željko Trpovski rođen je u Rijeci, 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. godine. Od 2004. godine ima zvanje vanrednog profesora na Fakultetu tehničkih nauka. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

**PLANIRANJE IZGRADNJE STAMBENO POSLOVNOG OBJEKTA NA OSNOVU
TEHNOLOŠKE ANALIZE OSLANJANJA MEĐUSPRATNE KONSTRUKCIJE****PLANNING THE CONSTRUCTION OF A RESIDENTIAL AND COMMERCIAL FACILITY
BASED ON THE TECHNOLOGICAL ANALYSIS OF RESTING FLOOR STRUCTURE**

Aleksandar Vićentić, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada je višekriterijumska analiza oslanjanja međuspratne konstrukcije. Obe varijante oslanjanja ploče (kapitel ili kosa gvožđa) vrednovane su sa tehnološkog aspekta, analizom troškova i vremena potrebnog za izvođenje.

Abstract – Subject of this paper is multi-criteria analysis of resting floor structure. Both variants of resting plate (capitals or hair fittings) are evaluated on technological aspect based on analysis costs and time needed for the work.

Ključne reči: ploča, oslanjanje, tehnološka analiza, troškovi, vreme izrade

1. UVOD

Ploče oslonjene direktno na stubove predstavljaju jedno od najčešće primenjenih sistema u građevinarstvu. Pojavom računara i savremenih računarskih softvera za analizu konstrukcija, problem analize statičkih uticaja i proračuna se brže rešava, pa je ovaj tip oslanjanja ploče i način gradnje dobio na punoj primeni.

Prednost ploče koje se direktno oslanjaju na stubove, projektanta koji se bavi njihovim proračunom konstantno stavljaju u dilemu da li kao konstrukcijsko rešenje primeniti kapitel ili rešenje bez kapitela sa kosim gvožđima. I jedno i drugo rešenje oslanjanja ploče na stub, direktno su vezani za proboj stuba kroz ploču. Kako su naponi zavisni od opterećenja, raspona, upotrebljene armature, marke betona itd. i rešenje problema je dobijeno na bazi tih ulaznih podataka. Linearna promena napona pruža mogućnost da se na bazi detaljne analize jednog konkretnog primera u oba varijantna rešenja, u desetinama raspona dozvoljenih napona, sračunaju troškovi i vreme izvođenja i na bazi njih dobiju adekvatni dijagrami analize, na osnovu kojih se vrednuju rešenja i bira povoljnije (optimalno).

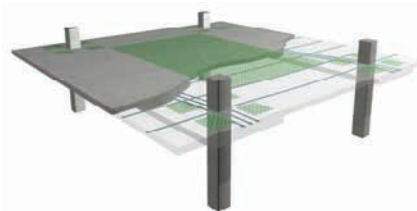
**2. KONSTRUKCIJSKI TRETMAN OSLANJANJA
PLOČA**

Ideja višekriterijumske analize oslanjanja ploča zasnovana je na linearnosti promene glavnih napona zatezanja.

Iz teorije betonskih konstrukcija smičući napon definisan je relacijom u kojoj figuriše maksimalna transverzalna

sila dobijena prema pripadajućoj površini i smičuća površina dobijena kao površina omotača cilindra na udaljenosti od $hs/2$ od spoljne ivice stuba. [1] [2]

$$\tau = \frac{Q_{max}}{Ohs}$$



gde su:

τ - smičući napon u kritičnom preseku

$Q_{max} = q l_x \cdot l_y = (g + p) l_x \cdot l_y$ - maksimalna transverzalna sila

$O = (d_s + h_s) \pi$ - obim kritičnog preseka

h_s - srednja statička visina ploče za dva upravna pravca armature.

2.1 Postupak proračuna

U konkretnom slučaju izabran je stambeno poslovni objekat izgrađen u skeletnom sistemu, sa punim armirano-betonskim pločama oslonjenim direktno na stubove.

Za proračunski model usvojena je ploča, debljine $d_p = 15\text{cm}$, oslonjena na stub pravougaonog poprečnog preseka, $b/d = 20/25\text{cm}$, sa $L_x = 5,0\text{m}$ i $L_y = 5,0\text{m}$. Korisno opterećenje je promenljivog intenziteta kako bi se menjali stvarni smičući naponi i tako šetali po desetinama raspona između granica u kojima su moguće obe navedene varijante oslanjanja. Armatura koja je korišćena u proračunu je RA 400/500. Marka betona MB30.

Postupak proračuna je sledeći:

- Određuje se oblast napona (granice) u kojoj je moguće primeniti oba varijantna rešenja.
- Oblast napona je podeljena na desetine raspona, kako bi dobijeni rezultati bili što precizniji.
- Iz dobijenih vrednosti napona je za svaku desetinu raspona dobijeno opterećenje koje izaziva tu vrednost napona, a samim tim i maksimalna smičuća sila Q_{max} .
- Preko dobijenih vrednosti maksimalnih transverzalnih sila Q_{imax} ;
 - dobijene su veličine kapitela (preko hiperbole probijanja) - I varijantno rešenje
 - dobijene su šipke kosih gvožđa (preko adekvatnih relacija) - II varijantno rešenje

NAPOMENA:

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

3. TEHNOLOŠKI TRETMAN OSLANJANJA PLOČA

Izbor optimalnog rešenja sa tehnološkog aspekta podrazumeva definisanje adekvatnih kriterijuma i vrednovanje varijantnih rešenja po tim kriterijumima. U ovom radu su razmatrane dve varijante oslanjanja ploče na stub:

- I varijanta – sa kapitelom
- II varijanta – bez kapitela (sa kosim gvoždima)

Obe varijante vrednovane su prema sledećim kriterijumima:

- troškovima (KRITERIJUM 1) i
- potrebnom vremenu za izvođenje (KRITERIJUM 2).

Postupak izrade modela vrednovanja varijantnih rešenja sa tehnološkog aspekta je:

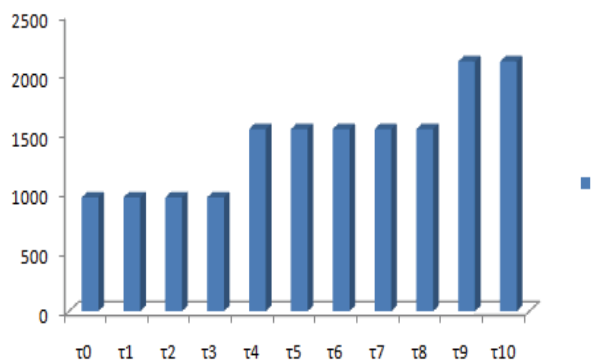
- Za oba varijantna rešenja (kapiteli i kosih gvožđa u desetinama raspona) izvršeno je grupisanje određenih veličina u okviru istog varijantnog rešenja.
- Urađen je predmer i predračun radova za grupisana rešenja u okviru I i II varijante.
- Na osnovu tih analiza i proračuna predloženi su uporedni grafički prikazi zavisnosti napona i troškova, koji predstavljaju konačni izlaz po pitanju prvog kriterijuma.
- Da bi se dobila izlazna rešenja po osnovu drugog kriterijuma (vreme izrade) iskorišćeni su rezultati iz analize po osnovu prvog kriterijuma;
 - količine materijala,
 - vrednosti iz normativa o trajanju aktivnosti po jedinici mere materijala.
- Na osnovu prethodno navedenih ulaznih podataka sračunato je ukupno vreme trajanja aktivnosti u okviru predhodno grupisanih oblasti napona i varijantnih rešenja.
- Izlazno rešenje po osnovu drugog kriterijuma je takođe uporedni grafički prikaz (zavisnost napona i vremena izrade).

3.1 Izlazni rezultati tehnološke analize KRITERIJUM 1 - troškovi

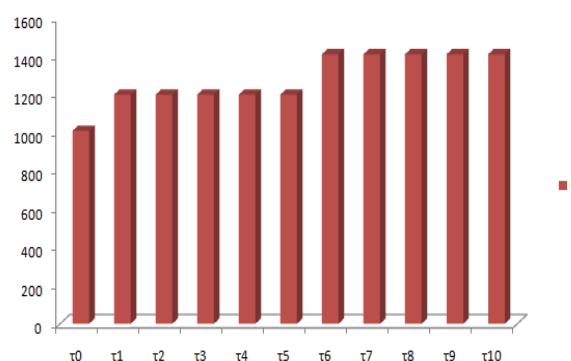
Analiza troškova rađena je na osnovu količina osnovnog materijala (beton, oplata, armatura), rada i jediničnih cena. Za stanje napona τ_0 - τ_{10} izvršena je analiza troškova prema utvrđenom algoritmu i kao konačan izlaz dobijen je dijagram troškova za prvo i drugo varijantno rešenje.

Na slici 1 prikazan je dijagram zavisnosti napona i troškova, za prvo varijantno rešenje oslanjanja ploče, sa kapitelima.

Na slici 2 prikazan je dijagram zavisnosti napona i troškova, za drugo varijantno rešenje oslanjanja ploče, sa kosim gvoždima..

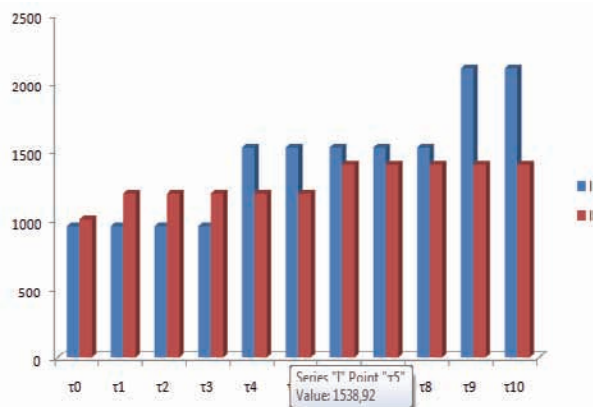


Slika.1 Dijagram zavisnosti napona i troškova –
VARIJANTA sa kapitelima



Slika 2, Dijagram zavisnosti napona i troškova –
VARIJANTA sa kosim gvoždima

Uporedna analiza troškova za oba varijantna rešenja data je na slici 3.

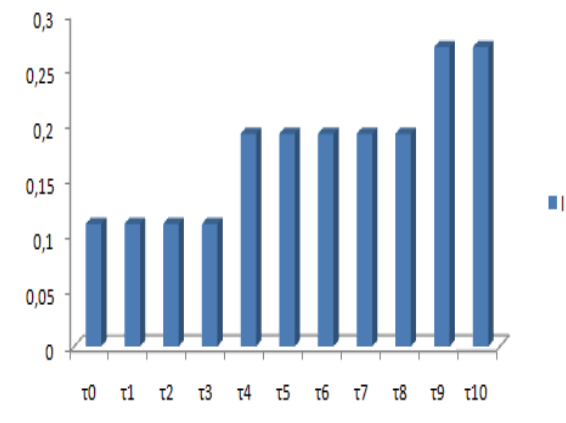


Slika 3. Uporedni dijagram zavisnosti napona i troškova
za oba varijantna rešenja

3.2 Izlazni rezultati tehnološke analize KRITERIJUM 2 – vreme izrade

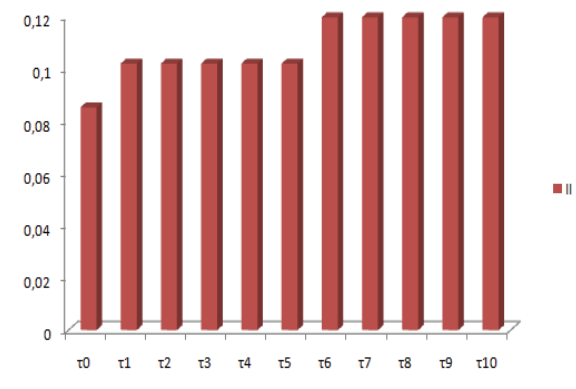
Na osnovu prosečnih normativa u građevinarstvu [4] i pozicija radova izračunato je ukupno vreme izrade za stanje napona od τ_0 - τ_{10} za oba varijantna rešenja.

Na slici 4 prikazan je dijagram zavisnosti napona i vremena izrade, za prvo varijantno rešenje oslanjanja ploče, sa kapitelima



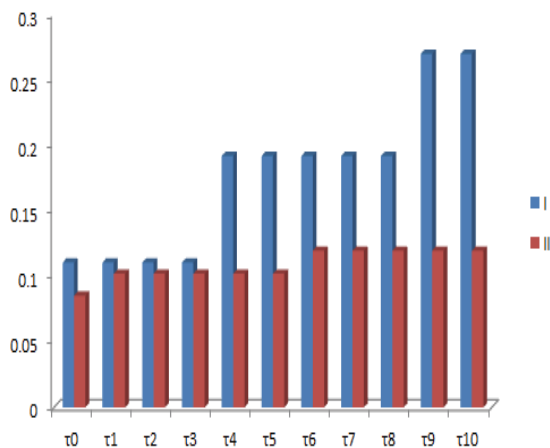
Slika 4. Ddijagram zavisnosti napona i vremena izrade - VARIJANTA sa kapitelima

Na slici 5 prikazan je dijagram zavisnosti napona i vremena izrade, za drugo varijantno rešenje oslanjanja ploče, sa kosim gvoždima.



Slika 5. Ddijagram zavisnosti napona i vremena izrade - VARIJANTA sa kosim gvoždima

Na osnovu prethodno dobijenih pojedinačnih rezultata vremena izrade za varijantno rešenje sa kapitelima i varijantu oslanjanja sa kosim gvoždima, u desetinama raspona napona od τ_0 - τ_{10} , urađena je i uporedna analiza napona i vremena izrade za oba varijantna rešenja. Uporedna analiza prikazana je dijagramom na slici 6.



Slika 6 Uporedni dijagram zavisnosti napona i vremena izrade za oba varijantna rešenja

4. PRIMENA PREDLOŽENOG MODELA VREDNOVANJA NA PRIMERU STAMBENO - POSLOVNOG OBJEKTA

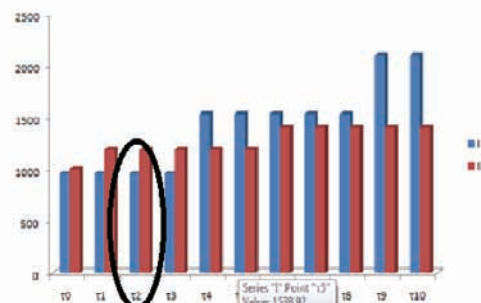
Na konkretnom primeru višeporodičnog stambeno-poslovnog objekta sa lokacijom u Ugljeniku, prikazan je postupak primene predloženog modela vrednovanja i izbor konačnog rešenja.

U konstrukcijskom smislu zgrada je skeletnog tipa, od 17 fasadnih i 6 unutrašnjih AB stubova u kombinaciji sa AB platnima koja obezbeđuju potrebnu bočnu stabilnost i regulišu horizontalna pomeranja pri seizmičkom delovanju. AB platna takođe obezbeđuju simetriju krutosti i torzionu stabilnost. Svi ostali zidani zidovi ne sudeluju u prijemu opterećenja i tretirani kao stalno opterećenje uneseni su u proračun.

Armiranobetonsku konstrukciju čine sledeći osnovni konstrukcijski elementi: temeljna ploča debljine 50cm sa ojačanjima (vutama) $d=50\text{cm}$, obimni podrumski AB zidovi debljine 25cm, zidna platna i liftovsko jezgro debljine 25cm, stubovi preseka 60/60cm i 60/40cm, međuspratna armiranobetonska ploča debljine 22cm direktno oslonjena na stubove i armirano betonsko stepenište sa pločom debljine 16cm i podestnim gredama dimenzija 15/40cm. Svi betonski elementi su MB 30, osim 4 središnja stuba POS S1, koji se, zbog ograničenja aksijalnog naprezanja, u podrumu i prizemlju moraju izvesti od betona marke MB 40. Statički proračun objekta urađen je u programskom paketu TOWER 6 po važećim propisima i u skladu sa seizmičkim uslovima lokacije u kojoj je građen objekat. U okviru statičkog proračuna pored uticaja u linijskim i površinskim elementima urađena je i kontrola napona na probijanje, proračun proveru prslina. Na osnovu statičkog proračuna i dobijenih rezultata vidi se da u slučaju stuba pos S stanje napona odgovara naponu τ_2 .

4.1 Izbor konačnog rešenja

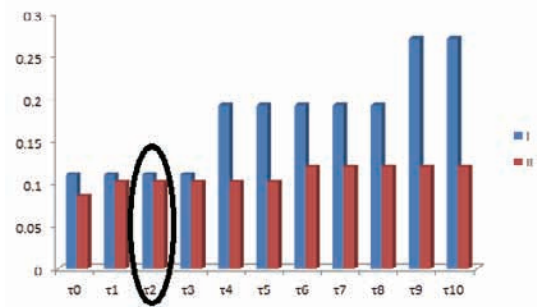
Na osnovu predloženog modela vrednovanja oslanjanja ploče sa tehnološkog aspekta, sa dijagrama uporedne analize I i II varijantnog rešenja (kapiteli ili kosa gvožđa) na osnovu kriterijuma 1 (troškova), vidi se da je za dato stanje napona u posmatranom stubu (stanju napona τ_2), povoljnije rešenje oslanjanja ploče sa kapitelima (slika 7)



Slika 7. Uporedne vrednosti troškova za oba varijantna rešenja za stanje napona τ_2

Na osnovu kriterijuma 2 (vreme izvođenja), sa dijagrama uporedne analize I i II varijantnog rešenja, vidi se da je za dato stanje napona u posmatranom stubu (odgovara stanju

napona τ_2) povoljnije rešenje oslanjanja ploče bez kapitela (kosa gvožđa). Slika 8



Slika 8 Usporedne vrednosti vremena izrade za oba varijantna rešenja za stanje napona τ_2

Model vrednovanja prikazan uporednim dijagramima pokazuje da u konkretnom primeru višeporodičnog stambeno-poslovnog objekta rešenje nije jednoznačno određeno, jer je po osnovu 1. kriterijuma (troškova) povoljnija varijanta oslanjanja ploče – sa kapitelima, a po osnovu 2. kriterijuma (vremena izrade) varijanta sa kosim gvoždima. Za usvajanje konačnog rešenja u ovom slučaju obavljene su konsultacije sa investitorom oko izbora rešenja. Pri izboru konačnog rešenja investitor je dao prioritet vremenu izvođenja, a pošto je u pitanju stambeni objekt drugo varijantno rešenje (kosa gvožđa) je i estetski prihvatljivije.

5. DINAMIČKI PLANOVİ GRAĐENJA

Za izabrano konačno rešenje oslanjanja ploče – sa kosim gvoždima, planirana je izgradnja kompletnog objekta. Planiranje izgradnje je važan proces u realizaciji objekta. Da bi se obuhvatili svi bitni faktori koji utiču na tok izgradnje, primenjuju se adekvatne metode planiranja. Dinamički planovi izgradnje u ovom radu prikazani su mrežnim planom (modelom procesa građenja) i gantogramom [3].

Obrada mrežnog plana sa svim potrebnim ulaznim podacima urađena je pomoću računarskog programa MS Project for Windows. Pri planiranju usvojen je radni kalendar sa osmočasovnim radnim vremenom i trajanjem radne nedelje od šest dana. Izgradnja objekta obuhvatila je period od 02.04.2012. do 17.12.2012. godine.

6. ZAKLJUČAK

U radu je razmatran problem višekriterijumske analize varijantnih rešenja ploča oslonjenih direktno na stubove (kapiteli, kosa gvožđa). Obe varijante oslanjanja vrednovane su sa tehnološkog aspekta, na osnovu analize troškova (kriterijum 1) i analize vremena potrebnog za izradu varijantnih rešenja (kriterijum 2). Na osnovu predloženog modela vrednovanja moguće je zaključiti koje je rešenje pogodnije, po kom kriterijumu, u zavisnosti od toga u kojoj se zoni napona nalazi.

Ukoliko dobijeni rezultati nisu konzistentni po oba kriterijuma, konačna odluka o izboru rešenja donosi se na osnovu vrednovanja kriterijuma. U tom slučaju rešenje donose investitor i projektant, gde projektant predložava varijantna rešenja, a investitor na osnovu svojih prioriteta donosi konačnu odluku.

U konkretnom primeru stambeno-poslovnog objekta, za izabranu etažu i stub usvojeno je drugo varijantno rešenje. U odnosu na rešenje sa kapitelom usvojeno konačno rešenje, sa kosim gvoždima, je povoljnije sa stanovista vremena potrebnog za izvođenje, a vreme (rok) je često ključni faktor u izgradnji građevinskih konstrukcija. Drugo varijantno rešenje u ovom slučaju je i sa stanovista estetike povoljnije rešenje i generalno u inženjerskoj praksi predstavlja češći slučaj rešavanja problema oslanjanja ploče.

Za usvojeno konačno rešenje oslanjanja ploče, sa kosim gvoždima, planiranja je izgradnja objekta Izlazni rezultati planiranja prikazani su mrežnim planom i u obliku gantograma. Usvojen je radni kalendar sa osmočasovnim radnim vremenom i radnom nedeljom u trajanju od šest dana. Za realizaciju stambeno poslovnog objekta u Ugljeniku planiran je period od 02.04.2012. do 17.12.2012.godine.

7. LITERATURA

- [1] Ž.Radosavljević, D.Bajić, "Armironi beton" - knjiga 3, Građevinska knjiga, Beograd, 2004.
- [2] Beton i armironi beton BAB 87, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [3] M.Trivunić, Z. Matijević, "Tehnologija i organizacija građenja" - praktikum (drugo izdanje), Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2006.
- [4] "Normativi i standardi rada u građevinarstvu – visokogradnja, građevinski radovi-1", Građevinska knjiga, Beograd, 2001.

Kratka biografija:



Aleksandar Vičentić rođen je u Loznici 1983. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo-Organizacija i tehnologija građenja odbranio je 2012.



Jasmina Dražić rođena je u Novom Miloševu 1958.god. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2005.god., a od 2010.god. je u zvanju vanrednog profesora. Oblast Zgradarstvo – građevinske i arhitektonske konstrukcije.

ЕФИКАСНОСТ ПРОМЕНЕ ПОНАШАЊА ВОЗАЧА У САОБРАЋАЈУ
EFFICIENCY OF CHANGE BEHAVIOR OF TRAFFIC PARTICIPANTS

Ивана Рајковић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Понашање учесника у саобраћају има највећи потенцијал за унапређење безбедности на путевима. На глобалном нивоу се чине значајни напори на разоју и примени мера које за циљ имају промену понашања појединих учесника у саобраћају. У раду ће бити представљени поједини резултати ефикасности примене одабраних мера.

Abstract – Behavior of road users has the greatest potential for improving road safety. At the global level to make a considerable effort to development needs and the implementation of measures aimed at changing the behavior of individual participants. This paper will present some results of the effectiveness of selected measures.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, промена понашања, ефикасност.

1. УВОД

Човек је важан фактор свих друштвених појава и оне се не могу објаснити ако се не узму у обзир сва његова својства. Личност је детерминисана разним утицајима који условљавају њено понашање. Изучавање понашања у саобраћају подразумева утврђивање феноменолошких карактеристика структуре личности, психолошке организације, капацитета способности, особина личности, као и спољних околности које могу да утичу на човеково понашање у саобраћају.

Психофизичко стање и способности човека нису само битне ради избегавања субјективне грешке, него и ради евентуалног ублажавања штетног дејства објективних фактора. На понашање човека утичу лични (унутрашњи) и спољашњи фактори. Понашање у саобраћају зависи од конкретне ситуације и процене те ситуације. Процена ситуације и реаговање на ту ситуацију зависе од структуре личности и у одређеној мери од претходног искуства.

Да би се могле предузети адекватне мере и предвидети (прогноzirати) будућа понашања, потребно је открити стварне узроке и механизме понашања човека у саобраћају.

Предмет рада је понашање учесника у саобраћају, док је циљ рада утврдити ефикасност појединих интервенција на промени понашања учесника у саобраћају.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр. проф.

2. ПРАЋЕЊЕ ПОНАШАЊА ВОЗАЧА

Шведска је једна од неколико земаља у Европи, која је препознала важност системског праћења понашања возача. Такво праћење понашања у саобраћају такође је спроведено у Финској, Француској, Холандији, Великој Британији и САД, и међу осталим земљама. Поновљена мерења на редовној основи омогућавају процену понашања трендова у саобраћају у зависности од испитаног подручја и утицаја примењених. Подаци се обично прикупљају и анализирају под надзором националних истраживачких института или владиних статистичких тела.

2.1 Саобраћајно образовање

На безбедност саобраћаја утичу обим и структура знања учесника у саобраћају. Раније се овај утицај прецењивао. Изгледа да је за безбедно учешће у саобраћају потребан одређени минимум знања, а посебно минимум познавања саобраћајних прописа. Истраживање показује да ставови, понашање, вештине и искуство имају већи утицај на безбедност саобраћаја него ниво знања. Недостатак минимума знања повећава ризик учешћа у саобраћајним незгодама код свих категорија учесника (возача, бициклиста, пешака итд.).

Смањењу ризика учешћа у саобраћајним незгодама више доприносе курсеви за спречавање незгода (за возаче који су учествовали у саобраћајним незгодама), а посебно курсеви за смањење рецидивизма (за возаче рецидивисте), него повећање основне обуке. Код пешака и других учесника у саобраћају највећи утицај имају честа и кратка учења, праћена практичним вежбама у саобраћају.

Посебан значај има образовање и обука возача. Због великог међународног значаја и међуутицаја, обука возача се све више унифицира у Европи и у свету. Постоје два основна проблема у вези обуке возача: прво, људи се обучавају да положе возачки испит, а не да возе безбедно и друго, преовлађује став да учење возње престаје након полагања возачког испита.

Vernick и сарадници (Vernick et al., 1999) су од девет едукативних студија пре добијања возачке дозволе показали доказе из четири насумично контролисане студије да постоји већа вероватноћа да ће лица која похађају обуку:

1. добити дозволу брже од оних који не похађају обуку, а нивоом прихватања у зависности од врсте понуђене обуке и
2. бити кривично гоњени због прекршаја и учествовања у незгодама.

Слично томе, подаци из пет студија са еколошким дизајном су показали да ће лица која похађају обуку вероватно брже добити возачку дозволу, али та лица нису била повезана са мањим бројем незгода са фаталним исходом. Такође је показано и да је дошло до смањења броја незгода од 27% за младе људе у школама који су прекинули са едукативним програмима за возаче, док у школама које су задржале програме није било промена. Није било убедљивих доказа да едукација возача у школама смањује учешће младих возача у незгодама.

Други приказ (Roberts et al., 2001) је показао сличне двосмислене резултате. Једно испитивање није открило ниједну разлику у броју незгода оних који су похађали обуку и оних који нису, међутим, друго испитивање је открило мало већи број незгода код лица која су похађала обуку, као и брже добијање возачке дозволе. Једно испитивање је показало да су ученици који су похађали обуку добили возачку дозволу много брже од оних који нису похађали обуку (111 дана у односу на 300 дана за мушкарце, 105 дана у односу на 415 дана за жене). Међутим, иста та студија је показала да је 16% лица која су похађала обуку учествовала у незгодама, у односу на 14,5% лица која нису похађала обуку. Ни у једном приказу није било доказа да је едукација возача смањила број незгода код младих возача. Штавише, чини се да се ова интервенција показала контрапродуктивном пошто је проузроковала брже добијање возачке дозволе, што заправо може да повећа број незгода у којима учествују нови возачи.

Приказ (Hartling et al., 2004) GDL система за младе возаче је показао укупно смањење броја незгода за разне врсте незгода међу шеснаестогодишњацима. Након годину дана од увођења GDL, студије су показале следеће:

- укупан пад у броју незгода међу возачима шеснаестогодишњацима (који варира од 8% до 73%) на шест локација,
- пад у броју незгода међу возачима тинејџерима (који варира од 7% до 19%) на три локације,
- промене у броју незгода са повређенима међу шеснаестогодишњацима између +3% и пада од 43%, са само једном студијом (од девет студија), која је пријавила пораст на осам локација,
- пад у броју незгода међу тинејџерима (који варира од 11% до 23%) на шест локација.

Две студије су обухватале незгоде у којима су учествовали шеснаестогодишњаци у којима је неко био хоспитализован. Обе студије су биле спроведене на Новом Зеланду, са смањењем од -35% и -27%. Четири студије са две локације, које су обрађивале незгоде у којима су учествовали шеснаестогодишњаци, у којима је неко био хоспитализован, су показале пад између 19% и 28% (прилагођено). Докази су показали да је GDL био делотворан у смањењу броја саобраћајних незгода код млађих возача, мада су аутори приказа препоручили да се изврши детаљније истраживање.

Приказ који је процењивао делотворност едукације за возаче после добијања возачке дозволе у погледу смањења броја незгода није пронашао ниједан доказ да је едукација након добијања возачке дозволе

корисна у спречавању саобраћајних незгода. Укупни резултати су одговарали малом смањењу броја саобраћајних прекршаја, али је то могло да буде проузроковано одступањем у одабиру. Резултати су били усаглашени код различитих едукативних метода (дописни курс, групна едукација, едукација прилагођена појединцу). Аутор приказа је закључио да: "због великог броја учесника обухваћених у мета-анализи са објективном прецизношћу, можемо да искључимо могућност чак и умерених предности" за спречавање незгода.

2.2 Употреба сигурносног појаса/седишта за децу

Сигурносни појас има огроман потенцијал заштите путника у возилу. Европски савет за безбедност саобраћаја процењује да око 50% возача и путника на предњем седишту погине због некоришћења појасева (ICF Consulting 2003). То је разлог због чега је Европска Унија донела норму за обавезно коришћење сигурносних појасева на свим седиштима, на којима је уграђен.

У неколико земаља је коришћење система заштите код учесника у саобраћају било систематично припремљено и посматрано.

Подаци о коришћењу сигурносних појасева на предњим и задњим седиштима у Финској су прикупљени за путничка возила. Обухваћени су градови широм државе, на аутопутевима, путевима у насељу и осталим путевима који немају велики ниво саобраћаја. Укупан узорак обухватао је 30.000 возача и око 10.000 путника на задњим седиштима. Укупне статистике за државу су прорачунате на основу података и за становнике провинције. Ове студије су биле спроведене 1996. године. Коришћење појаса на предњим седиштима у неколико градова је било искључено. Студија је такође обухватила старосне групе возача и путника који су старости изнад 6 година. Године 1994., величина узорка је обухватала око 4.000 популације. Појединачни резултати система заштите код деце, у неколико предела, су прорачунати користећи неколико главних метода за време спровођења акција појачане контроле на возаче под утицајем алкохола на државном нивоу. Када полиција заустави возило, истраживач би погледао да ли деца користе сигурносни појас и узео би податке о њиховој старости (за децу која иду у школу) и о коришћењу сигурносних појасева (за децу млађу од 6 година).

Интервенције у вези са промовисањем употребе сигурносног појаса, одговарајућих седишта за децу или превоза деце на задњем седишту су обрађене у четири приказа.

Постоји један приказ од осам студија, које су обрадиле интервенције на нивоу заједнице за промовисање исправне употребе сигурносних седишта за децу млађу од 6 година. Интервенције су спроведене у САД и Шведској и описане су као програми на нивоу заједнице који су обухватили законодавство, циљану едукацију и масовне медије. Делотворност је измерена у погледу броја повреда деце које захтевају интервенцију хитне помоћи, болнички третман или се завршавају смрћу; релативног ризика од озбиљне повреде и морталитета које су изазвала моторна возила; и опажане употребе

“booster” седишта. Интервенције су биле усмерене ка деци млађој од 16 година и родитељима. Приказ даје мало информација о било ком теоријском приступу који поткрепљује интервенције или о њиховим конкретним методама и активностима.

Незаконодавни програми на нивоу заједнице и клинички програми за побољшавање исправне употребе седишта за децу су одрађени у другом приказу. Обухваћено је осамнаест студија које су укључивале кампање на нивоу заједнице (две студије), едукативне програме центра за дневну негу (5 студија) и програме позајмљивања ауто седишта за бебе током периода непосредно пре или после порођаја (11 студија). Делотворност је измерена у погледу опажене, побољшане употребе седишта за децу. Интервенције су биле усмерене ка деци млађој од 5 година и њиховим родитељима и спроведене су у САД, Канади и на Новом Зеланду. Поново је обезбеђено мало информација о теоретским приступима који поткрепљују интервенције, иако је обезбеђено више информација него у претходном приказу и методама интервенција, које су вариране између три групе интервенција. Три приказа која су се односила на едукативне програме центра за дневну негу су се састојали од формалног плана усмереног према деци и њиховим породицама, а друга два су користила подстицајни систем награђивања за промовисање ауто седишта. Једна од две кампање на нивоу заједнице је користила систем награђивања у виду лутрије за породице које су користиле сигурносне појасеве, заједно са порукама о коришћењу ауто седишта на радију, у новинама и флајерима. Информације о “награди” су објављиване на локалном радију, али приказ не даје никакве информације о томе како је опажање извршено. Интервенција која није користила подстицаје је објављивала своју сигурносну поруку преко јавне информативне кампање, преко TV-а, новина и радија, дистрибуције постера и истицањем случајева смрти и повреда деце која нису била везана. Програми позајмљивања ауто седишта су обухватили једну или више од следећих интервенција:

- пријем гратис или позајмљених ауто седишта,
- кратак сусрет са лекаром, медицинском сестром или гледање филма који истиче значај употребе ауто седишта,
- пријем памфлета или других писаних материјала, који промовишу употребу ауто седишта,
- истицање сигурносних порука током рутинских посета деци од стране здравствених стручњака и
- кућне посете.

Постоји један приказ од шест студија које су обрађивале две врсте интервенција: законске (четири студије) и едукативне (две студије), за промовисање вожње деце на задњем седишту (Seguí-Gomez, 1999). Измерени исходи у овом приказу су били број деце која се возе на задњем седишту и број исправно везане деце. Законски приступ је био интервенција на нивоу популације, док су едукативне интервенције спроведене на нивоу заједнице. Интервенције су биле усмерене ка родитељима и деци млађој од 14 година и биле су спроведене у Данској, Аустралији, САД и Великој Британији. Обезбеђено је мало информација

о приступима или методама ове две едукативне интервенције, сем оних које су само истакле место седења деце у аутомобилу, док су друге две углавном нагласиле исправно везивање деце, са секундарним нагласком на исправном месту седења. Све четири студије, које су обрађивале законске интервенције су узеле у обзир законе који су предвиђени да регулишу исправно везивање деце на предњем седишту.

Саме едукативне интервенције и у комбинацији са подстицајима, рабатима, гратис “booster” седиштима или присиљавањем, заједно са једном интервенцијом са наметањем, су обрађене у једном приказу од шест студија (Ehiri et al., 2006). Циљ тих интервенција је био да побољшају и коришћење “booster” седишта за моторна возила међу родитељима деце узраста од 4 до 8 година и спроведене су на нивоу заједнице. Циљана популација је обухватала:

- децу из 45 предшколских установа (бираних насумице из телефонског именика) у Њукаслу, у Аустралији,
- програме центара за негу деце и ваншколских активности у Сијетлу, САД,
- породице са малим примањима са децом предшколског узраста (узраста од 4 до 5 година) у држави Вашингтон, САД,
- децу узраста од 4 до 6 година у Индијанаполису, САД,
- децу узраста од 3½ до осам година тежине, између 16 и 32 kg у Вирџинији, САД.

Интервенција у Индијанаполису је била заснована на моделу здравственог уверења бихејвиоралне промене. Нису дати никакви подаци о неком теоретском приступу који поткрепљује друге интервенције.

Интервенција у Њукаслу је осмишљена за побољшавање прихватања сигурносног појаса међу децом и подучавању деце да инсистирају да буду везана када путују аутомобилом. У оквиру интервенције родитељима је послато писмо од главног полицијског инспектора, које истиче законске прописе у погледу коришћења сигурносног седишта за децу и упозорава родитеље да ће полиција спроводити насумичне провере у њиховом крају и кажњавати родитеље чија деца не буду адекватно везана.

Интервенција у Сијетлу је била кампања са више аспеката за повећање употребе “booster” седишта, која је обухватала партнерство на нивоу заједнице за промовисање употребе “booster” седишта са повратном реакцијом родитеља и пружалаца здравствене неге (то је помогло и у ангажовању заједнице), едукативни програм на нивоу заједнице за побољшање упознатости са значајем “booster” седишта, укључујући и новинске чланке и интернет странице о “booster” седиштима, заједно са информацијама које се односе на практичност “booster” седишта (врсте “booster” седишта, места њихове доступности), купони за попусте за “booster” седишта и програми обуке за употребу “booster” седишта за пружаоце здравствене неге уопште и пружаоце здравствене неге за децу.

Програми у држави Вашингтон су спроводили пружаоци патронажне неге, запослени у школама и он је обухватио едукативне материјале и гратис дечју

сигурносну опрему, док су лица у упоредној групи добила само писмене информације, које их подстичу да купе “booster” седишта.

Интервенција у Индијанаполису је упоредила едукацију и дистрибуцију “booster” седишта са едукацијом и подстицајима. Едукативни елемент је обухватио два дела, први је било обучавање родитеља за постављање и коришћење “booster” седишта, а други део подучавање деце у вези са тим зашто треба исправно да седе у “booster” седишту. Родитељи из групе са едукацијом и дистрибуцијом су добили гратис “booster” седиште након едукативне сесије, док су чланови групе са едукацијом и подстицајима били обавештени да ће ако буду користили “booster” седишта током 6 месеци постати учесници у извлачењу поклон ваучера.

Интервенција у Вирџинији је вршила процену да ли ће информативни памфлети о “booster” седиштима са купонима за попусте побољшати набавку “booster” седишта, као и да ли ће сами памфлети побољшати перцепцију ризика.

2.3 Брзина и пролазак на црвено светло на семафору

Светлосни сигнални уређаји (семафори) се постављају у раскрсницама када то захтевају разлози проточности (повећан број возила или пешака) или безбедности саобраћаја (већи број незгода). Семафори би требало да омогуће безбедно укрштање саобраћајних токова, тако што временски раздвајају конфликтне токове возила и пешака. При пројектовању плана темпирања семафора спречава се једноремено кретање конфликтних токова и обавезно остављају заштитна времена. Тако се гарантује безбедно укрштање и уливање саобраћајних токова, све док сви учесници поштују знаке на семафорима. Непоштовање светлосних саобраћајних знакова је веома опасно, јер нарушава начело поверења између учесника у саобраћају. Наиме, саобраћај се одвија тако што сви учесници очекују од других да поштују сигнализацију. Пролазак било ког учесника (пешака, а посебно возила) на црвено је веома опасан, јер ствара опасан конфликт са другим учесницима, који се тешко избегава.

Приказ (Pilkington & Kinra, 2005) за камере за брзину је показао у тринаест од четрнаест студија да су сигурносне камере делотворне до 3 године након њиховог постављања, осим једне студије која је показала делотворност 4,6 година након увођења. Смањење броја незгода у области, у непосредном окружењу камера се кретало у опсегу од 5% до 69%, броја повреда од 12% до 65% и броја погинулих од 17% до 71%. Сви ти проценти су били слични и у широком окружењу камера. Приказ је показао да су сигурносне камере делотворан начин за смањење броја саобраћајних незгода и погинулих.

Приказ (Aeron-Thomas & Hess, 2005) за камере за црвено светло је показао смањење укупног броја незгода са фаталним исходом, смањење броја незгода са десне стране, смањење броја незгода са задње стране, смањење укупног броја незгода, смањење броја повреда и смањење прекршаја у виду проласка на црвено светло. Закључак приказа је био да су камере за пролазак на црвено светло делотворне,

посебно за укупан број незгода са фаталним исходом, иако докази нису били толико убедљиви за конкретне врсте незгода и прекршаје, пошто проценти који се на њих односе нису статистички значајни.

3. ЗАКЉУЧАК

Има доста проблема и изазова које треба размотрити у вези са променом понашања возача. Један од проблема је што се праксе безбедне вожње и мере заштите (као што је употреба кациге) морају примењивати приликом сваког путовања. Мере које имају само краткорочно дејство без трајније измене у понашању, имају мали допринос. Дугорочна дејства је много теже постићи од краткорочних, а неке облике понашања је теже спровести у односу на остале. На пример, да би мотоциклиста почео да користи кацигу, мора најпре да је купи и увек да је носи, што може изгледати врло неудобно и нападно. Потенцијални корисници се могу противити употреби кациге због интелектуалних и емотивних разлога. У поређењу са тим, везивање већ доступног сигурносног појаса, који је мање нападан од кациге би требало да буде лак посао.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Aeron-Thomas, A.S. and Hess, S. (2005). “Red Light Cameras for the Prevention of Road Traffic Crashes (Review).” The Cochrane Database of Systematic Reviews, 2, Art. No. CD003862.pub2. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons Ltd.
- [2] Ehiri, J., King, W., Ejere, H.O.D., Mouzon, P. (2006). Effects of Interventions to Increase Use of Booster Seats in Motor Vehicles for 4-8-Year-Olds. AAA Foundation for Traffic Safety. Washington, D.C.
- [3] Pilkington, P. and Kinra, S. (2005). “Effectiveness of Speed Cameras in Preventing Road Traffic Collisions and Related Casualties: Systematic Review.” British Medical Journal 330(7487), 331–334.
- [4] Roberts, I., Kwan, I., and the Cochrane Injuries Group Driver Education Reviewers (2006). “School-Based Driver Education for the Prevention of Traffic Crashes.” The Cochrane Database of Systematic Reviews 2006.
- [5] Vernick, J.S., Li, G., Ogaitis, S., MacKenzie, E.J., Baker, S.P., Gielen, A.C. (1999). “Effects of High School Driver Education on Motor Vehicle Crashes, Violations, and Licensure.” American Journal of Preventive Medicine, 16, 40–46.

Кратка биографија:

Ивана Рајковић рођена је у Шапцу 1988. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранила је 2012. 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.

PRIMENA RFID TEHNOLOGIJE U KONTROLI TOČENJA GORIVA U POŠTI SRBIJE APPLICATION OF RFID TECHNOLOGY TO CONTROL FUEL REFILLS IN SERBIAN POST

Borko Bačić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu je opisana RFID tehnologija, njena primena u Pošti Srbije, a poseban akcenat je stavljen na njenu primenu u kontroli točenja goriva u garaži Pošte u Novom Sadu. RFID (Radio Frequency Identification) je tehnologija koja koristi radio-talase za automatsku identifikaciju pojedinačnih proizvoda. Prve varijante ove tehnologije su korišćene još tokom Drugog svetskog rata, a uz njihovu pomoć je saveznička protivavionska odbrana nastojala da razlikuje svoje od neprijateljskih aviona.

Abstract – In this paper, RFID technology is described and its use in Serbian Post, and a special accent is put on its use in the control of fuel refill in the garage of Serbian Post in Novi Sad. RFID (Radio Frequency Identification) is a technology which uses radio-waves for automatic identification of individual products. The first variants of this technology were used in the Second World War, and by their help the Allied anti-aircraft defense were able to distinguish their airplanes from the enemy airplanes.

Ključne reči: RFID tehnologija, kontrola točenja goriva

1. UVOD

Istorija komercijalne primene RFID (Radio Frequency Identification) tehnologije počinje šezdesetih godina dvadesetog veka kada je razvijena i primenjena oprema za elektronsko nadgledanje artikala (EAS - Electronic Article Surveillance) kao mera za sprečavanje krađe robe iz prodavnica. U narednih trideset godina, paralelno sa razvojem elektronike i računarske tehnike, širile su se i primene ove tehnologije. Kao značajna godina u istoriji primene RFID tehnologije u naplati usluga, vezanih za vozila u pokretu, uzima se 1991. godine, kada je u američkoj državi Oklahoma pušten sistem za naplatu drumarine. Sistem je vršio naplatu drumarine bez potrebe za zaustavljanjem vozila, čak i bez potrebe za velikim smanjivanjem brzine, kojom se vozila kreću auto-putem. Na taj način izbegnuto je stvaranje zastoja u saobraćaju, a infrastruktura za izvršenje naplate ozbiljno je smanjena (nema naplatnih rampi, sistema kamera za nadzor, pa ni ljudi koji rade na naplati).

U ovom radu detaljno je opisana RFID tehnologija, a akcenat je stavljen na pogonsko gorivo, kao izuzetno značajan resurs na globalnom nivou, sa aspekta

neophodnosti i mogućnosti kontrole njegovog izdavanja krajnjim korisnicima pomoću savremenih sistema na bazi RFID tehnologije.

2. ISTORIJA RAZVOJA RFID TEHNOLOGIJE

Kao preteča moderne RFID tehnologije, u američkom zavodu za patente, 23. januara 1973. godine, zaveden je patent američkog pronalazača Mario Cordullo-a. U pitanju je bio patent koji je imao 16 bita memorije u koje je mogao da skladišti primljene podatke, pročita već postojeće, kao i da odašilja postojeće ili primljene podatke. U osamdesetim godinama prošlog veka, gotovo 40 godina posle prvih zamisli o takvom proizvodu, nastalo je doba široke primene RFID oznaka u raznim područjima i u mnogim zemljama. Prvi patent, pod akronimom RFID, Charles Walton-a, zaveden je u američkom zavodu za patente 17. maja 1983. godine. U devedesetim godinama prošlog veka postalo je moguće napraviti diode s vrlo malim padom napona na diodi u vodljivom stanju (Schottky dioda, pad napona zavisao od struje i kod malih struja od 0,1 do 0,2 V). Te su diode integrisane na istom integrisanom kolu CMOS elektronikom, tako da su postale moguće jeftine UHF primene. Trebalo je dakle gotovo 60 godina da se od prvih zamisli stvore dovoljno jeftini proizvodi koji se mogu masovno primenjivati [1]. Poslednjih godina je u mnogim zemljama odobren frekventijski opseg oko 5,8 GHz za RFID upotrebu. Na tom području se već danas vide važne primene pre svega u transportu i sistemima za automatsku naplatu putarina, a razvoj nije završen. Kratki pregled istorije RFID tehnologije prikazuje Tabela 1.

Dekade	Događaji
Od 1940 do 1950	- Radar je korišćen kao glavni pronalazak u Drugom svetskom ratu - 1948. godina je godina pronalaska RFID-a
Od 1950 do 1960	- Rana istraživanja u oblasti RFID tehnologije – laboratorijski eksperimenti
Od 1960 do 1970	- Razvoj RFID teorije - Razvitak aplikacija na polju primena
Od 1970 do 1980	- Ekspanzija RFID razvoja - Ubrzava se testiranje RFID-a - Vrlo rano usvajanje primene RFID-a
Od 1980 do 1990	- Komercijalna primena RFID-a
Od 1990 do 2010	- Nastanak standarda - Široka primena RFID-a - RFID postaje deo svakodnevnog života

Tabela 1. Istorijska razdoblja u razvoju RFID tehnologije

3. RFID TEHNOLOGIJA

Najprostije rečeno, RFID je tehnologija koja omogućava malom radio uređaju zakačenom za određeni predmet da nosi identitet tog predmeta. RFID je skraćenica za Radio

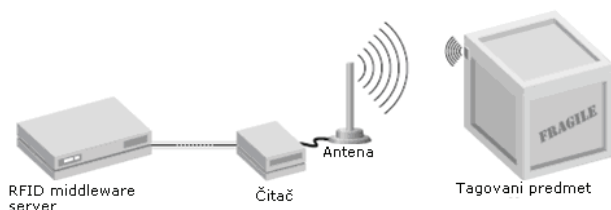
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Obrad Peković, vanr. prof.

Frequency Identification, ili u slobodnom prevodu na srpski jezik – **identifikaciju pomoću radio talasa**. RFID predstavlja bilo koji sistem identifikacije u kom električni uređaj koristi radio talase ili promene magnetnog polja za komunikaciju. Dve najvažnije komponente RFID sistema su:

- transponder, koji je identifikacioni uređaj prikazan na predmet koji želimo da pratimo, i
- čitač, odnosno, uređaj koji prepoznaje prisustvo RFID tagova i čita informacije sačuvane na njemu.

Čitač potom može da informiše neki drugi sistem o prisustvu tagovanog predmeta. Sistem, sa kojim čitač obično komunicira, pokreće softver koji se naziva RFID midlver (RFID middleware – srednji sloj). Sledeća slika (Slika 0) prikazuje kako se ovi delovi međusobno uklapaju.



Slika 0. Komponente RFID sistema

4. TRANSPONDERI

Reč transponder izvedena je od termina *transmitter/responder*, prema funkciji tog uređaja koji na transmisiju čitača odgovara (respond) podatkom. Osnovne komponente transpondera su **mikročip i antena**, zaliveni u kućište otporno na uticaj okoline. RFID transponderi razvrstavaju se u različite grupe (Slika 1.), na bazi sledećih karakteristika: način odnosno sredstvo napajanja, sposobnost čuvanja podataka, odnosno mogućnost programiranja, radne frekvencije i fizičkog oblika. Fizički, uopštene su sledeće kategorije:

- transponder (tag)
- RFID pločica (PCB)
- „smart“ nalepnice



Slika 1. Različite vrste RFID tagova

Nosilac informacije, u obliku transpondera, nalepnice ili PCB-a, obično se postavlja na objekat koji je predmet praćenja, tako da može putovati s njime i na svakom

koraku ga identifikovati. Podaci u transpondera mogu biti raznovrsni: identifikacija proizvoda u poslovnom procesu, njegova lokacija, brzina kretanja, masa, ali mogu predstavljati i instrukcije o daljim postupcima [2].

5. ČITAČI (INTEROGATOR)

RFID čitači prilično se razlikuju po kompleksnosti, koja zavisi od tipa transpondera s kojima rade i od funkcija koje moraju da poseduju. Njihov je zadatak komunikacija s transponderima i prenos podataka dalje, do računara. Čitač se još naziva i interogator. U sklopu čitača nalazi se i antena preko koje se, putem elektromagnetnih talasa vrši komunikacija sa RFID tagom.

Oblik antena zavisi od namene čitača. Mogu biti stacionarni ili prenosni (često i ručni – handheld), antena može, na primer, da ima oblik kapije i tako dalje. Funkcije čitača mogu da budu i provera i ispravljanje grešaka.

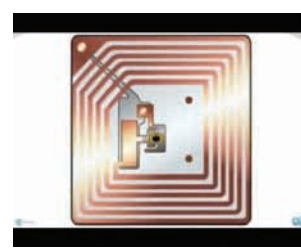
Kad je signal transpondera primljen i dekodiran, čitač će na ponovljeno slanje signala da odgovori instrukcijom transponderu da prestane da emituje. Ovakav se protokol koristi za rešavanje problema koji mogu da se pojave kod čitanja više transpondera u kratkom vremenu. Fizičke komponente RFID čitača su:

- antene
- kontrolor
- mrežni interfejs

6. CHIPLESS RFID

RFID tagovi koji ne sadrže silikonski čip nazivaju se **chipless** tagovi (Slika 23.). Primarna prednost chipless tagova je da se mogu štampati direktno na proizvod i ambalažu po ceni od 0.1 cent.

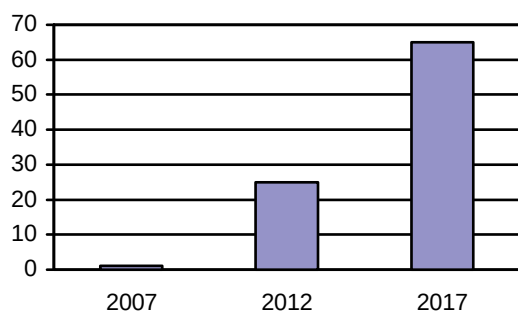
Na taj način je moguće zameniti deset milijardi bar kodova godišnje chipless tagovima koji su daleko pouzdaniji i praktičniji.



Slika 23. Chipless RFID

Predviđa se da će narednih deset godina upotreba chipless tagova porasti i da će samim tim imati veći tržišni udeo. Broj prodatih chipless tagova bi trebalo da poraste sa 0.8% (125 miliona) koliko je prodato u 2007, na 62.3% u 2017. godini (Grafikon 1.).

Vrednost prodatih chipless tagova će porasti najviše zahvaljujući cenovnoj prednosti. Chipless tagovi će dominirati RFID tržištem, ali će tehnički najposposobniji čipovi, kao što su finansijske kartice koje sadrže mikroprocesore, 5.8 GHz tagovi za plaćanje putarine bez zaustavljanja ili tagovi ultra širokog opsega za lociranje u realnom vremenu, i dalje koristiti silikonske čipove.



Grafikon 1. Procenat chipless tagova na tržištu

Osnovni tip chipless tagova su digitalno kodirani tagovi koji rade u opsegu većem od jednog milimetra, slično silikonskim čipovima [3]. Prva generacija chipless tehnologije nije ispunila otvorene standarde za korišćenje od strane mnogih provajdera niti je bilo pokušaja pisanja odgovarajućeg standarda za njih. Postojalo je mnogo chipless tehnologija koje su ponuđene uključujući i akustično - magnetsku i tehnologiju RF induktivno - kapacitivnih nizova. Drugi su bili u obliku nizova dioda, uređaja koji su se bazirali na površinskim akustičnim talasima (Surface Acoustic Wave - SAW) kao i hemikalije koje emituju visoke frekvencije prilikom pomeranja. Međutim samo akustično - magnetni tagovi za prevenciju grešaka u zdravstvenoj zaštiti i SAW tagovi za automatsko plaćanje putarine su ostvarili prodaju od preko milion tagova. Akustično-magnetni tagovi AstraZeneca su na prvom mestu sa 4.5 miliona tagova koliko se koristi svake godine. Međutim, teško je da će cena ovih tagova pasti, a takođe imaju i ograničenja u performansama kao što je krutost. Osnovna karakteristika većeg dela chipless tehnologija prve generacije jeste da su uglavnom bile tražene od strane malih kompanija i imale su tehnička ograničenja problematična za tržište [3].

7. POREĐENJE RFID-A SA ČIPOM I CHIPLESS TEHNOLOGIJE

Mnogi pronalasci kada su u pitanju jeftini RFID tagovi dele se na tagove koji *sadrže mikročip* i one *bez mikročipa*. Obzirom na radikalne razlike u cenama i performansama, bar za sad, retko se takmiče jedna sa drugom. Tagovi sa čipovima su skuplji i mogu da obavljaju više operacija sa podacima. Oni mogu da prime veću količinu podataka, ali obzirom na cenu silicijuma i procesa pravljenja čipova trenutno su relativno skupi: tagovi sa mikročipom obično nisu dostupni ispod 10 centi ako je porudžbina manja od jednog miliona. Chipless tagovi, od kojih postoje mnoge različite tehnologije rade na različitim fizičkim principima, mnogo su jeftiniji jer njihova cena isključivo zavisi od cene materijala koji se koriste, koji su u većini slučajeva osnovni i lako dostupni u velikim količinama. Cena chipless tagova se kreće od 1 do 20 centi, čak i za porudžbine od 100.000 i manje. Neki chipless tagovi se nude i po ceni između 0.1 i 1 centa za porudžbine od milijardu tagova. Chipless tagovi imaju cenovnu prednost nad tagovima koji sadrže čip, ali malo njih može da primi više od 24 bita podataka i ima domet veći od jednog metra, a da pri tom da ne budu velikih dimenzija. Tagovi koji sadrže čip su najbolji kada je u

pitanju rukovanje podacima. Gde su određene fizičke karakteristike od vitalnog značaja, gde je cena taga izuzetno kritična, kada su potrebni jednokratni tagovi za jeftine proizvode, chipless tagovi su najbolji. Međutim ovo nije crno-bela situacija [3].

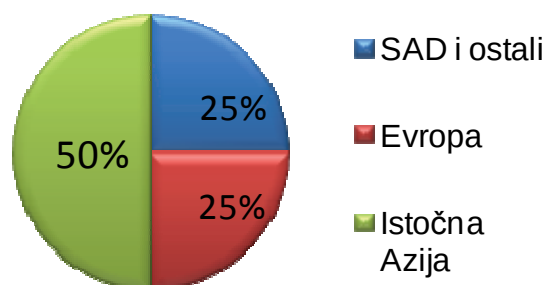
8. PRIMENA RFID TEHNOLOGIJE

RFID tehnologija se može primeniti u bilo kojoj oblasti ljudskog delovanja gde se barata podacima. Trenutno se RFID najviše upotrebljava u transportu i logistici, proizvodnji i kontroli, praćenju proizvoda u lancu snabdevanja, kontejnera koji se ponovno koriste, delova koji se kreću kroz pogon u lancu proizvodnje, poštanskih pošiljaka i prtljaga, elektronsko praćenje artikala (EAS) naplati putarine i parkinga, kontroli pristupa vozilima, zaštita vrednih predmeta od krađe, praćenje osnovnih sredstava, praćenje životinja itd. Kontrola ulaza i radnog vremena je još jedna tipična aplikacija, kao i sigurnosna kontrola pristupa određenim lokacijama. Kada se govori uopšte o primeni RFID tehnologije u svetu, treba napomenuti da je poštansko tržište navedeno kao tržište koje je drugo po interesantnosti za primenu ove tehnologije (Tabela 4.). Naime, po analizama kompanija koje su vodeće u oblasti RFID, poštansko tržište predstavlja veliki potencijal za primenu RFID tehnologije.

Oblast	Potencijalni broj transpondera (u milijardama)	Države
Maloprodaja	10000	SAD, Evropa, Saudijska Arabija, Japan
Poštansko tržište	650	Kina, Koreja, Tajvan, Saudijska Arabija, Nemačka, SAD
Knjige	50	Koreja, Japan
Lekovi	35	SAD, Evropa

Tabela 4. Tržište RFID tagova

Prema predviđanjima, do 2018. godine najviše ulaganja u RFID tehnologiju i njenu primenu u poštanskom sektoru, izvršice zemlje istočne Azije (Grafikon 2.) - procentualna iskorišćenost jednog dolara za implementaciju RFID tehnologije u poštanskom sektoru).



Grafikon 2. Predviđena ulaganja u RFID tehnologiju do 2018. god.

Kada se govori o primeni RFID tehnologije u poštanskom sektoru, početak primene se povezuje sa test pismima (i transponderima u njima), koja su poštanski operatori slali jedni drugima, kako bi utvrdili koliko je vremena

potrebno za uručenje pošiljaka. Taj način utvrđivanja nivoa kvaliteta usluge prisutan je i dan danas. U međuvremenu RFID tehnologija je pronašla svoje mesto u mnogim segmentima poštanskog saobraćaja. Postavljanje RFID tagova na rol-kontejnere omogućava pošti da korišćenjem određene softverske platforme lako utvrdi koji i koliko rol-kontejnera se nalazi u određenom poštanskom centru, nivo popunjenosti i spremnosti za isporuku. Na ovaj način je moguće smanjiti procenat pogrešno usmerenih i izgubljenih kontejnera, praćenje vremena obrta, optimizacija rasporeda kontejnera u poštanskoj logističkoj mreži i drugo.

9. SIGURNOST I BEZBEDNOST RFID SISTEMA

Osnovno i neotuđivo pravo svakog pojedinca je pravo na privatnost kojom se obezbeđuje integritet i dignitet ljudske ličnosti, zbog očuvanja tajnosti i slobode privatnog života svake ljudske jedinice. Ovo pravo je apsolutnog karaktera i ničim se ne sme ograničiti, pa makar to bili i viši interesi države i društvene zajednice. U današnje vreme primenom informacionih i komunikacionih tehnologija ovo pravo se jednostavno i gotovo neprimetno može ugroziti. Zbog toga se razvio poseban vid privatnosti koji se naziva informaciona privatnost i koji se definiše kao pravo pojedinca da kontroliše koji, kako i za koga podaci o njemu mogu postati dostupni drugim osobama ili organizacijama. Navedeni su neki nedostaci RFID sistema koji mogu dovesti do neželjenih narušavanja privatnosti.

10. ZAKLJUČAK

Pošto je Pošta Srbije potpisala ugovor o snabdevanju pogonskim gorivom sa trećim licem pre 3 godine, iako je imala sopstvene pumpne stanice u svim garažama u većim gradovima, to je donekle bilo i opravdano jer je bila slaba kontrola točenja goriva. Javljali su se problemi kao što su: obmane od strane ljudi koji su zaduženi za točenje goriva, izvlačenje goriva iz rezervoara i presipanje u kanistere, zatim obmane od strane dobavljača u vidu netačnih podataka o prodatoj količini goriva. Svi ovi problemi su vodili ka velikim gubicima Pošte Srbije na ovom važnom resursu zbog čega je i potpisan ugovor sa trećim licem. Ukoliko bi Pošta Srbije ponovo osposobila svoje pumpne kapacitete, uz implementaciju sistema za kontrolu točenja goriva pomoću RFID tehnologije, situacija bi bila nešto drugačija.

Vozači dostavnih vozila bi bili znatno zadovoljniji, jer se ne bi javljali prethodno navedeni problemi. Finansijska situacija bi se poboljšala, jer bi cena goriva bila znatno povoljnija. Ostvarile bi se uštede na račun cene goriva koja se plaća na redovnim pumpnim stanicama trećeg lica, odnosno Naftne Industrije Srbije (NIS-a). Ukoliko bi Pošta Srbije, kao veliki korisnik, kupovala gorivo po veleprodajnim cenama od istoimenog dobavljača i koristila svoje postojeće pumpne stanice, situacija bi bila dosta drugačija.

Mogućnosti upotrebe RFID tehnologije su praktično neograničene u svim aplikacijama u kojim je potrebna bilo kakva identifikacija i razmena podataka. Implementacija RFID tehnologije na najbolji način obezbeđuje dostupnost informacija i tačnost informisanja o pojedinim resursima, radi donošenja pravilnih i pravovremenih odluka, a takođe, može se očekivati se da će primena RFID poboljšati i optimizovati angažovanje radne snage, povećati efikasnost sistema snabdevanja i umaniti ljudske greške i obmane, i na kraju ono najbitnije, da će doneti značajne uštede.

11. LITERATURA

[1] Himanshu B., Glover B., *RFID Essentials*, O'Reilly, 2006.

[2] Ostojić G., Lazarević M., Jovanović V., *Primena RFID tehnologije u industrijskim sistemima*, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 5, mart 2006.

[3]

http://www.idtechex.com/research/articles/chipless_rfid_the_end_game_00000435.asp

Kratka biografija:



Borko Bačić rođen u Vlasenici, Republika Srpska 1986. god. Diplomski-master rad odbranio je 10.10.2012. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije.

RAZVOJ GEOGRAFSKO INFORMACIONOG SISTEMA U POŠTANSKOM SAOBRAĆAJU I TELEKOMUNIKACIJAMA**DEVELOPMENT OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM IN THE POSTAL TRAFFIC AND TELECOMMUNICATIONS**

Ivan Čortan, Momčilo Kujačić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj - U radu je opisan GIS sistem, njegove osnovne karakteristike i alati koji se koriste. Opisana je upotreba GIS-a u dostavi pošiljaka u Poštanskom saobraćaju kao i upotreba GIS-a u oblasti optičkih telekomunikacija kod preduzeća "Telekom Srbija". U daljem radu je opisana mogućnost kreiranja jedinstvenog GIS-a koji će zadovoljiti potrebe oba preduzeća kao i način poboljšanja sistema.

Abstract – The paper describes the GIS system, its main features and tools that are used. The paper describes the use of GIS systems in the delivery of the items to the postal service and the use of GIS in the field of optical communications in the company "Telekom Serbia". In future work we describe the possibility of creating a single GIS that will meet the needs of both companies and how to improve the system.

Ključne reči - Geografski Informacioni Sistem, implementacija

1. UVOD

Predmet istraživanja ovog master rada jeste upotreba Geographic Information System - GIS u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju. Za sve kompanije čija je delatnost usko vezana za prostorno planiranje, projektovanje i izgradnju infrastrukture karakteristično je da se 70% od ukupnog broja informacija, koje se analiziraju i obrađuju u toku realizacije poslovnih zadataka, bazira na geografskom položaju u prostoru, odnosno mogu se locirati na određenoj tački na globusu.

Evidencije postojeće infrastrukture, planiranje i projektovanje novih infrastrukturnih objekata, održavanje mreža, neki su od poslovnih procesa kod kojih su informacije o prostoru, odnosno mestu događanja ključni parametri. Iz tog razloga su za efikasno rešavanje navedenih zadataka potrebni alati koji mogu da razumeju koncept prostora.

To znači da je pomoću njih moguće utvrditi tačan položaj i dimenzije nekog objekta, kao i relacije između tog objekta i drugih objekata u posmatranom području.

Uobičajeni pristup za uspostavljanje takvog okruženja jeste implementacija geografskog informacionog sistema (GIS) u informacioni sistem kompanije. GIS obezbeđuje softverske alate za unošenje prostornih podataka, obezbeđuje centralizovanu bazu prostornih podataka, poseduje alate za složene analize nad podacima u prostoru,

poseduje alate za ukrštanje prostornih i klasičnih podataka iz drugih baza radi izvođenja složenih analiza i proračuna, poseduje alate za publikovanje podataka iz centralne baze preko Interneta/Intraneta tako da svako, uz pomoć klasičnog

pretraživača i odgovarajuće dozvole, može pregledati podatke koji se odnose na unetu telekomunikacionu infrastrukturu na određenom području. GIS platforma omogućava da se na lak i jednostavan način generišu izveštaji i tematske karte, kreiraju simulatori i scenarija koji mogu pomoći pri analizi troškova, izradi strategija, analizi tržišta, kao podrška menadžmentu u procesu donošenja odluka.

Cilj rada jeste da se stvori jedinstveni GIS koji će zadovoljiti potrebe obe strane. Na taj način bi se olakšao pristup svim potrebnim podacima bilo da su vezani za oblast telekomunikacija ili poštanski saobraćaj.

2. GIS

GIS je tehnologija koja se zasniva na obradi složenih podataka koji pored informacija o osobini nekog objekta – atributa, sadrže i informaciju o geografskoj koordinati tog objekta. Takvi se podaci nazivaju georeferencirani podaci ili prostorno orijentisani podaci ili jednostavno prostorni podaci. Ovakvi podaci u GIS okruženju, osim što su 'svesni' svog položaja i oblika u prostoru, 'svesni' su i u kakvoj su relaciji sa ostalim elementima sa kojima dele prostor. Osnovna karakteristika GIS-a je grafički – vizuelni prikaz prostornih podataka. Prostorni podaci se mogu organizovati kroz specijalizovane prostorne baze podataka, koji osim standardnih tipova podataka imaju i tzv. geometrijske tipove podataka. Nad tako organizovanim podacima je moguće izvršavati uobičajene operacije sa bazama podataka kao što su upiti, sa tim što se kriterijumi upita takođe mogu kreirati i na osnovu položaja i dimenzija nekog objekta, kao i relacije između tog objekta i drugih objekata u posmatranom području.

3. IMPLEMENTACIJA GIS-a

Pod pojmom implementacija GIS-a podrazumeva se skup aktivnosti koje treba obaviti da bi GIS proradio na željeni način, odnosno da bi podržao sve, potrebama posla određene, karakteristike i funkcionalnosti. Nabavka neophodnog hardvera i osnovna instalacija GIS softvera je samo prvi korak u formiranju GIS sistema.

Nakon tog koraka sledi implementacija - uvođenje GIS-a u postojeći (informacioni) sistem kompanije, kao i njegova primena u obavljanju svakodnevnih poslovnih aktivnosti. Osnovni koraci za uvođenje GIS-a se odnose na unos i organizovanje podataka, nakon čega je sistem

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Momčilo Kujačić.

spreman za eksploataciju: prostorne analize, vizualizaciju i izveštavanje.

Osnovni zadatak u implementaciji GIS-a jeste unos odgovarajućih podataka u GIS okruženje.

Podaci koji već postoje u obliku različitih crteža i planova na papiru ili pausu moraju se preoblikovati - digitalizovati u oblik koji GIS može da razume. Nakon unosa podataka, potrebno je podatke organizovati kroz odgovarajuće baze podataka koje su sposobne da osim atributskih podataka čuvaju i informacije o geometriji i položaju. Time su obezbeđeni svi mehanizmi koje donosi sistem baza podataka, počev od manipulacije podacima, preko pretraživanja i analiziranja podataka kreiranjem različitih upita, do automatizacije poslovnih procesa kreiranjem procedura i job-ova.

GIS omogućava rad u distribuiranoj bazi podataka. Svaki deo kompanije ima mogućnost da samostalno obrađuje i ažurira posebne delove baze podataka. GIS integriše sve te segmente u jednu celinu, tako da krajnji korisnik uvek vidi kompletnu i ažurnu bazu podataka. Zahvaljujući ovakvoj organizaciji izbegnuto je višestruko ponavljanje podataka kod raznih klijenata ili neažurnost prostornih ili alfanumeričkih podataka, jer rezultati poslednje obrade nisu uneti u bazu ili preuzeti sa nekog dela mreže. Time se značajno olakšava rad i podiže produktivnost.

Kada se jednom formira GIS baza podataka, postavljanje kartografskog prikaza i analiza prostornih podataka postaju lakši. Savremeni GIS ima mnogo moćnih alata za analizu prostora.

Kao odgovor na većinu upita dobija se izveštaj u formi tematske karte. Vizualizacija informacija u formi karte ima niz značajnih prednosti u odnosu na numeričke izveštaje. Raspored, pravila kretanja i promene nekih vrednosti mnogo je lakše uočiti na tematskoj karti, nego u alfanumeričkim tabelama.

GIS omogućava etiketiranje - automatski ispis atributskih informacija na karti iz baze podataka, kao i kreiranje različitih formi izveštaja - od tematskih karata i 3D modela terena, preko multimedijalnih prikaza podataka na WEB-u do klasičnih tabelarnih izveštaja.

4. IMPLEMENTACIJA I PRIMENA GIS-a U "TELEKOM SRBIJA"

Kroz telekomunikacioni informacioni sistem Telekom (TIS), mogu se dobiti informacije o resursima bitnih za funkcionisanje poslovnih procesa firme. Mogu se dobiti informacije o centralama, razdelnicima, kablovima, izvodima, korisnicima, o raspoloživim kapacitetima itd. Međutim, i dalje ostaje nepoznato gde se ti resursi nalaze. Sve informacije o položaju infrastrukture u prostiru su razbacane po papirnoj dokumentaciji i samim tim su „mrtve“ odnosno do njih se teško dolazi, neažurne su i ne mogu se brzo i efikasno iskoristiti za potrebe analiza, planiranja, projektovanja, rešavanja korisničkih zahteva i slično.

Da bismo dobili odgovore na pitanja kao što su: koja je tačna trasa nekog kabla, kako neko okno izgleda u razvijenom obliku, da li možemo da provučemo novi kabel kroz postojeće cevi na trasi ili treba kopati i dodavati dodatne kapacitete, gde su koncentrisani naši najveći klijenti i slično, potrebno je „kopati“ po dokumentaciji koja ne obuhvata ni približno sve potrebne informacije, izlaziti na teren radi uvida u pravo stanje pri

čemu se ipak ne sakuplja dovoljno informacija za kvalitetno planiranje i projektovanje.

Telekom trenutno ne poseduje odgovarajuće informatičke alate za planiranje i projektovanje telekomunikacione mreže pa je, uz napomenuti nedostatak informacija, proces planiranja i izrade projekata dug i neprecizan.

Rešenje za sve navedene, ali i mnoge druge probleme slične tematike će ponuditi projekat uvođenja geografskog informacionog sistema (GIS) u Telekom. GIS obezbeđuje softverske alate za unošenje prostornih podataka (npr. iscrtavanje kablovske infrastrukture nad katastarskom podlogom), obezbeđuje centralizovanu bazu prostornih podataka na nivou Telekomu, poseduje alate za složene analize nad podacima u prostoru, poseduje alate za ukrštanje prostornih (npr. kablovsko područje koje pokriva više blokova zgrada) i klasičnih podataka iz drugih baza (npr. demografska struktura stanovništva u tim blokovima) radi izvođenja složenih analiza i proračuna (npr. analiza postojećih i planiranje budućih kapaciteta za određene usluge na datom području), poseduje alate za publikovanje podataka iz centralne baze preko Interneta/Intraneta, tako da svako, uz pomoć klasičnog pretraživača i odgovarajuće dozvole, može pregledati podatke koji se odnose na unetu telekomunikacionu infrastrukturu na određenom području.

Navedene su samo neke od mogućnosti koje pruža GIS, ali i na osnovu njih se može naslutiti kakve sve olakšice nudi GIS u obavljanju poslovnih procesa i koliko ih može ubrzati i učiniti kvalitetnijim. Međutim treba naglasiti da je GIS ipak samo alat i da taj alat mora neko da koristi da bi napravio nešto korisno. Najveći posao koji nas čeka u okviru GIS-a je „punjenje podataka“ u centralizovanu bazu koji se odnose na postojeću infrastrukturu odnosno iscrtavanje svakog rova, kabla, okna, izvoda i ostalih elemenata i unošenje pripadajućih opisnih podataka (atributa) kao što su: tip kabla, kapacitet, tip okna i slično. Formiranje takve baze podataka je dug proces, ali uz odgovarajući GIS alat i dobru organizaciju se može završiti u dogledno vreme.

Proces unošenja podataka se, naravno, nikad ne završava, jer se po unošenju postojeće infrastrukture za određeno područje nastavlja se sa procesima održavanja, a samim tim i ažuriranja podataka. Vrednost podataka, unetih u centralizovanu bazu, koji su provereno tačni, višestruko prevazilazi vrednost celokupne GIS platforme zajedno sa softverom i hardverom i predstavljaće resurs od neprocenjive vrednosti za obavljanje poslovnih procesa unutar Telekomu.

GIS će u potpunosti biti integrisan sa postojećim informacionim sistemom Telekomu, TIS-om i predstavljaće, praktično, novi podsistem TIS-a koji će omogućavati vizualizaciju kapaciteta koji se već vode kroz TIS, ali i unos kapaciteta koji se trenutno ne vode kroz TIS kao što je kablovska kanalizacija.

Preko 70% svih podataka koji se obrađuju u svakodnevnom poslovanju Telekomu nose sa sobom informaciju o lokaciji u prostoru i samim tim postaju kandidati za obradu i analizu pomoću nekog od GIS alata.

5. PRIMER GIS-a U "TELEKOM SRBIJA"

Prilikom upoznavanja sa GIS sistemom u preduzeću "Telekom Srbija" imao sam priliku da uradim jedan primer vezan za postavljanje optike na delu puta izvan

Zrenjanina, u takozvanoj industrijskoj zoni gde se postavljao optički kabl sa gradske mreže na fabriku "Pompeja". Prvo je potrebno učitati potrebnu mapu tog dela grada koja se dobija iz katastra na osnovu kog imamo podatke o objektima koji se tu nalaze. Mapa se učitava u TeleCAD-GIS nakon čega možemo da krenemo sa ucrtavanjem najbolje i najkraće rute do navedenog mesta povezivanja. Prilikom ucrtavanja moramo da pazimo na mogućnost prolaska gasnih cevi ili izgradnju biciklističke staze za šta su nam potrebne dodatne saglasnosti firmi koje se time bave. Kad utvrdimo željenu rutu potrebno je odrediti kuda će se kabl provlačiti, tamo gde je moguće ći će se kroz kanalizaciju, kao što je ovde slučaj, u jednm delu dok se za dalje morao kopati rov određene dubite kako bi se optički kabl tu smestio. Takođe je potrebno postaviti i odgovarajuće cevi kako bi zaštitile kabl od raznih oštećenja. Na slici je prikazan primer na kome se vidi kuda se optički kabl prostire do željene destinacije. Na njoj se vidi i razmera koja je korišćenja kao i oznake kabla na pojedinim delovima rute (postojeći optički kabl i planirani optički kabl) sve prikazano u metrima i rezdelne kutije.

6. IMPLEMENTACIJA I PRIMENA GIS-a U JAVNOM PREDUZEĆU PTT SAOBRAĆAJA "SRBIJA"

Razvojem Geografsko Informacionih Sistema, to jest kreiranje dovoljnog broja vektorizovanih mapa za koje možemo vezivati velike količine značajnih podataka, kao i uvođenjem Poštanskog Adesnog Koda, stekli su se uslovi za primenu GIS tehnologije na organizovanju dostave. Ova tehnologija počinje da se primenjuje u pravom trenutku, jer zahtevi koji pristižu, a sa kojima proces dostave mora da se suoči i odgovori na kvalitetetan način, su veoma složeni i različiti.

Libelarizacija tržišta i tokovi različitih vrsta pošiljaka diktiraju i razvoj novih vrsta dostave. Samo u zadnje tri godine došlo je do značajnog porasta paketskih, post-ekspres i dirketmaill pošiljaka u ukupnoj količini poštanskih pošiljaka. Takođe pojava novih usluga u oblasti novčanog poslovanja (post-net uputnica), kao i u oblasti elektronskog prenosa podataka (prenos telegrama putem post-neta), utiču na koncept specijalizovane telegrafske dostave. Prisutni su i posebni zahtevi velikih korisnika koji predviđaju masovnu dostavu velikih količina krupnih pošiljaka, poput zahteva Telekoma u pogledu dostave Žuto-belih strana. Dolazak na tržište kataloške prodaje čiji su najznačajniji predstavnici kod nas Neckermann i Quelle uticali su na enormno povećanje paketskih pošiljaka, a TV-Shop prodaja je uticala na značajan porast Post-ekspres pošiljaka u procesu dostave. Sve što je predhodno navedeno uz napomenu da klasična dostava već od ranije ima problem sa smanjenim resursima u velikim gradovima, a predimenzionisanim kapacitetima u ruralnoj dostavi, govori da se dostavom kao najsloženijim i najskupljim procesom u distribuciji poštanskih pošiljaka mora ozbiljno pozabaviti.

U poštanskom saobraćaju GIS je postao aktuelan kada je njegov menadžment shvatio značaj prostornih podataka za donošenje odluke o eventualnom zatvaranju postojećih nerentabilnih i otvaranju novih poštanskih objekata na idealnim lokacijama gde koncentracija stanovnika i/ili

preduzeća značajno utiče na povećanje broja potencijalnih korisnika. Iskustvo i teorija pokazuju da su podaci najvredniji deo GIS – a. U sistemima koji se bave pružanjem usluga od važnosti su podaci koji mogu prerasti u korisnu informaciju, a ujedno se i prostorno – geografski definisati. Moguće je koristiti kao one zvanične – npr. rezultati popisa stanovništva, tako i interne - npr. broj potraživanih usluga po pojedinačnim korisnicima, po kategorijama i sl., a koji se mogu georeferencirati. Rezultati primenjene tehnologije u vidu zoniranih prikaza omogućavaju efikasne analize korisnika, tržišta, prodaje. Ozbiljnost ovih problema proizvela je da se u Sektoru za organizaciju uručenja poštanskih pošiljaka paralelno radi na formiranju Uputstva za organizaciju dostavnih područja, uvođenju Poštanskog Adresnog Koda kao osnovnog preduslova za pravilno usmeravanje i automatsko sortiranje poštanskih pošiljaka, kao i razvoju Geografsko Informacionog Sistema. Uputstvo za organizaciju dostavnih područja je dalo kritirijume, ograničenja i smernice koje projektanti dostave moraju da poštuju pri formiranju dostavnih područja u svojim Radnim Jedinicama.

7. PRIMER GIS-a U POŠTI SRBIJE

Daljim upoznavanjem sa GIS-om sreo sam se sa njegovom upotrebom i u preduzeću "Pošta Srbije", koja takođe koristi ovaj sistem. Ovde se njegova upotreba zasniva na korišćenju programa MapInfo koji je prilagođen njegovoj upotrebi.

MapInfo i GIS sistem se uparaju pri čemu se koristi baza podataka GIS-a koja je prethodno sastavljena od unetih kućnih brojeva koji su prikupljeni na terenu od strane poštara koji su ceo grad obilazili prikupljajući potrebne podatke. Ta baza podataka upoređuje se sa mapama iz MapInfra na osnovu kog se dalje radi analiza dostavnog područja. U GIS sistemu moguće je pristupiti svim podacima koji su vezani za jedan kućni broj ili prezime nekog stanara ako se radi o zgradi. Upotrebom GIS-a pronalazi se najjednostavnije i što je najvažnije najkraći mogući put koji poštonoša treba da pređe da bi izvršio dostavu na svom reonu što je i glavni cilj upotrebe ovog sistema.

8. PREDLOG RAZVOJA JEDINSTVENOG GIS-A POŠTE I TELEKOMA

U različitim oblastima koristi se GIS sa različitim softverima prilagođen baš potrebi te oblasti. U poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju koji koriste različite softvere moglo bi doći do spajanja tih softvera u jedan tj baze podatak da se spoje kako bi dobili jednu bazu podataka koja odgovara potrebama i poštanskog i telekomunikacionog saobraćaja.

Upotreba PAK-a u poštanskom saobraćaju preko koje se koristi GIS u dostavi paketa koja se na osnovu podatak dobijenih sa terena prave posebne mape koje pomažu pri određivanju najbolje rute, što bi moglo da se koristi i u telekomunikacijama prilikom postavljanja optičkih kablova na primer da radnik tačno zna gde se nalazi parcela do koje se razlači kapl ili ako su mu potrebni pojedini podaci o tom korisniku koje mogu biti korisne. Na taj način može se dosta uštedeti jer ne bi bila potrebna kupovina katastara područja, koje su veoma skupe i dugo se čeka na njih, zbog toga što se u bazi podataka već

nalaze svi kućni brojevi stanovnika i parcela koji su formirani kao mapa naselja. Sparivanjem GIS Telekom i Pošta olakšala bi se upotreba sistema pri izvršavanju novih usluga a isto tako bi se i bolje razvijale postojeće usluge.

Jednim klikom moglo bi se utvrditi na kom mestu postoji slobodna parica koja bi se mogla iskoristiti ukoliko korisnik želi neku novu uslugu bilo da ja ta usluga pošte ili telekoma.

Na primer PTT ADSL je tehnologija koje se realizuje po postojećoj telefonskoj parici gde omogućava da računar bude stalno povezan sa internetom a da pri tome može neometano da se koristi telefonska linija, bez zauzeća.

Razvojem novog GIS-a koji bi sadržao jednu jedinstvenu bazu podataka ostvarila bi se mogućnost brže i jednostavnije provere kapaciteta kao i utvrđivanje puta bilo da su u pitanju postonoše ili radnici koji postavljaju kablove. Cilj ovakvog sistema jeste mogućnost zajedničkog delovanja dva preduzeća kao i ušteda u troškovima i u radnoj snazi.

9. ZAKLJUČAK

U cilju optimalnog korišćenja GIS-a, nije dovoljno da korisnik samo nabavi odgovarajući hardver, softver i ljude koji će raditi na sistemu, već i da sistem bude adekvatno organizaciono postavljen. To podrazumeva da, kao i u svakom drugom poslu, nabavka novog alata nije rešenje samo po sebi ako on nije pravilno pridružen celini posla kojim se korisnik bavi.

Danas, posle nekoliko decenija razvoja, GIS je dokazao svoje prednosti u svim oblastima gde se zahteva vizuelizacija prostornih podataka i manipulisanje velikim brojem podataka, koji su opisani vrlo složenim konceptima i imaju veliki broj korisnika raznih struka.

GIS tehnologija omogućava veliki napredak u svim oblastima i procesima upravljanja, praćenja, organizacije i odlučivanja u odnosu na konvencionalne metode rada. Zato se može očekivati da će se i u Srbiji ubrzati njegova implementacija i njegova primena.

Predviđanje koje naviše privlači pažnju jeste da će se zahvaljujući uvođenju GIS-a značajno smanjiti prosečno vreme potrebno za popravku neispravne telefonske linije sa 60 na 24 časa, a vreme potrebno za dobijanje nove telefonske linije sa sadašnjih 40 dana na svega 2 dana. Ovaj podatak daje objašnjenje o važnosti uvođenja GIS-a u proces projektovanja i održavanja telekomunikacionih mreža.

Uvođenje jedinstvenog GIS-a (GIS komunikacija) "Telekom Srbija" i Pošta Srbije ostvarili bi veliki napredak u razvoju i postavili veliki izazov konkurenciji koja je svakog dana sve veća. Na taj način došlo bi do razvoja novih usluga koje bi bile zanimljive korisnicima kao i do usavršavanja već postojećih usluga.

Formiranje jedne baze podataka dovelo bi do povećanja prihoda što i jeste cilj preduzeća a isto tako i do jednostavnijeg rukovanja sa GIS-om. Sistem bi trebao poboljšati novim i savremenijim alatom kao i novijim softverom sa novijim mapama zbog velikog i brzog napretka u tehnologiji i veoma brzom razvoju novih naselja.

Buduća istraživanja treba usmeriti ka pronalasku odgovarajuće platforme GIS-a koja bi trebala da zadovolji potrebe koji zahtevaju različite usluge poštanskog i telekomunikacionog saobraćaja.

10. LITERATURA

- [1] MapInfo Professional User Guide Version 7.0, MapInfo Corporation; 2002.godina
- [2] Ostojić Lj., "Primena GIS-a u poštanskom saobraćaju", Post Fest, Zbornik radova, Saobraćajni Fakultet, Beograd 2004. godina
- [3] Vertical Mapper, User Guide, Northwood Technologies; 2001.godina
- [4] Uputstvo za organizaciju dostavnog područja, Sektor za organizaciju uručenja; 2004.godina
- [5] Čučula Novak, "Eloborat reorganizacije dostave pošte", Beograd, 2002. godina
- [6] DAVID E. DAVIS, "GIS for Everyone", ESRI, 2003.
- [7] GEOFF ZEIS, "How Telekom Serbia Has Improved Customer Satisfaction (and reduced costs)", Oracle Spatial Users Conference, Florida, 2006

Kratka biografija:



Ivan Čortan rođen je u Zrenjaninu 10.01.1987. godine. Završio je osnovnu školu "Vuk Karadžić" u Zrenjaninu a zatim upisao srednju elektro-tehničku školu "Nikola Tesla" u Zrenjaninu. Fakultet tehničkih nauka upisao je 2007. godine na smeru poštanski saobraćaj i telekomunikacije.

**PREDLOG OPTIMALNOG MODELA SISTEMA ZA PRAĆENJE I KONTROLU
PRENOSA POŠTANSKIH POŠILJAKA U POŠTI SRBIJE****PROPOSAL FOR OPTIMAL MODEL OF MONITORING AND CONTROL
TRANSMISSION POSTAL ITEMS IN POST SERBIAN**

Ivan Jokić, Momčilo Kujačić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada odnosi se na kratak osvrt, identifikovanje i upoznavanje kako sa postojećim, tako i sa još ne toliko prisutnim PostTis sistemom koji omogućava praćenje pošiljaka. Predmet rada takođe se odnosi na utvrđivanje određenih karakteristika sistema praćenja, načina funkcionisanja, kao i na njihove prednosti i pogodnosti koje oni obezbeđuju kako jedinicama poštanske mreže tako i samim korisnicima, kako bi se odredio optimalan model praćenja pošiljaka imajući u vidu tehničke, ekonomske i organizacione karakteristike postojećih sistema praćenja i kontrole poštanskih pošiljaka.

Abstract – The subject of this paper is devoted to a short review, to identify and meet with existing and yet not so much with the present PostTis system that allows tracking. The subject of the work also refers to the determination of certain characteristics of the monitoring system, method of operation, as well as their advantages and benefits that they provide to the postal network units and the users themselves, in order to determine the optimal tracking model taking into account technical, economic and organizational characteristics of the existing system of monitoring and control of items.

Ključne reči: PostNet, Track & Trace, PostTis, tracking, comparison, technical, economic, organizational characteristics, stages of the technological process

1. UVOD

Pošta predstavlja važnu instituciju kako za društvo tako i za državu koja ne može da funkcioniše bez organizovanih veza i saobraćaja. Iako razvoj telekomunikacija smanjuje potrebu za pisanjem i slanjem pisama, usluge koje pošta pruža i dalje su aktuelne i u značajnoj meri zastupljene. Poštanski sistem danas omogućava brz prenos pisanih, štampanih ili na drugi način oblikovanih saopštenja, robe i novca.

Da bi se obezbedilo kvalitetno i pouzdano vršenje usluga u poštanskom saobraćaju, pristupilo se praćenju pošiljaka unutar poštanskog operativnog sistema, od momenta prijema do uručenja. [1] Cilj ovog rada je sistematizacija PostNet, T&T i PostTis sistema u fazama prijema, uručenja, transporta, prispeća i uručenja, kako bi se utvrdilo koji od sistema praćenja se pokazuje kao bolji

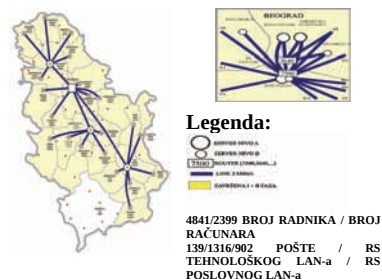
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada Ivana Jokića čiji mentor je prof. dr Momčilo Kujačić

od ostalih u kojoj od pomenutih faza prenosa pošiljaka i koji od njih nudi bolja tehnološka rešenja u svakodnevnom radnim postupcima. Na kraju se kao cilj može istaći komparacija tehničkih, ekonomskih i organizacionih karakteristika u eksploataciji navedenih sistema uz utvrđivanje i simlativni prikaz optimalnog modela kombinovanog korišćenja postojećih tehnologija.

**2. POSTNET SISTEM ZA PRAĆENJE I
KONTROLU PRENOSA POŠTANSKIH
POŠILJAKA**

PostNet je jedinstvena širokopojasna (WAN) poštansko - računarska mreža zasnovana na Internet tehnologiji, koja koristi prednosti TCP/IP protokola u cilju zadničnog korišćenja informacija i resursa unutar preduzeća, što znači da je PostNet mreža zatvorenog tipa: INTRANET, koja pokriva teritoriju cele Srbije (slika 1) i suštinski predstavlja Intranet za poslove pošte i njenih komitenata. PostNet je rezultat saradnje JP PTT (naručioci projekta) i IBIS SYS (firma izvođač) [1].



Slika 1: Mapa PostNet-a

**3 TRACK AND TRACE SISTEM ZA PRAĆENJE I
KONTROLU PRENOSA POŠTANSKIH
POŠILJAKA**

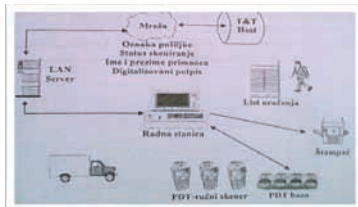
T&T predstavlja sistem za elektronsko praćenje poštanskih pošiljaka koji omogućava korisniku poštanskih usluga da u svakom trenutku sazna gde mu se pošiljka nalazi, odnosno njen status (uručena, vraćena).

Sistem je prilagođen jednostavnoj i efikasnoj poštanskoj tehnologiji čiji je cilj zadovoljenje korisnika kao i kvalitetnije pružanje usluga. T&T sistem omogućava preuzimanje identifikacije različitih pošiljaka, digitalizovanih potpisa ili podataka unetih preko tastature (PDT 7500). Po prikupljanju podataka, PDT prenosi podatke u radnu stanicu T&T a oni se odatle šalju i obrađuju po potrebi u host računaru T&T (Slika 2).

Proces praćenja pošiljaka ostvaruje se upotrebom bar koda. Na osnovu jedinstvenog broja bar koda korisnicima i radnicima pošte dostupne su sve informacije koje žele da dobiju.

Glavne komponente T&T sistema su:

1. portabl terminal za podatke (PDT),
2. rdna stanica za kontrolu i praćenje (T&T W/S) i
3. Host računar za kontrolu i praćenje (T&T Host).



Slika 2: Osnovne komponente T&T sistema

4 POSTTIS SISTEM ZA PRAĆENJE I KONTROLU PRENOSA POŠTANSKIH POŠILJAKA

Tendencija u automatizaciji poslovanja Pošte Srbije je da se ubuduće oslanja na sopstvene resurse u Preduzeću pa je u skladu sa tim za izradu novog aplikativnog rešenja za automatizovanje poslovnih procesa u pošti zadužen tim sačinjen od tehnologa i informatičara pošte. Početkom 2011. godine započeta je realizacija novog poštansko tehnološkog informacionog sistema Pošte Srbije pod nazivom PostTis koji predstavlja jedan od najvećih realizovanih IT projekata u Srbiji, koji su stručnjaci Pošte razvili sopstvenim snagama i koji obezbeđuje potpunu podršku osnovnoj delatnosti. Projekat PostTis koriste GPC - i u našoj zemlji, dok ostale JPM koriste PostNet kartovanje kao prelazno rešenje dok se ne izvrši potpuni prelazak na PostTis.

U realizaciji projekta PostTis korišćen je objektno orjentisan pristup kojim su definisani: poslovni procesi, lokacije, akcije, objekti, atributi, algoritam izvršenja (hronološki i opcioni tok), status, mesta upisa, veze sa izvorima podataka, izveštaji i dizajniranje i programiranje [1].

5. KARAKTERISTIKE SISTEMA PRAĆENJA POŠTANSKIH POŠILJAKA U FAZAMA TEHNOLOŠKOG PROCESA

U ovom poglavlju prikazani su tehnološki i radni postupci koji se obavljaju prilikom korišćenja PostNet, T&T i PostTis sistema u fazama tehnološkog procesa. Izvršen je istovremeni prikaz sva tri sistema pojedinačno u svakoj od faza.

5.1 I faza tehnološkog procesa – prijem

Prijem poštanskih pošiljaka predstavlja neposrednu ili posrednu predaju poštanskih pošiljaka od strana pošiljaoca. [2] Zajedničko za sva tri sistema praćenja je to da oni obezbeđuju pojedinačni i grupni prijem u vidu opremljenog i neopremljenog popisa, kako u unutrašnjem tako i u međunarodnom saobraćaju.

PostNet obezbeđuje prijem: običnih (osnovnih) pismenih pošiljaka, preporučenih, vrednosnih i vrednosnih pisama sa otkupnicom, paketa, post ekspres pošiljaka i elektronskih saopštenja (telegrama).

T&T sistem obezbeđuje prijem manjeg broja pošiljaka, u odnosu na PostNet. T&T obezbeđuje prijem:

preporučenih, vrednosnih i post ekspres pošiljaka i paketa. T&T sistem podrazumeva prijem pošiljaka skeniranjem putem PDT- a što rezultuje nešto bržim unosom podataka u sistem, koji se u PostNet sistemu odvija putem računara. U T&T sistemu radnik nema mnogo kontakta sa računarom jer se većina operacija obavlja posredstvom PDT uređaja.

PostTis obezbeđuje, pored do sada pomenutih i prijem nešto šireg asortmana pošiljaka, kao što su: pojedinačni prijem aerograma i EMS pošiljaka, grupni prijem aerograma u MPS u vidu opremljenog i neopremljenog popisa, prijem Dopisnica Crvenog krsta, pojedinačni prijem direktne pošte i obaveštenja o danu i vremenu održavanja izbora.

5.2 II faza tehnološkog procesa – otprema

Pod otpremom poštanskih pošiljaka podrazumeva se priprema primljenih poštanskih pošiljaka u JPM za prevoz u pravcu odredišta.

U PostNet sistemu sve pošiljke primljene na šalteru, kartista priprema za otpremu tako što ih ukupnjuje formirajući zaključke i sačinjavajući prateća dokumenta. Preuzete pošiljke kartista deli po vrstama tj. vrši proces sortiranja, nakon čega vrši kartovanje. Na kraju se vrši proces sačinjavanje svežnjeva odnosno sačinjavanje zaključaka. [2]

Otprema pošiljaka kartisti u T&T sistemu sa šaltera radi se putem transakcije Otprema pošiljaka. Pomoću PDT – a vrši se skeniranje bar koda na pošiljkama i njihovo povezivanje sa odgovarajućom bar kod oznakom kontejnera korišćenjem funkcije „Praćenje i kontrola / Kontejner / Pošiljke u kontejner“ te se tako na PDT – u pojavljuje zahtev za unos bar kodova pošiljki, a zatim unos bar koda kontejnera u koji se ove pošiljke stavljaju. E – mailom se do odredišnog punkta šalje obaveštenje o svim kontejnerima koji su otpremljeni i na osnovu e- mail – a vrši se savnjenje.

U PostTis sistemu segment Otprema sastoji se iz 2 celine: otprema i sačinjavanje vreće. Rad u formi „Otprema“ omogućava: otpremanje vreća kreiranih u fazi „Sačinjavanje vreća“ ka odredišnom čvoru i otpremanje pošiljaka van vreće ka odredišnom čvoru. Vrš se: definisanje otpreme - izbor odredišnog CPM u okviru Linije reda prevoza na kojoj se taj čvor nalazi, kreiranje i formiranje sadržaja otpreme, dodavanje entiteta otpremi, formiranje linijskog spiska razmene, realizacija i verifikacija otpreme, kreiranje i stavljanje pošiljaka u vreću, zatvaranje i ponovno otvaranje vreće. [3]

5.3 III faza tehnološkog procesa – transport

Prevoz, tj. transport je treća faza u prenosu poštanskih pošiljaka koja obuhvata proces prenošenja od otpreme do prispeća pošiljaka. Usluga transporta, odnosno prenošenja i praćenja pošiljaka, neophodna je karika u lancu aktivnosti koji čini poštansku uslugu. Prema prioritetu prenošenja, poštanske pošiljke dele se u 4 kategorije. Prevoz poštanskih pošiljaka organizuje se na 3 nivoa koja međusobno sačinjavaju jedinstvenu poštansku mrežu. Nivoi prevoza utvrđeni su ORP poštanskih pošiljaka, redovima prevoza poštanskih pošiljaka i drugim aktima kojima se reguliše prevoz poštanskih pošiljaka [1].

5.4 IV faza tehnološkog procesa – prispeće

Pod prispećem poštanskih pošiljaka podrazumeva se preuzimanje i otvaranje zaključaka od strane PC ili JPM u cilju otpreme i uručenja pošiljaka.

U PostNet sistemu najpre se vrši Razmena zaključaka između odgovornog lica u JPM (kartista) i pratnika, a nakon toga otvaranje i zavođenje pošiljaka [1].

Preuzimanje zaključaka u T&T sistemu vrši se na osnovu e – maila. U slučaju nepravilnosti na PDT – u koristi se funkcija „Praćenje i kontrola / Pomoćna funkcija“. Nakon preuzimanja i otvaranja zaključaka iz međunarodnog saobraćaja, u izmeničnoj pošti određuje se da li je potrebno pošiljke dostaviti na carinski pregled.

U PostTis sistemu rad u formi: „Prispeće“ omogućava aplikativnu potvrdu prispeća entiteta, a takođe su prikazani i procesi raspoređivanja i razrade vreća. Razlikuju se transakcije koje se obavljaju u formi „Prispeće“ sa raspoloživom informacijom u elektronskom obliku i transakcije bez raspoložive informacije u elektronskom obliku u čijem slučaju se najpre vrši: verifikacija entiteta u prispeću, savnjivanje i overa prispeća. Faza „Raspoređivanje“ namenjena je kompletiranju informacija za pošiljke van vreće i vreće koje su evidentirane u prispeću, ali bez raspoložive informacije u elektronskom obliku, a faza „Razrada vreće“ „uvođenju“ informacije o prispeću pošiljaka iz vreće u PostTis [3].

5.5 V faza tehnološkog procesa – uručenje

Uručenje predstavlja završnu fazu u procesu prenosa poštanskih pošiljaka i podrazumeva njihovu dostavu i isporuku primaocima.

U PostNet sistemu priprema pošiljaka za isporuku i dostavu sastoji se iz: kontrole pošiljaka, njihove podele i eventualnog portiranja. Mogu se razlikovati: isporuka pošiljaka korisniku, putem pregradaka, isporuka post – restant pošiljaka, isporuka pošiljaka po ostavljenom Izveštaju o prispeću, uručenje pošiljaka na adresi primaoca i u JPM [1].

Posle preuzimanja pošiljaka i zaključaka, u T&T sistemu, sve prispele pošiljke dele se na pošiljke za dostavu i pošiljke za isporuku u pošti. Nakon ovog postupka knjižene pošiljke predaju se radnim mestima koja pripremaju pošiljke za dostavu, odnosno isporuku. Priprema za dostavu knjiženih pošiljaka vrši se tako što se ove pošiljke podele po dostavnim reonima. LU se formira na osnovu podataka unešenih preko PDT – a korišćenjem funkcije „Napravi LU“. U okviru ove funkcije unose se podaci o ruti, tj. bar kod rute, a zatim sve pošiljke koje se dostavljaju na toj ruti. Nakon što preuzmu pošiljke svaki poštomoša će evidentirati preuzete pošiljke kroz funkciju „Napravi LU / Dostava u toku“ na PDT – u.

U PostTis sistemu Modul Uručenja sastoji se iz 4 segmenta: dostava, isporuka, E saopštenje – Preuzimanje i izveštaji. Segment Dostava sastoji se iz sledećih podsegmenata: dostavni spiskovi, naplata računa, razduženje novcem i čekovima, pregled neregularnih čekova i prijava manjka i viška blagajne poštara. Rad sa Dostavnim spiskovima u fazi zaduženja sastoji se iz sledeće grupe poslova: transakcije nad Dostavnim spiskom sa i bez sadržaja, definisanje sadržaja Dostavnog spiska i uvid u njega. Segment Isporuka sastoji se iz 5

podsegmenata: zaduženje, pojedinačna isporuka, grupna isporuka, vraćanje sa isporuke i štampa zaglavlja. [3]

6. KOMPARACIJA TEHNIČKIH, EKONOMSKIH I ORGANIZACIONIH KARAKTERISTIKA U EKSPLOATACIJI SISTEMA ZA PRAĆENJE POŠTANSKIH POŠILJAKA

Kao najvažnije tehničke karakteristike PostNet sistema mogu se izdvojiti to što se posao pomera ka opremi i da je to šalterska aplikacija sa maksimalnim iskorišćenjem telekomunikacionih vodova. Sistem T&T čine:

1. portabl terminal za podatke (PDT),
2. radna stanica za kontrolu i praćenje (T&T W/S) i
3. host računar za kontrolu i praćenje (T&T Host).

PostTis sistem, pored toga što je u osnovi šalterska aplikacija to je kompletan i kompleksan poštanski informacioni sistem koji omogućava kvalitetnije poslovanje i upravljanje u pružanju poštanskih usluga. Za njega je karakteristično to da favorizuje „elektronski“ u odnosu na „fizički“ pojavni oblik u eksploataciji.

PostNet je razvila firma IBIS SYS i taj projekat bio je relativno skup za Poštu Srbije. Sa razvojem novih usluga, tehnologija i uslužne delatnosti u Pošti Srbije nametnula se potreba proširenja PostNet – a, a samim tim su se pojavili i novi još veći troškovi što je uslovljalo orijentaciju na stvaranje domaćeg PostTis projekta kao rezultata angažovanja i opredeljenja da Pošta Srbije samostalno realizuje ovaj projekat.

Na osnovu tehničkih karakteristika T&T sistema može se zaključiti da je za ovaj sistem potrebno izvršavati nabavke i održavanje odgovarajućeg broja PDT – a, računara, štampača i komunikacionih podloga što bi Poštu Srbije u tekućoj godini koštalo oko 450 000 din., a to bi predstavljalo i približnu sumu koja bi bila potrebna i za uvođenje, legalizaciju i održavanje softvera.

Komparacija organizacionih karakteristika sistema praćenja prikazana je u tabeli 1.

Tabela 1: Komparacija organizacionih karakteristika prisutnih sistema praćenja pošiljaka

Organizacione karakteristike	
PostNet	- celokupna mreža predstavlja logičku celinu (jedinstven principu i komunikacioni protokoli) - mogućnost da svaka radna stanica u mreži može da ostvari komunikaciju sa svim drugim radnim stanicama i serverima - mogućnost povezivanja i zajedničkog rada sa računarskim mrežama korisnika i komiteta (poslovnim partnerima) - mreža je bazirana na opšte prihvaćenim principima i komunikacionim protokolima - mogućnost monitoringa rada i administriranja mreže iz jednog centra - obuhvaćeno je poslovanje celokupnog poštanskog sistema, operativno poslovanje mreže, dopuna poštanskih usluga, podrška svim poštanskim uslugama - mogućnost direktne komunikacije dva računara unutar mreže bez obzira na eventualne različite hijerarhijske nivoe kojima oni pripadaju - jednostavno proširivanje postojećih LAN – ova dodavanjem novih računara - jednostavno proširivanje PostNet mreže dodavanjem novih LAN – ova
Track and Trace	- koristi tehnologiju zasnovanu na bar kodu - omogućava pomeranje opreme ka mestu rada i efikasnije korišćenje prostora u poštama - postupak poziviranja pošiljaka je efikasniji i brži - unos podataka skeniranjem bar kod oznake je efikasniji i brži - smanjuju se troškovi prikupljanja podataka - veliki broj kvalitetnih izveštaja - mogućnost praćenja pošiljaka putem interneta - mogućnost praćenja vreća, kontejnera i posuda - veliki broj pomoćnih funkcija
PostTis	- integrisanje poštanskih poslovnih procesa u integralni informacioni sistem Preduzeća - preuzimanje informatičke podrške osnovnoj delatnosti u sopstveno vlasništvo i nadležnost - bolji i pouzdan kontakt sa biznis korisnicima - komunikacija sa okruženjem, kako sa velikim korisnicima tako i sa različitim pristupnim kanalima - raspoloživost – očekivani odziv sistema bez obzira na eksploatacione uslove - otvorenost prema drugim podsistemima unutar jedinstvenog informacionog sistema Preduzeća - prilagodljivost promenama u asortimanu usluga, novim tehnologijama i poslovnim pravilima - skalabilnost – podjednaka upotrebljivost za različit obim poslova i broj klijenata - upravljivost – upravljanje tokovima informacija - stalna veza sa izvorima podataka

7.SIMULATIVNI PRIKAZ OPTIMALNOG MODELA SISTEMA ZA PRAĆENJE I KONTROLU POŠTANSKIH POŠILJAKA

U ovom poglavlju zastupljeno je višekriterijumsko rangiranje karakteristika sistema praćenja pošiljaka sa ciljem određivanja i simulativnog prikazivanja optimalnog modela.

Za potrebe višekriterijumske analize korišćen je matematički model. U narednim tabelama (tabela 2, 3 i 4) prikazano je rangiranje sistema na osnovu više kriterijuma utvrđenih i dobijenih istraživanjem.

Tabela 2: Višekriterijumsko rangiranje i ocene tehničkih karakteristika

Karakteristike Sistemi	Oprema se pomera ka poslu	Posao se pomera ka opremi	Unos podataka	Dodatni razvoj i održavanje	Favorizovanje elektronskog oblika	Automatizacija procesa	Suma Σ
T&T	5	0	5	3	3	4	20
PostNet	0	5	3	2	4	4	18
PostTis	0	5	4	5	5	5	24

Izveden je zaključak da PostTis poseduje nešto bolje tehničke karakteristike od ostala dva sistema, što je utvrđeno zbirom ocena za svaku pojedinačnu karakteristiku. Iza PostTis - a su T&T i PostNet.

Tabela 3 prikazuje višekriterijumsko rangiranje ekonomskih karakteristika. Posebno je vršeno sumiranje cena i troškova za sisteme praćenja uz prethodno množenje za poslednjom vrstom – značaj, a posebno za ekonomičnost, produktivnost i rentabilnost.

Tabela 3: Višekriterijumsko rangiranje i ocene ekonomskih karakteristika

Karakteristike Sistemi	Cena (min)	Troškovi (min)	Ekonomičnost (max)	Produktivnost (max)	Rentabilnost (max)
T&T	4	4	5	5	2
PostNet	5	5	3	4	1
PostTis	2	3	4	5	3
Značaj	3	1	5	5	5

Na osnovu ocena karakteristika i odgovarajućih sumiranja kao rezultat nameće se da sistemi PostTis i T&T mogu da ostvare jednake ekonomske karakteristike u pogledu ekonomičnosti, produktivnosti i rentabilnosti uz dominaciju u odnosu na PostNet. U domenu cene i troškova i PostTis i T&T ostvaruju značajnu prednost u odnosu na PostNet.

Razmatrane su i organizacione karakteristike sistema uz ocenjivanje više kriterijuma što je prikazano u tabeli 4.

Tabela 4: Višekriterijumsko rangiranje i ocene organizacionih karakteristika

Karakteristike Sistemi	Prilagodljivost promenama	Prikupljanje Izveštaja o radu	Širenje sistema	Skalabilnost	Postupak potraživanja pošiljaka	Suma Σ
T&T	3	5	2	2	5	17
PostNet	4	4	4	3	4	19
PostTis	5	5	5	5	4	24

Sa aspekta organizacionih karakteristika, na osnovu istraživanja, najviše ocene dodeljene su sistemu PostTis koji se i ovde ističe u odnosu na ostala dva sistema.

Na osnovu komparacije sistema praćenja u svih pet faza tehnološkog procesa kao i na osnovu njihovih tehničkih, ekonomskih i organizacionih karakteristika u eksploataciji, kao rezultat može se izvesti određen optimalan model usled kombinovanog korišćenja postojećih tehnologija koji je prikazan u tabeli 5.

Tabela 5: Simulacija optimalnog modela kao rezultata kombinovanog korišćenja postojećih tehnologija

Tehnološki proces	Priljem	Oprema	Transport	Prispeće	Uručenje
JPM za prerađu poštanskih pošiljaka	Ne postoji	PostTis	Track and Trace	PostTis (T&T)	Ne postoji
za pružanje usluga korisnicima	PostTis	PostTis	PostNet	PostTis	PostTis

8. ZAKLJUČAK

Karakteristika PostNet – a da je vezan za šaltersko poslovanje prisutna je i kod PostTis sistema. I u jednom i u drugom slučaju, pošiljke se moraju doneti do JPM.

Karakteristika T&T – a je ta da se u njegovom slučaju ide ka poslu, tj. radna oprema se pomera ka poslu a ne posao ka mestu gde je oprema, što predstavlja reinženjering procesa i kompletnu reorganizaciju sistema.

U PostTis sistemu karakteristično je to što se u prispeću vrši skeniranje pošiljaka i vreća na osnovu informacije u elektronskoj formi, koja je preispela putem e – mail – a, pre fizičkog prispeća vozila sa pošiljkama, što predstavlja određenu sličnost sa T&T sistemom.

Deo PostTis sistema vezan je za šaltersko poslovanje i posao se pomera ka opremi kao kod PostNet – a u pojedinim fazama tehnološkog procesa, dok u nekim fazama tehnološkog procesa PostTis uključuje upotrebu PDT uređaja i određenu komunikaciju putem e – mejla, stoga sam na osnovu tih odgovarajućih sličnosti i predložio optimalan model koji bi predstavljao kombinaciju ova tri sistema.

Istraživanjem, višekriterijumskom analizom i ocenjivanjem došao sam do zaključka da PostTis ostvaruje prednosti u odnosu na ostale sisteme u domenu svih karakteristika osim u aspektu ekonomskih karakteristika gde je jednak sa T&T sistemom. Stoga sam predložio da optimalan model predstavlja kombinaciju ova dva sistema u JPM za prerađu pošiljaka, dok bi u JPM za pružanje usluga korisnicima PostTis bio dominantan. Na ovaj način i uz ovaj model smatram da bi Pošta Srbije ostvarila značajnu konkurentnu prednost i povećanu produktivnost uz minimalne troškove i ulaganja.

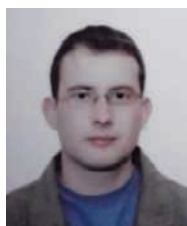
9. LITERATURA

[1] Kujačić M: „Nove tehnologije i usluge u poštanskom saobraćaju“, FTN, Novi Sad, 2011. godine.

[2] Priručnik za tehnološku obuku šalterskih radnika, JP PTT saobraćaja „Srbija“, Beograd.

[3] JP PTT Saobraćaja „Srbija“: POŠTANSKI TEHNOLOŠKO INFORMACIONI SISTEM – PostTIS, UPUTSTVO ZA RAD, Beograd, mart 2012 godine.

Kratka biografija:



Ivan Jokić rođen je u Loznici 1988. god. Diplomski - master rad odbranio je 2012. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije.

**PRIMENA 3D FOTOGRAMETRIJE U ANALIZI OŠTEĆENJA VOZILA U
SAOBRAĆAJNIM NEZGODAMA****ANALYSIS OF DEFORMATION CHARACTERISTICS OF COLLISION VEHICLES
USING 3D PHOTOGRAMMETRY**

Ivan Jovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Pod fotogrametrijom podrazumevamo metodu merenja kojom se rekonstruišu položaj i oblik snimljenog detalja upotrebom jedne ili više fotografija bez direktnog kontakta sa njima. U radu je prikazana primena fotogrametrije u analizi oštećenja vozila nastalih u saobraćajnim nezgodama. Ova beskontaktna metoda je brza, precizna i pogodna, čime omogućuje znatnu uštedu u vremenu potrebnom za sprovođenje uviđaja saobraćajne nezgode. Na osnovu fotografija oštećenih vozila i primenom programskog paketa Photomodeler izvršeno je merenje dubine oštećenja vozila. Podaci sa merenja se unose u programski paket PC Crash, pomoću koga se izračunava vrednost EES (Energy Equivalent Speed). Vrednost EES predstavlja polazni parametar za izračunavanje brzine vozila u trenutku sudara energetsom metodom.

Ključne reči: Fotogrametrija, Photomodeler, brzina, oštećenje vozila, saobraćajne nezgode.

Abstract – Photogrammetry is a measurement method by which we can reconstruct the position and shape of the recorded detail using one or more pictures without direct contact with it. This paper describes the use of photogrammetry in the analysis of deformation characteristics of collision vehicles. This contactless method is fast, accurate and convenient, allowing significant savings in the time required for inspection of traffic accidents. On the basis of photographs of damaged vehicles and with implementation of software package Photomodeler it is possible to measure depth of the damage vehicle. Data from the measurements are entered into the software package PC Crash, which is used to calculate EES (Energy Equivalent Speed). The value of EES is the initial parameter for calculating the vehicle impact speed.

Key words: Photogrammetry, Photomodeler, Speed, Vehicle damage, Traffic accident.

1. UVOD

Naučna disciplina koja se bavi korišćenjem fotografije u merne svrhe jeste fotogrametrija. Fotogrametrija podrazumeva metodu merenja kojom se rekonstruišu položaj i oblik snimljenog detalja upotrebom jedne ili više fotografija bez direktnog kontakta sa njima. Jedan od primarnih zadataka fotogrametrije je merenje

pojedinačnih tačaka odnosno određivanje položaja tačaka u 3D prostoru upotrebom fotografija.

Primenom fotogrametrije u uviđajnom postupku se značajno smanjuje vreme postupka i zaobilaze greške koje mogu nastati usled subjektivne sposobnosti ili nemogućnosti da se otkriju svi tragovi koji mogu poslužiti u daljim analizama. Fotogrametrijskim snimanjem mesta nezgode se obezbeđuje trajan, arhivski snimak na osnovu kojeg se mogu vršiti sva buduća merenja u cilju utvrđivanja dinamičkih parametara same nezgode (npr. brzina kretanja učesnika nezgode), otkrivanje novih tragova i dokaza itd. Izlazni proizvod primene fotogrametrije u postuviđajnom postupku su mogućnosti raznih merenja i 3D modelovanja.

Kao jedan od tragova koji duže vremena zadržavaju oblik koji su imali neposredno posle sudara su deformacije vozila koje nastaju u toku sudara. Predmet ovoga rada jeste primena 3D fotogrametrije u izračunavanju sudarne brzine vozila na osnovu izgubljene energije u procesu deformisanja. Merenje dubine oštećenja je jednostavno, ako se znaju tačne dimenzije i oblik vozila u normalnom stanju (predsudarnom), koje se upoređuju sa modelom vozila posle sudara. Na osnovu merenja moguće je utvrditi količinu utrošene kinetičke energije na deformaciju vozila, odnosno utvrđivanje dela brzine koju je automobil izgubio tokom sudara. Poznavanjem brzine automobila koja je izgubljena na deformaciju moguće je utvrditi sudarnu brzinu, a uz pomoć tog podatka i izmerenih tragova kočenja vozila, može se odrediti i brzina kretanja vozila u momentu nastanka opasnosti.

2. FOTOGRAFIJA

Da bi se započeo postupak fotogrametrijske analize nekog objekta potrebno je prikupiti što više informacija o objektu, kako bi se što pouzdanije definisao. Kod fotogrametrije, fotografija predstavlja izvor i nosioca informacija. Fotografija je proizvod kamere, koja radi na istom principu kao čulo vida kod čoveka. Predmeti su vidljivi kada su osvetljeni (sunčevim ili drugim izvorom svetlosti). Svetlost putuje od predmeta kroz zenicu i očno sočivo do mrežnjače koja je osetljiva na svetlost, gde se pretvara u električni impuls (signal) i šalje se putem nerva do kore velikog mozga, gde se registruje optička slika predmeta. Kod kamere svetlost prolazi kroz otvor objektiva (blende) i sistem sočiva, zatim se projektuje i snima bilo na fotografskom filmu ili CCD (*Charge-coupled device*) senzorima.

Za fotografiju se može reći da ima dokumentacioni i merni značaj. Pod dokumentacionim svojstvom podrazumeva se snimanje šire i uže lokacije mesta

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Zoran Papić, docent.

nezgode, krajnji položaj vozila, oštećenja vozila, nastradalih lica, tragove krvi, guma, grebanja i druge predmete. Iz ovog svojstva dobijaju se informacije o postojanosti objekata i tragova uviđaja, kao i njihovom međusobnom položaju. Ovaj aspekt fotografije je ujedno i najprisutniji u svakodnevnoj praksi. Merni značaj fotografije odnosi se na mogućnost da se na osnovu fotografija odrede značajne dimenzije sa terena, odnosno terenske koordinate tačaka. Mogućnost merenja na osnovu fotografija rešava neke probleme, a pre svega problem subjektivnosti, preciznosti i sveobuhvatnosti merenja na licu mesta. Naučna disciplina koja se bavi korišćenjem fotografije u merne svrhe je fotogrametrija.

3. FOTOGRAMetriJA

Pod fotogrametrijom se podrazumeva metoda merenja kojom se rekonstruišu položaj i oblik snimljenog detalja upotrebom jedne ili više fotografija u analognom ili digitalnom obliku bez direktnog kontakta sa njima. Fotogrametrija predstavlja metodu kojom se terenski rad svodi na minimum, a gde je ulazni podatak fotografija, a izlazni mapa, crtež ili 3D model nekog objekta ili prostora.

Primena metoda analitičke i digitalne fotogrametrije predstavlja osnovu za brzo i masovno prikupljanje prostornih podataka. Na taj način se dugotrajno merenje pomoću traka zamenjuje jeftinijim, bržim i jednako kvalitetnim fotogrametrijskim merenjem. Jedan od primarnih zadataka fotogrametrije je merenje pojedinačnih tačaka odnosno određivanje položaja tačaka u 3D prostoru upotrebom analognih ili digitalnih fotografija. Merenje pojedinačnih tačaka može biti vrlo precizno i rezultati su jednaki ili čak i bolji od rezultata dobivenih drugim metodama merenja.

Razvojem digitalne fotogrametrije otvorene su nove mogućnosti. Digitalizacija fotografije je dovela do ubrzanog razvoja i sve veće primene fotogrametrije u različitim naučnim oblastima, bilo za potrebe merenja ili 3D modelovanja. Ovo istraživanje bavi se snimanjem objekata, odnosno motornih vozila i njihovih oštećenja nastalih u saobraćajnim nezgodama. Izlazni proizvod primene fotogrametrije u postupku rekonstrukcije saobraćajne nezgode su mogućnosti raznih merenja i 3D modelovanja.

Primena fotogrametrije u postupku analize saobraćajnih nezgoda ima brojne prednosti u odnosu na tradicionalnu metodu, od kojih su najvažnije:

- mogućnost fotografisanja nepristupačnih objekata,
- mogućnost fotografisanja u teškim vremen. uslovima,
- utvrđivanje dimenzija i odnosa tragova,
- skraćivanje vremena uviđaja,
- trajno dokumentovanje stanja u toku uviđaja.
- smanjenje osoblja i opreme,
- mogućnost integracije sa tradicionalnom metodom.

S obzrom na navedene prednosti za fotogrametriju može se reći da je to brza, jednostavna i pouzdana metoda vršenja uviđaja saobraćajne nezgode.

3.1. Primena 3D fotogrametrije u analizi oštećenja vozila u saobraćajnim nezgodama

3D fotogrametrija se primenjuje kada je potrebno rekonstruisati objekat u 3D sistemu, odnosno izvršiti

povrat informacija izgubljenih u procesu snimanja. Pošto, fotografija predstavlja 2D sliku 3D objekta, u njenom postupku nastanka treća dimenzija slikanog objekta se gubi. Dakle, izgubljene informacije su u stvari treća dimenzija. Za takve potrebe potrebno je željeni objekat ili scenu fotografisati najmanje sa dve različite pozicije.

Ovaj rad se fokusira na rekonstrukciji 3D modela vozila sa oštećenjima nastalim u saobraćajnim nezgodama. Ovakvo modeliranje je veoma praktično jer se mogu meriti rastojanja između tačaka, a mogu se utvrditi i njihove 3D koordinate i to iskoristiti za:

- merenje dubine oštećenja vozila,
- proračun izgubljene energije u toku sudara,
- određivanje brzine vozila u trenutku sudara,
- određivanje sudarne pozicije vozila,
- utvrđivanje pravaca kretanja vozila pre sudara.

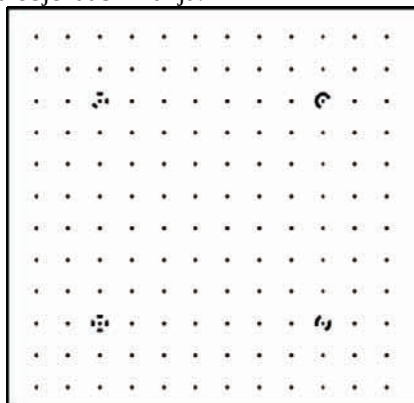
Merenje dubine oštećenja je jednostavno, ako se znaju tačne dimenzije i oblik vozila u normalnom stanju (pedsudarnom) i uporede se sa modelom vozila posle sudara. Na osnovu tih merenja može se utvrditi količina utrošene kinetičke energije na deformaciju vozila, odnosno utvrditi deo brzine koju je automobil izgubio tokom sudara. Poznavanjem brzine automobila koja je izgubljena na deformaciju moguće je utvrditi sudarnu brzinu, a uz pomoć tog podatka i izmerenih tragova kočenja vozila, moguće je odrediti brzinu kretanja vozila u momentu nastanka opasnosti.

Određivanje sudarne pozicije je omogućeno primenom fotogrametrijskih softvera, kada se kreirani modeli vozila koja su učestvovala u saobraćajnoj nezgodi pomeraju sve dok se ne utvrdi položaj koji u tačnosti oslikava njihove pozicije u trenutku sudara. Sva ova merenja i modelovanja ne bi bila tako lako dostupna bez adekvatne softverske podrške. Savremeni programski paket, korišćen u ovom istraživanju je Photomodeler scanner koji omogućava da se u potpunosti iskoriste sve prednosti fotogrametrije i 3D modelovanja.

3.2. Kalibracija

Kalibracija je po definiciji poređenje između dve mere, odnosno mere poznate veličine sa merom nepoznate veličine utvrđene nekim mernim uređajem. Kalibracija mernih uređaja je nužna kako bi njihovo merenje bilo tačno. Kamera može biti merni uređaj koji pruža dve informacije. Prva informacija je informacija o boji, odnosno intenzitetu svetlosti, dok druga informacija govori o položaju snimanog objekta u prostoru. Kako bi dolazne informacije sa kamere imale značenje, kameru je potrebno kalibrirati. Zavisno od namene, odnosno od vrste merenja za koje će kamera služiti, potrebno je izvršiti kalibraciju boje, geometrijsku kalibraciju ili obe vrste kalibracije. U ovom radu fokus je stavljen na geometrijsku kalibraciju, jer se kamera koristi u fotogrametrijske svrhe, gde kalibracija boja snimanog objekta nema značaja za preciznost primenjene metode. Geometrijska kalibracija je potrebna ukoliko se kamera koristi za merenje položaja i oblika objekata u sceni. Cilj kalibracije kamere je pronalaženje veze između tačke sa svojim koordinatama u prostoru, sa koordinatama piksela u koji se ta tačka prostora projektuje. Proizvod kalibracije kamere je mogućnost određivanja koji piksel senzora kamere odgovara kojem skupu tačaka u prostoru. Skup

tačaka u prostoru koji se projektuje u jednu tačku na senzoru kamere nalazi se na istom pravcu. Kalibracijom se definišu parametri unutrašnje i spoljašnje orijentacije kamere. Spoljašnji parametri govore o položaju kamere u prostoru u trenutku snimanja, odnosno njene orijentacije u odnosu na objekat snimanja.



Slika 1. Kalibracijska šema korišćena u sklopu programskog paketa Photomodeler

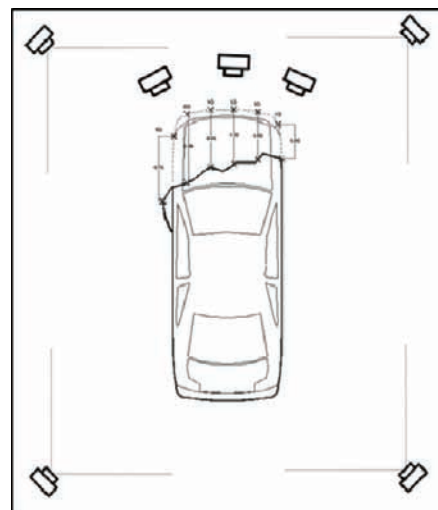
Primenjeni postupak kalibracije kamere u ovom radu svodi se na fotografisanje kalibracijske šeme iz nekoliko različitih pozicija, kako bi se povećala preciznost, zatim importovanja fotografija u *Photomodeler*, koji na kraju pruža izlazne podatke za unutrašnje i spoljašnje parametre kamere (Slika 1).

4. MATEMATIČKE OSNOVE FOTOGRAMetriJE

Fotografija predstavlja dvodimenzionalnu persektivnu projekciju snimljenog trodimenzionalnog (3D) objekta, sa centrom perspektive u objektivu kamere. Procesom projekcije treća dimenzija se gubi. Nemoguće je rekonstruisati 3D prostor iz 2D fotografije bez određenih pretpostavki ili dodatnih informacija o objektu. To je jedan od razloga zbog čega fotogrametrijski postupak zahteva minimum dve fotografije istog objekta sa različitih pozicija snimanja, kao bi se izvršila rekonstrukcija željenog objekata. Naime, fotogrametrija predstavlja obrnuti postupak u odnosu na perspektivnu projekciju.

5. PRIMENA SOFTVERA U ANALIZI OŠTEĆENJA VOZILA

Izlazni proizvodi primene fotogrametrije u analizi oštećenja vozila u saobraćajnim nezgodama su mogućnosti raznih merenja i 3D modelovanja. Analiza oštećenja vozila je znatno unapređena primenom odgovarajućih softvera. Osnovu ovog istraživanja predstavlja programski paket *Photomodeler*, koji svojim izvanrednim funkcijama podiže kvalitet fotogrametrijskog projekta. Integriranjem fotogrametrijskog softvera sa određenim programskim paketima, vrši se dodatno usavršavanje. U ovom radu kao pomoćni programski paketi su korišćeni *AutoCad* i *PC Crash* (aplikacija *CRASH3*). Kako bi fotogrametrijska analiza oštećenja vozila bila kvalitetno urađena neophodno je obaviti određene pripremne radnje. Veom je bitno koristiti što kvalitetniju opremu, koju je potrebno integrisati i njome pažljivo rukovati kako bi se dobili najbolji mogući rezultati. U potrebnu opremu spadaju kamera, kalibracijska šema, markeri, stativ.



Slika 2. Pozicije kamere u toku snimanja oštećenja vozila

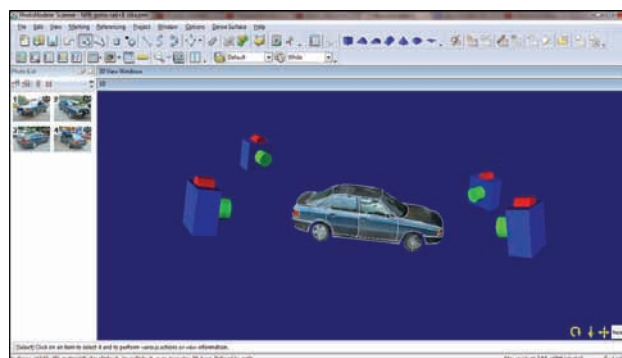
5.1. Photomodeler

Photomodeler je Microsoft Windows programski paket koji omogućava izradu preciznih i visokokvalitetnih 3D modela i merenja pomoću fotografija. Ovaj program istovremeno omogućuje integraciju postupka modelovanja objekata pomoću fotografija sa primenom fotogrametrije.

Koristeći kameru kao ulazni uređaj, *Photomodeler* omogućuje precizno snimanje detalja u veoma kratkom roku. Da bi se koristio *Photomodeler* potrebno je raspolagati jednom ili više fotografija terena ili objekta.

Ovaj program predstavlja veoma koristan i kvalitetan alat u forenzičkom inženjerstvu i rekonstrukciji saobraćajnih nezgoda. Njegova primena dolazi do izražaja kada je potrebno što brže obaviti uviđaj mesta saobraćajne nezgode. *Photomodeler* omogućava da se uviđaj obavi isključivo samo uz pomoć fotografija, a da se kasnije uz njihovu pomoć modeluju objekti i uzimaju mere. Posebno je interesantna primena kod modelovanja i merenja dubina oštećenja vozila. Dokazano je, da postoji povezanost između stepena oštećenja vozila i brzine vozila u trenutku sudara. Naime, dubina oštećenja ukazuje koliko je energiju vozilo absorbovalo u trenutku sudara, čime se može izračunati koliko je brzinu vozilo izgubilo u trenutku sudara, odnosno koliko je energiju potrošilo na deformacioni rad. Meranjem oštećenja, poznavanjem principa deformacije vozila tokom sudara i ponašanja vozila posle sudara moguće je vrlo precizno odrediti sudarnu brzinu vozila.

5.2. Kreiranje 3D modela vozila

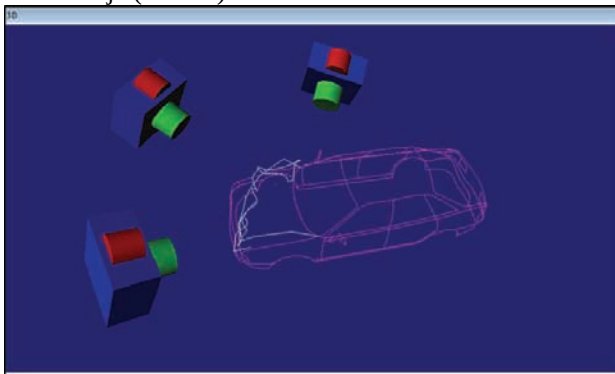


Slika 3. Izgled 3D modela sa teksturom

Na slici 3 je prikazan kreirani model vozila marke AUDI 80 sa teksturom. Ovako dobijen model je moguće snimiti u raznim formatima, čime je omogućeno korišćenje modela u drugim programskim paketima za potrebe simulacija i animacija (CAD, PC Crash, i sl.) u raznim oblastima automobilske industrije, a naročito za potrebe rekonstrukcije saobraćajnih nezgoda.

5.3. Merenje dubine oštećenja vozila

Merenje dubine oštećenja vozila AUDI 80, je omogućeno spajanjem 3D modela oštećenog i neoštećenog vozila. Merenjem odstupanja oštećene (bele) konture od neoštećene (crvene) konture definišu se parametri deformacije (Slika 4).

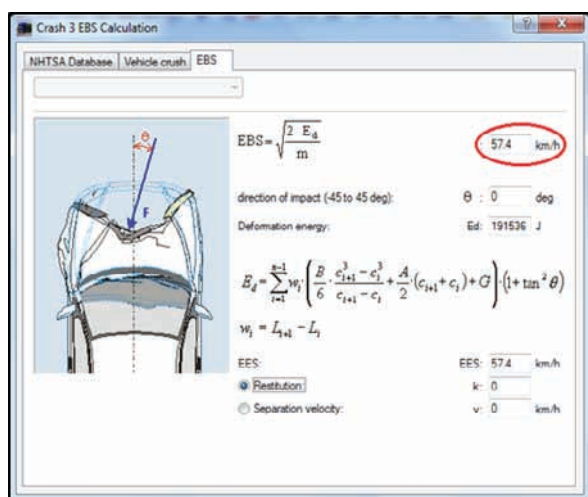


Slika 4. Prikaz oštećenja vozila i pozicije snimanja

Radi boljeg merenja integrisani model je eksportovan u programski paket AutoCad.

5.4. Metode za proračun sudarne brzine vozila na osnovu dubine oštećenja

Najpouzadnija metoda za proračun brzine vozila na osnovu deformacija je metoda zasnovana na CRASH 3 algoritmu. Ovaj algoritam se nalazi u sklopu programskog paketa PC Crash 8.1. Primenom metode na datom primeru dobija vrednost EES (Slika 5).



Slika 5. Prikaz oštećenja vozila i pozicije snimanja

Vrednost brzine izgubljene na deformaciju vozila, izračunata primenom metode zasnovane na CRASH 3 algoritmu se nalazi na trećoj kartici i iznosi 57,4 km/h.

6. ZAKLJUČAK

Kao jedna od najvažnijih prednosti fotogrametrije ističe se ušteda u vremenu uviđaja, koja doprinosi mnogim sekundarnim uštedama. S obzrom na navedene prednosti za fotogrametriju se može reći da je to brza, jednostavna i pouzdana metoda vršenja uviđaja saobraćajne nezgode.

Na osnovu ovog istraživanja dokazana je mogućnost kreiranja 3D modela vozila sa realnim teksturama i merenje dubine oštećenja vozila fotografijama načinjenim nepoznatom kamerom.

Za programski paket Photomodeler se može reći da ima mnogo toga da ponudi u fotogrametrijskoj analizi oštećenja vozila. Daje veoma efikasno rešenje – mali utrošak vremena za izradu projekta, a sa druge strane, veoma kvalitetne i realistične konačne proizvode. Jednostavan je za korišćenje, a sposoban da izmodelira i veoma kompleksne detalje sa zadovoljavajućom tačnošću. Podržava učitavanje snimaka raznih formata što daje prostor korišćenju amaterskih kamera i samim tim smanjuje troškove izrade projekta. I konačno, programski paket PhotoModeler nudi mogućnost merenja i analiza na osnovu jednom prikupljenih snimaka, što smanjuje vreme provedeno na terenu i isključuje mogućnost nedostatka podataka potrebnih za dodatna merenja.

7. LITERATURA

- [1] Coyle, F., „Digital close-range photogrammetry in motor vehicle accident reconstruction“, Dublin Institute of Technology, 2008.
- [2] Kosanović, M., „Metode kalibracije kamere“, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2010.
- [3] Marčeta, M., Osnovi fotogrametrije, Visoko građevinska –geodetska škola, Beograd, 2007.
- [4] Bogičević, D., Kostić, S., Gladović, P., Konstrukcija i primena dijagrama energetske raste za tipse mode vozila, Zbornik radova, Zlatibor, 2011.
- [5] Lipovac, K., Vujanić, M., Ristić, Ž., Fotografisanje oštećenih vozila, D.D. „Slovo“, Kraljevo, 2000.

Kratka biografija:



Ivan Jovanović rođen je u Pirotu 1987. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Bezbednosti saobraćaja odbranio je 2012.god.
ivan_santana87@yahoo.com

RAZVOJ BEŽIČNIH ŠIROKOPOJASNIH MREŽA POŠTE SRBIJE**DEVELOPMENT OF WIRELESS BROADBAND NETWORKS IN SERBIAN POST**Krsto Zejak, Momčilo Kujačić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljene su aktuelne tehnologije koje se koriste u mobilnim i širokopojasnim bežičnim komunikacijama. Analizirani su IT resursi Pošte Srbije. Opisan je proces planiranja razvoja i mogućnosti primene WiFi i WiMax sistema u Pošti Srbije.

Abstract – In this paper are represented the current technologies used in mobile and wireless broadband communications. IT resources at the Post Office of Serbia are analyzed in this study. The process of development planning was described, and applicability of WiFi and WiMax systems to the Post Office of Serbia.

Ključne reči: WiFi, WiMax, Wi-Fi Mesh

1. UVOD

Ubrzani razvoj informaciono-komunikacionih tehnologija ima za rezultat sve veće zahteve korisnika za velikom brzinom i visokim kvalitetom prenosa, kao i pristup velikom broju različitih servisa, koji podstiče razvoj savremenih telekomunikacija. Tako su sve veće potrebe za širokopojasnim pristupom podacima, glasovnim i video servisima dovele do razvoja i implementacije velikog broja širokopojasnih pristupnih tehnologija. Javno preduzeće PTT saobraćaja „Srbija“ ima zakonsku obavezu da pruži kvalitetan pristup servisu poštanskih usluga korisnicima, i u urbanim, i u teško dostupnim ruralnim područjima. Iz tog razloga, Pošta Srbije ima razvijenu mrežu koja pokriva celu teritoriju Republike Srbije, a to predstavlja dobar potencijal za razvoj bežične širokopojasne mreže. Da bi ostvarila uspešne poslovne rezultate u razvijenom tržištu komunikacija na dugoročnom planu, Pošta mora da ulaže u razvoj infrastrukture, novih tehnologija i usluga.

U ovom radu će biti reči o razvoju bežične širokopojasne mreže Pošte Srbije. Počeci umrežavanja vezuju se za prve telegrafске i telefonske linije kojima su se prenosile informacije do udaljenih krajeva. Današnje brze računarske, bežične, mreže omogućavaju da se sa bilo koje tačke na planeti možete prikačiti na mrežu i doći do željenih informacija. Razvoj tehnologija za bežični širokopojasni pristup, odnos cena/kvalitet, a pre svega brzina izgradnje bežičnih komunikacionih sistema, daje im prednost nad ostalim danas raspoloživim komunikacionim sistemima. To su optimalna rešenja za teško pristupačna, ruralna, a u poslednje vreme i gradska područja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor dr Momčilo Kujačić, redovni profesor.

2. KLASIFIKACIJA BEŽIČNIH KOMUNIKACIJA

Bežične mreže se mogu klasifikovati na osnovu većeg broja kriterijuma, uključujući:

- ✓ geografsku pokrivenost;
- ✓ nivo mobilnosti; i
- ✓ dozvoljeni spektar zračenja.

U tabeli 1. prikazani su različiti komunikacioni sistemi čija je podela izvršena na osnovu geografske pokrivenosti.

Mreža	Standard	Max. brzina	Frekventni opseg	Pokrivenost
WPAN	IEEE 802.15.1	1 Mb/s	2,4 GHz	100 m
	IEEE 802.15.3a	200 Mb/s	3,1-10,6 GHz	10 m
	IEEE 802.15.4	250 kb/s	2,4 GHz	30 m
WLAN	IEEE 802.11a	54 Mb/s	5 GHz	300 m
	IEEE 802.11b	11 Mb/s	2,4 GHz	
	IEEE 802.11g	54 Mb/s	2,4 GHz	
	HIPERLAN 2	54 Mb/s	5 GHz	
WMAN	IEEE 802.16	134 Mb/s	10-66 GHz	30 km
	IEEE 802.16a	70 Mb/s	2-11 GHz	
WWAN	GSM	9,6/57,6 kb/s	900/1800/1900 MHz	35 km
	GPRS	115 kb/s		
	EDGE	384 kb/s		
	UMTS/WCDMA	2 Mb/s	1900-2025 MHz	20 km
BSN	BGAN	492 kb/s	1,5-1,6 GHz	globalna

Tabela 1. Klasifikacija bežičnih komunikacija

2.1. WiFi tehnologija

Prva uspešna, i do sada još uvek najpopularnija tehnologija WLAN mreža, jeste Wireless Fidelity – Wi-Fi, usvojena kao standard pod oznakom IEEE-802.11. Nastala kao plod rada na prevazilaženju problema kabliranja u lokalnim računarskim mrežama, Wi-Fi je tokom vremena postigao takav uspeh, da se danas koristi i za mreže koje pokrivaju teritorije gradova.[1] Veliki uspeh ova tehnika duguje stalnom radu na unapređenju i praćenju novih tehničkih rešenja, kao i svojevrsnom MAC protokolu koji je dizajniran sa prvenstvenim ciljem da obezbedi jednostavnost u mrežnom pristupu, te za korišćenje Wi-Fi terminala nije potrebna nikakva posebna stručnost.

U početku je Wi-Fi koristio SS tehniku (IEEE-802.11b) kao i CDMA, ali je tokom vremena usvojen OFDM (IEEE-802.11a,g) da bi najnoviji standardi usvojili i MIMO tehniku (IEEE-802.11n). Koristi se adaptivna regulacija protoka u zavisnosti od kvaliteta signala. MAC protokol je distribuirane prirode, tj. ne postoji centralno upravljanje mrežom, na bazi CSMA-CA, koji pruža jednostavnost, ali je istovremeno i dosta neefikasan, te korisni protok ne prelazi 47% bruto protoka. Maksimalni

bruto protoci su za „b“ 11 Mb/s, za „a,g“ 54 Mb/s, a za „n“ teorijski 600 Mb/s, dok se u praksi postiže nešto iznad 100 Mb/s. Sistem radi na nelicenciranom opsegu od 2,4 GHz (osim „a“ verzije koja radi na 5,4 GHz).

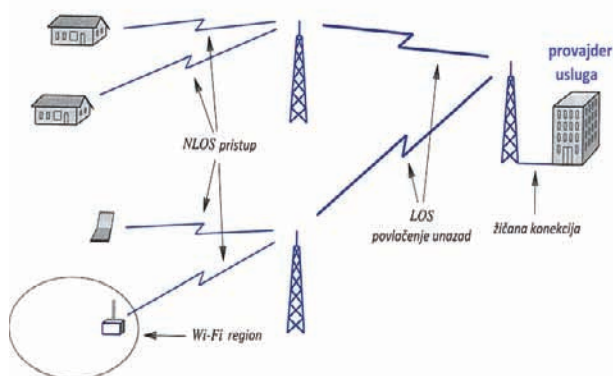
Glavne mane ove tehnologije su to što Wi-Fi mreže ne garantuju kvalitet prenosa i pojava „zasićenja protoka“ kod većeg broja korisnika. To je cena jednostavnosti MAC protokola i rada u nelicenciranom frekvencijskom opsegu.

2.2. WiMax sistem

Ogroman uspeh Wi-Fi sistema i njegovi nedostaci koji su se značajno ispoljili, posebno u slučaju većeg broja korisnika, doveli su do razvoja nove tehnologije Worldwide Interoperability for Microwave Access – WiMAX, usvojene kao standard pod imenom IEEE-802.16 [2].

U prvoj verziji koja je praktično korišćena, IEEE 802.16d, omogućen je samo fiksni rad, a u novijoj, IEEE 802.16e, uvedena je i mobilnost i MIMO tehnika. U zavisnosti od kvaliteta signala adaptivno se menja protok promenom šeme kodovanja i modulacije (PSK do 64QAM).

Za razliku od WiFi-ja, WiMAX nudi veći maksimalan domet (do 50 km) i veću maksimalnu brzinu prenosa (do 75 Mbit/s) kako pri povezivanju pri optičkoj vidljivosti tako i u njenom odsustvu, koje prate visok nivo pouzdanosti i dostupnosti, kao i bezbednosti. Korišćenje OFDM tehnike omogućilo je WiMAX-u da uvede jednu vrlo korisnu funkciju, spektralnu prilagodljivost. U zavisnosti od raspoloživog spektra, sistem može da radi u frekvencijskom opsegu od 1,25 do 20 MHz. Velika prednost WiMAX-a je i u tome što je od samog početka dizajniran tako da se u potpunosti oslanja i podržava IP protokol.



Slika 1. Ilustracija WiMax-a upotrebljenog za pristup i backhaul

3. IT RESURSI U POŠTI SRBIJE

JP PTT saobraćaja "Srbija" sa svojim objektima pokriva područje cele Srbije, pa je samim tim i poštanski Intranet - rasprostranjena mreža bez koje je danas nezamislivo obavljanje osnovnih delatnosti preduzeća.

PostNet mreža je upravo nastala kao realizacija novih tehnoloških mogućnosti koja je obezbedila liderstvo nad ostalim kompanijama, koje su za cilj imale povezivanje svojih filijala. Umrežene su pošte u celoj Srbiji, sa preko 1500 on-line šaltera.

PostNet je jedinstvena širokopojasna mreža (WAN), koja suštinski predstavlja Intranet za poslove pošte i njenih komitenata. Mreža je organizovana oko četiri regionalna čvorišta u Beogradu, Novom Sadu, Kragujevcu i Nišu, koja su međusobno povezana linkovima kapaciteta 2Mbps.

Na ove čvorove vezuju se 27 regionalnih čvorova, takođe linkovima od 2Mbit/s, čime se obezbeđuje potpuna pokrivenost Republike Srbije. Na ta regionalna čvorišta su povezani lokalni centri, takođe linkovima kapaciteta 2Mbps. Pošte su na mrežu povezane sinhronim i asinhronim iznajmljenim vezama, dial-on-demand vezama ili preko L2TP/L2F VPDN servisa.

Rutiranje saobraćaja na mreži podržavaju ruteri firme Cisco Systems, počev od modela Cisco 7507 – za najviši nivo – do modela Cisco 3640 – za regionalne čvorove. Na regionalne servere vezuju se lokalne računarske PTT mreže koje pokrivaju poslovanje pošte. [5]

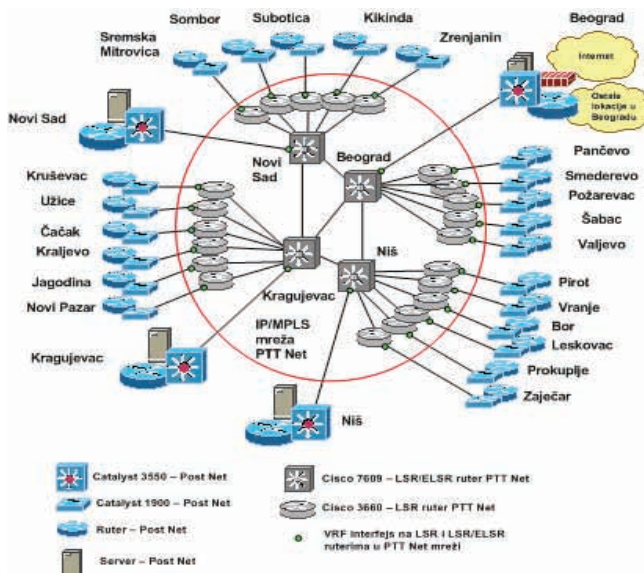
Može se reći da je PostNet osnova za jedinstveni informacioni sistem Pošte. PostNet mreža je projektovana tako da omogućava:

- Nadzor i upravljanje celokupnom PostNet mrežom iz jednog centra;
- Definisanje prava korisnika koji pristupaju PostNet mreži;
- Mogućnost direktne komunikacije dva računara u PostNet mreži bez obzira na eventualno različite nivoe kojima oni pripadaju;
- Povezivanje LAN-ova svih jedinica poštanske mreže u jeinstvenu PostNet mrežu;
- Jednostavno proširivanje postojećih LAN-ova dodavanjem novih računara;
- Jednostavno proširivanje PostNet mreže dodavanjem novih LAN-ova;
- Povezivanje PostNet mreže sa drugim računarskim mrežama (mrežama komitenata...);
- Pristup Internetu sa svakog računara iz PostNet mreže;
- Pristup sa Interneta javnom delu PostNet mreže.

3.1. PTT Net mreža

Dosadašnji razvoj Internet provajdera PTT Net obeležen je neprestanim rastom broja korisnika, proširenjem broja raspoloživih tehnika za pristup Internetu (ADSL, kablovski pristup, dial-up, iznajmljene linije...), uvođenjem dodatnih servisa (server hosting, VPDN, VPN) [4] kao i povećanjem prenosnih kapaciteta kako na linkovima u okviru PTT Net mreže tako i na linkovima ka Internetu.

Uvođenje MPLS tehnologije u PTT Net mreži omogućava ovom provajderu veću konkurentnost na domaćem tržištu provajdera Internet i komunikacionih usluga jer pored unapređenja postojećih otvara se mogućnost i za implementaciju novih, naprednih servisa. Za samo Javno preduzeće PTT Saobraćaja Srbije MPLS tehnologija donosi integraciju IP komunikacione infrastrukture preduzeća, do sada razdvojene u dve nezavisne mreže, što je praćeno i odgovarajućom ekonomskom racionalizacijom u pogledu zakupa prenosnih linkova.



Slika 2. PostNet kao VPN korisnik MPLS PTT Net mreže

Osnovna karakteristika MPLS mreže jeste da omogućava tunelovanje različitih vrsta saobraćaja kroz nju. Pod tunelovanjem podrazumevamo enkapsulaciju nekog protokola drugim protokolom mrežnog nivoa, čime se omogućava njegov prenos preko mreže preko koje inače taj prenos ne bi mogao da se vrši. Putanja preko koje se tunelovanje vrši se (logično) naziva tunel.

4. PLANIRANJE BEŽIČNE ŠIROKOPOJASNE MREŽE

Proces planiranja i projektovanja mreže je veoma kompleksan i multidisciplinarni postupak koji u osnovi uključuje sledeće korake:

- definisanje ulaznih podataka,
- projektovanje optimalne topologije mreže,
- izbor i dimenzionisanje elemenata mreže i
- realizacija mreže.

Projektovanje optimalne topologije mreže, kao faza procesa planiranja opredeljuje kako se komponente mreže međusobno povezuju. Optimalna topologija mreže se bazira na primeni teorije grafova. Ove metode treba da uključe udaljenost između čvorova, troškove prenosa i komutacije kao kriterijume za optimizaciju.

Pod pojmom čvora mreže generalno se može podrazumevati različita oprema, kao što su komutaciona oprema, ruteri, hab-ovi ili tačke pristupa.[3] Problem određivanja lokacija čvorova (node location problem) može se formulisati na sledeći način: potrebno je povezati N čvorova za pristup (access nodes) preko M potencijalnih lokacija tranzitnih čvorova (core nodes) u mreži, tako da se minimiziraju ukupni troškovi mreže. Matematički se ovaj problem može formulisati preko zadatka celobrojnog linearnog programiranja (ILP, Integer Linear Programming) u sledećoj formi:

$$\min F = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M c_{i,j} x_{i,j} + \sum_{j=1}^M w_j y_j.$$

pri ograničenjima:

$$\sum_{j=1}^M x_{i,j} = 1, \forall i = 1, 2, \dots, N \quad \text{i} \quad \sum_{i=1}^N x_{i,j} \leq K_j \cdot y_j, \quad \forall j = 1, 2, \dots, M$$

gde su:

N - broj (access) čvorova u mreži,

i - redni broj access čvora, $i=1,2,\dots,N$

M - broj tranzitnih (core) čvorova u mreži,

j - potencijalne lokacije core čvorova, $j=1,2,\dots,M$

$c_{i,j}$ - cena povezivanja para čvorova (i,j) ,

K_j - kapacitet core čvora j (maksimalni broj access čvorova koji se mogu povezati na dati core čvor),

w_j - cena instalacije core čvora na lokaciji j ,

4.1. Planiranje WiMax mreže

JP PTT saobraćaja "Srbija" je u saradnji sa kompanijom Pupin Telecom 2008. godine testirala mobilni WiMax 802.16e, u Novom Sadu. Delovi grada Novog Sada koji su bili pokriveni signalom su uži centar grada, naselja Liman 1, Liman 2, Liman 3 i Grbavica i mesta Sremska Kamenica i Rakovac, delovi Beočina, hotel "Elektrovojvodina" na Iriškom Vencu i PTT odmaralište na Brankovcu. Na osnovu testnog perioda Pošta je donela zaključak o daljem razvijanju strategije o izgradnji mobilnog širokopojasnog pristupa.

WiMax sistem se može podeliti na dva dela, mrežni i korisnički, čiji su glavni reprezentni: WiMax bazna stanica i WiMAX prijemnik, poznatiji kao CPE. Pored IT resursa koje poseduje, Pošta sa svojim objektima pokriva područje cele Srbije, pa samim tim ispunjava uslove za razvoj mobilne širokopojasne mreže. Planiranje WiMAX mreže prethode aktivnosti koje se mogu podeliti u 4 faze: snimanje terena, pravljenje izveštaja, utvrđivanje „cene linka" i planiranje podele frekvencija.

Primenom 3D tehnologije i alata za grafičko predstavljanje terena moguće je uraditi aproksimativan prostorni raspored pristupnih tačaka u mreži tako da one budu optimalno raspoređene – na dominantnim tačkama, u područjima gde je potreba za kapacitetima mreže najveća (gradske i prigradske oblasti), na mestima gde će postojati najmanji nivo interferencije koji potiče od susednih i bliskih stanica.

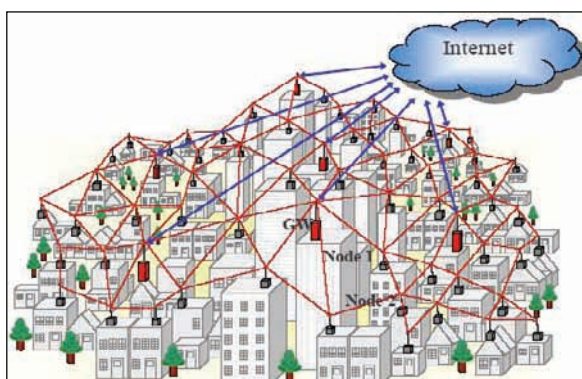
Prvi korak u planiranju poštanske WiMax mreže predstavlja proizvoljan raspored stanica po odabranom terenu.[6] Neophodno je odrediti prioritarno mesto postavljanja bazne stanice. U urbanim područjima poželjno je bazne stanice postavljati na dominantne tačke u gradu (najviše građevine), a za raspored baznih stanica po ruralnim područjima se uzima u obzir orijentacioni potrebni kapacitet u zavisnosti od svakog područja, kao i dominantne prirodne tačke (uzvišenja na zemljištu).

Broj stanica se redukuje u skladu sa potrebama, nepotrebne stanice postaju neaktivne, a zatim se brišu iz daljeg razmatranja. Posle optimalnog rasporeda, neophodno je obaviti proračun pokrivenosti signalom za definisane lokacije. Za određivanje pokrivenosti je potrebno odrediti više parametara.

Prilikom planiranja treba obratiti pažnju da svaki korisnik bude pokriven sa bar dve bazne stanice, a po mogućnosti i sa više. To je jako značajno u slučaju da referentna bazna stanica otkáže. Ako je korisnik pokriven samo sa jednom baznom stanicom, onda se dodatno treba posvetiti zaštiti napajanja i sistema prenosa jer su to najčešći uzroci kvarova.

4.2. Planiranje WiFi Mesh mreže

Uobičajeni način korišćenja Wi-Fi tehnologije u javnim bežičnim mrežama za pristup bazirao se na postavljanju Wi-Fi baznih stanica, (hot-spot), povezanih sa ostatkom mreže kablovskim putem [7]. S obzirom da je kablovska infrastruktura skupa, broj baznih stanica je, u ovom slučaju, ograničen, pa one moraju pokrivati veću teritoriju. Ovo zahteva veću predajnu snagu i osetljivost bazne stanice i umnožava senke u zoni pokrivanja, posebno u gradskim uslovima. Kao rešenje ovog problema, Pošta Srbije bi mogla u urbanim sredinama, izgraditi Wi-Fi mrežu zasnovanu na Mesh principu. Ideja se zasniva na tome da, umesto da se svaka bazna stanica kablom povezuje sa ostatkom mreže, same bazne stanice, koristeći radio vezu između njih, transportuju komunikacioni saobraćaj do malobrojnih mesta gde postoje kablovski priključci (backhaul). Na taj način kablovskih priključaka je mnogo manje. Tako je moguće postaviti veliki broj Wi-Fi baznih stanica malog dometa (par stotina metara), čime se ostvaruje mnogo bolje pokrivanje Wi-Fi signalom. Kako su čvorne tačke teške samo oko 2kg, mogu biti instalirane na velikom broju lokacija koje uključuju stubove za javnu rasvetu kao i druge komunalne stubove, semafore, zgrade i dr. U ovom sistemu Wi-Fi stanice su ujedno i ruteri koji rade na bazi specijalno razvijenih algoritama za rutiranje IP saobraćaja po bežičnim vezama. Glavna karakteristika ovih algoritama je brza i automatska adaptivnost u promeni ruta jer su bežične veze mnogo nepouzdanije od kablovskih i menjaju svoje karakteristike tokom vremena. Na slici 3. je prikazan primer WiFi Mesh mreže u urbanom sredinama (crvenom bojom su označena Internet čvorišta).



Slika 3. Potpuno umrežen grad primenom WiFi Mesh mreže

Karakteristike Mesh mreža:

- Za komunikaciju se koriste frekvencijski bandovi 2.4 i 5.7 GHz,
- Područje pokrivanja jedne bazne stanice je u poluprečniku od 100 do 300m,
- Snaga po baznoj stanici je 100mW na 2.4GHz i do 0.5W na 5.7GHz, prema domaćim standardima,
- Ukupna izračena snaga na 1km² je oko 2.5W
- Brzina pristupa po baznoj stanici je 54Mb/s za 802.11g i do 300Mb/s za 802.11n standard (i do 600Mb/s indoor)

Za ulaganje u nove mrežne infrastrukture potrebno je mnogo finansijskih resursa. Zbog toga je vrlo važno dobro rasporediti te resurse.

Za tehničko-ekonomsku analizu treba uzeti u obzir različite parametre i faktore potrošnje. U životnom ciklusu mreže potrebno je osigurati pokrivenost svakog aspekta novog razvoja. Životni ciklus se najčešće sastoji od:

1. Planiranja mreže
2. Početne instalacije mrežne infrastrukture
3. Faze održavanja mreže
 - a. Povezivanje s korisnikom
 - b. Održavanje mreže i usluga
4. Rušenja mreže

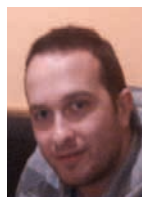
5. ZAKLJUČAK

Bežična tehnologija, iako je mnogi smatraju privremenim rešenjem, predstavlja oblast koja danas ima najveću stopu razvoja na polju telekomunikacija. WiMax sistem je naročito pogodan kada su u pitanju zemlje u razvoju, sa slabom razvijenom infrastrukturom, gde je potrebno brzo i ekonomično implementiranje širokopojasnog pristupa. Pošta ima resurse u implementaciji WiFi Mesh mreže, koja se dobro pokazala kada je reč o bežičnom širokopojasnom pristupu u urbanim sredinama. Da bi se na pravi način formirala mreža koja obezbeđuje optimalne uslove zadovoljenja korisničkih zahteva, neophodno je uzeti u razmatranje što više relevantnih parametara, ali i iskustvenih predviđanja. Planiranje i implementacija razvoja širokopojasne bežične mreže angažuje značajne materijalne i kadrovske resurse i ima presudan uticaj na uspešnost ostvarivanja poslovnih rezultata poštanskog preduzeća u pravcu pružanja usluge širokopojasnog pristupa. Stoga je neophodno razmatranje najpovoljnijeg pristupa i metodologije planiranja razvoja i projektovanja komponenti širokopojasne bežične mreže.

6. LITERATURA

- [1] <http://standards.ieee.org/getieee802/802.11-2007>
- [2] www.wimaxforum.org/Mobile_WiMAX_Part1_Overview_and_Performance.pdf
- [3] Radojičić V., Marković G., "Metodologija planiranja mreže", XXVI PosTel, Beograd, 2008.
- [4] www.posta.ts/struktura/lat/it/internet.asp
- [5] Kujačić M., "Nove tehnologije i usluge u poštanskom saobraćaju", Novi Sad, 2010.
- [6] Bajčetić J., "Projektovanje privremene WiMAX mreže za vanredne uslove upotrebe", Vojna akademija u Beogradu, 2011.
- [7] www.tropos.com/pdf/whitepapers/tropos_whitepaper_metro-scale.pdf

Kratka biografija:



Krsto Zejak rođen je u Prijepolju 1986. godine. Diplomski-master rad odbranio je 2012. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije.

UPRAVLJANJE PROJEKTIMA U POŠTANSKOM SAOBRAĆAJU**PROJECT MANAGEMENT IN POSTAL TRAFFIC**Dušan Radanović, Momčilo Kujačić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj - U ovom radu prikazano je upravljanje projektom u poštanskom saobraćaju na primeru uvođenja pametne pošte sa osvrtom na vrste projekata, koncept upravljanja projektom, organizacijom upravljanja projektom i praćenje realizacije projektata iz strateškog plana JP PTT saobraćaja "Srbija".

Abstract – This thesis shows and explains the project management in postal traffic with the examples of "smart post" introduction with reviews of different project types, concept of project management, organisation of project management and monitoring the project realization from the strategic plan of JP PTT traffic "Serbia".

Ključne reči: projekat, pametna pošta, biro za eksploataciju projekata, strateški plan, realizacija projekta.

1. UVOD

Osnovna delatnost pošte je obavljanje poštanskih usluga pod određenim tržišnim uslovima. Poštanske usluge su usluge prijema, prenosa (prerada i prevoz) i uručenje/isplata poštanskih pošiljaka. Javni poštanski operator u poslednjoj deceniji trpi izuzetno velike nalete konkurencije, naročito u oblasti komercijalnog poštanskog servisa u koje spadaju: kurirske usluge, ekspres usluge i paketske usluge.

Poštanski sektor se konstantno razvija, uvođenjem savremenih tehnologija u tehnološkom procesu poštanskih usluga. Strategijom pošte predviđeno je uvođenje novih projekata i plan njihove realizacije. Projekti u poštanskom saobraćaju su izuzetno složeni i skupi i da bi se realizovali na optimalan način (u najkraće vreme i sa najmanjim troškovima) potrebno je primeniti naučno zasnovan i u praksi proveren koncept upravljanja projektom.

U radu su prezentovani elementi jednog opšteg koncepta upravljanja projektima i prikazane mogućnosti primene koncepta u praksi na primeru projekta uvođenja pametne pošte u JP PTT saobraćaja "Srbija".

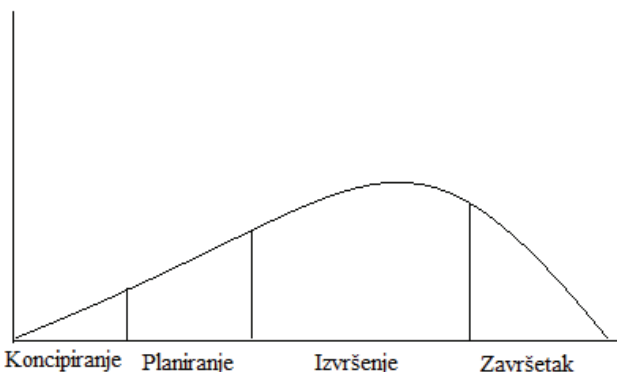
2. POJAM I VRSTE PROJEKATA

Projekat se najčešće definiše kao složeni i neponovljivi poslovni poduhvat koji se preduzima u budućnosti da bi se dostigli ciljevi u predviđenom vremenu sa predviđenim troškovima.

Svaki projekat, od ideje do konačnog završetka prolazi kroz određeni broj različitih faza. Ovaj vremenski period od ideje do završetka realizacije projekta, naziva se životni ciklus projekta.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor dr Momčilo Kujačić, redovni prof.



Slika 1: životni ciklus projekta

Najjednostavnija podela projekata se odnosi na četiri tipa: investicioni projekti, istraživačko razvojni projekti, organizacioni projekti i informatički projekti.

Da bi se projekat realizovao u predviđenom vremenu i sa predviđenim troškovima i da bi se uskladile sve aktivnosti, resursi i učesnici neophodno je da se projektom upravlja. Upravljanje projektom predstavlja naučno zasnovan i u praksi potvrđen koncept kojim se uz pomoć odgovarajućih metoda organizacije, planiranja i kontrole vrši racionalno usklađivanje svih potrebnih resursa i koordinacija obavljanja potrebnih aktivnosti da bi se određeni projekat realizovao na najefikasniji način.

Organizacione strukture koje se koriste u upravljanju projektima su: klasičan pristup, kontingencijski pristup i projektni biro.

3. BIRO ZA EKSPLOATACIJU PROJEKATA U POŠTANSKOM SAOBRAĆAJU

Za obavljanje svih poslova iz delatnosti Preduzeća, kojima se obezbeđuje funkcionisanje Pošte Srbije kao jedinstvenog poslovnog i pravnog subjekta uređena je organizacija za celo Preduzeće po organizacionim delovima koji su utvrđeni kao: Direkcije Preduzeća i radne jedinice Preduzeća. Biro za eksploataciju projekata je zaokružena radna celina u kojoj se obavljaju poslovi od naročitog značaja za delatnost preduzeća kao što su: direktna prodaja sa finansijskim efektima, učešće JP PTT saobraćaja "Srbija" u projektima većih razmera sa unošenjem svojih projekata kao podloge za veće projekte ili da se ostvari korist u pogledu racionalnijeg pružanja usluga, unapređenjem tehnologije pružanja poštanskih usluga ili smanjenje troškova za pojedine tehnološke faze.

4. PROJEKTI IZ STRATEŠKOG PLANA

Projektnom politikom JP PTT saobraćaja "Srbija" donešena je strategija razvoja pošte za period od 3 godine. Postavljeni investicioni prioriteti uslovili su podelu projekata u četiri kategorije i to: projekti automatizacije i

bezbednosti, projekti unapređenja kvaliteta, projekti razvoja postojećih i uvođenja novih usluga na tržište i projekti podrške.

Svi projekti koji se planiraju u narednom periodu su međusobno uslovljeni i predstavljaju projektnu matricu, što znači da unapređenje ukupne poslovne efikasnosti Preduzeća zahteva realizaciju svih predviđenih projekata. Projektom razvoja uslužnog asortimana predviđeno je uvođenje usluga pametne pošte, usluge hibridne pošte, usluge elektronskog servisa kao i uvođenje logističke poštanske usluge.

Projektovana ulaganja u 000 evra					
R. Br	Naziv projekta	2009	2010	2011	Ukupno
1	Smart pošta	936	652	320	1908
2	Usluge e-servisa	168	190	309	667
3	Hibridna pošta	2716	1112	0	3828
4	KDS usluge	2211	3192	742	6145
5	Internet servisi	147	271	515	933
6	Logističke usluge	0	178	967	1145
	Ukupno	6178	5595	2853	14626

Slika 2. Projekti razvoja uslužnog asortimana

Projekti automatizacije i bezbednosti su orijentisani na unapređenje tehnološke baze JP PTT saobraćaja "Srbija" i automatizaciju poslovanja, uz razvoj bezbednosnih sistema i sistema zaštite. Projekti koji spadaju u ovu grupu su: izgradnja GPC-a, centralizovani alarmni sistem, automatsko praćenje vozila, sistemi identifikacije i tehničke zaštite i novi tehnološki-informacioni sistem Pošte Srbije PostTis. Ovi projekti su u posebnu kategoriju iz razloga što suštinski predstavljaju infrastrukturne projekte.

Projekti podrške predstavljaju sistemске projekte čijom se realizacijom pomaže ili podržava realizacija ostalih projekata planiranih aktivnosti preduzeća. U ovu projektnu kategoriju svrstano je ukupno 13 različitih projektnih rešenja, čijom se realizacijom obezbeđuje sledeći ciljevi: racionalizacija operativnih troškova poslovanja, reorganizacija transportno-dostavne mreže, optimizacija resursa preduzeća, unapređenje kadrovskog potencijala i divezifikacija distributivnih kanala.

5. SIMULACIJA UPRAVLJANJA PROJEKTOM UVOĐENJA PAMETNE POŠTE

Upravni odbor JP PTT saobraćaja "Srbija" na osnovu strateškog plana razvoja donosi investicionu odluku o realizaciji projekta pametne pošte u 2012. godini u visini od 219 420 000 dinara. Pošta Srbije će realizovati projekat "Pametna pošta" koji će se implementirati u dve faze. U okviru prve faze sprovedeće se sledeće aktivnosti: definisanje tehnološkog zahteva, analiza lokacija, instalacija aparata pametne pošte, dizajn i izrada korisničke aplikacije i testiranje funkcionalnosti. Druga faza obuhvata: izradu tehnološkog uputstva i obuku radnika u radnim jedinicama i poštama i puštanje aparata u eksploataciju.

Formiranje tima za upravljanje projektom je sledeća faza. Njom rukovodi projektni menadžer. On treba detaljno i jasno da objasni članovima projektnog tima njihove osnovne zadatke, načine, procedure i metode pomoću kojih će obavljati svoje poslove i međusobnu komunikaciju kao i komunikaciju sa drugim učesnicima na projektu. Projektni tim je zadužen za planiranje i

vođenje složenih poslova koji zahtevaju koordinaciju, kooperaciju i zajedničko rešavanje problema nastalih u realizaciji projekta.

U ovoj fazi se definiše organizaciona forma koja će biti zadužena za upravljanje realizacijom projekta. Za realizaciju ovog projekta, predlažem kontingencijski pristup upravljanja projektom i to, projektnu formu. Smatram da je projektna forma veoma dobra i primenljiva za realizaciju ove vrste projekta jer je u pitanju veći i složeniji projekat.

Projekat se realizuje kroz zajednički rad nekoliko projektnih timova. To su: informatički, tehnološki, marketinški i logistički.

Naredna faza je donošenje odluke o pokretanju postupka javne nabavke izvođenja radova uvođenje pametne pošte po modelu "ključ u ruke". To znači da će jedan ponuđač izraditi investiciono-tehničku dokumentaciju, tj. projekat i biće odgovoran za završetak celokupnog projekta.

Formira se komisija za javnu nabavku koja priprema konkursnu dokumentaciju koja sadrži: model ugovora, tehničke karakteristike i tehničku dokumentaciju i planove.

Tehničke karakteristike koje samouslužni aparat pametne pošte treba da ima su: prijem pisama i paketa, plaćanje putem platnih kartica, prodaja listova poštanskih maraka, pružanje dopunskih usluga i informacija, pretraživanje poštanskog koda, utvrđivanje težine i cene pošiljaka, pripreme obrazaca i potvrda o prijemu i izdavanja izveštaja o plaćanju.

Kriterijumi za ocenjivanje ponude su: ekonomski najpovoljnija ponuda (ponuđena cena, uslovi plaćanja, rok isporuke ili izvršenja radova, kvalitet, garantni period itd.) ili najniža ponuđena cena. Komisija za javne nabavke, prilikom vrednovanja ponuda, odlučila se za kriterijum ekonomski najpovoljnija ponuda.

Komisija za javnu nabavku je sastavila pismeni izveštaj o stručnoj oceni ponuda. Aparati tipa APC su najkomplementnije rešenje koje je neka od svetskih poštanskih uprava ponudila korisnicima.



Slika 3. APC aparat

Realizacija projekta se prvo odvija u glavnim poštanskim centrima: Beograd, Niš i Novi Sad, a zatim jedinicama poštanske mreže: Šabac, Loznica, Pančevo, Vršac, Sremska Mitrovica, Indija, Ruma, Zrenjanin, Kikinda, Sombor, Novi Pazar, Kruševac, Jagodina, Prokuplje, Bor, Zaječar, Leskovac, Vranje, Pirot, Bačka Palanka, Kula, Užice, Kraljevo, Vrnjačka Banja, Zlatibor, Čačak, Valjevo, Smederevo, Požarevac, Kragujevac i Subotica. Putem otvorenog postupka javne nabavke za realizaciju je izabrana inženjering firma koja se bavi kompletnom

realizacijom investicionih projekata iz oblasti implementiranja softvera i hardvera. Uvođenje pametne pošte je veoma složen proces koji zahteva veći broj specijalista iz različitih oblasti, te će inženjering firma samostalno obavljati samo deo poslova kao što je implementacija softvera dok će za ostale radove angažovati specijalizovane firme-podizvođače.

U toku izgradnje i montaže vrši se i nadzor koji predstavlja svojevrsnu kontrolu izvođenja, odnosno kontrolu da li se izgradnja i montaža vrše u skladu sa projektnim rešenjima i standardima. Odgovarajuće stručne službe investitora – Pošte, zajedno sa konsultantskom firmom obavljaju koordinaciju, praćenje i nadzor nad izvođenjem projekta.

Implementacija samouslužnih uređaja pametne pošte podleže završnoj kontroli, ispitivanju i prijemu od strane investitora, koji daje konačnu ocenu da li je realizacija projekta pametne pošte kvalitetno urađena i da li su postignuti traženi i propisani standardi.

Projektni menadžer redovno izveštava direktora i organe upravljanja o napredovanju radova po fazama rada i vrstama radova putem izveštaja o stanju aktivnosti, izveštaju o ključnim događajima i izveštaju o troškovima. Osnovno praćenje troškova na terenu odnosi se na praćenje troškova materijala i troškova rada.

Izvođač radova za svaku završenu fazu realizacije projekta ispostavlja investitoru – Pošti privremenu situaciju u kojoj je obračunat obavljeni deo posla, tj. utrošak materijala i utrošeno vreme. Po završetku ugovorenog posla, ispostavlja se konačna situacija u kojoj su sadržani ukupni troškovi implementacije projekta pametna pošta na osnovu modela ugovora "ključ u ruke".

U poslednjoj fazi projekta, samouslužni uređaj se pušta u probni rad i ukoliko greške postoje, one se ispravljaju i uklanjaju se nedostaci.

Poslednja faza je primopredaja radova između izvođača i investitora nakon čega počinje eksploatacija uređaja. Na osnovu zapisnika komisije za prijem investicije, unose se podaci u poslovne knjige o vrednosti investicije i korisnom veku da bi se odredila stopa amortizacije i tim je okončana investicija.

6. ZAKLJUČAK

U proteklih nekoliko decenija, u poštansku delatnost se vrlo malo ulagalo u nove tehnologije, te je poštanski saobraćaj u Srbiji u velikoj meri zaostajao u odnosu na razvijene zemlje Evrope.

Na poštanske reforme su uticale nove tehnološke promene zahtevi korisnika za što kvalitetnijom uslugom, konkurencija itd. Konkurentska prednost se više ne ostvaruje kvantitetom proizvoda i usluga, već zadovoljenjem potreba korisnika, uvođenjem novih tehnologija, povećanjem kvaliteta usluga i sl.

Uređaji nove generacije počinju da zauzimaju mesta uslugama koje pružaju šalterski radnici. Korisnici ovih uređaja su zadovoljni njihovim radom. Uređaji, pored osnovnih poštanskih usluga, nude i dodatne usluge. Dostupnost uređaja je 24 časa dnevno, 7 dana u nedelji.

Savremeni projekti su izrazito složeni, obimni, zahtevaju veliki budžet i veliki broj učesnika u realizaciji. Pored toga, sadrže veliki broj podprojekata, faza, podfaza i pojedinih aktivnosti. Sve ovo jasno pokazuje da je neophodno upravljati složenim procesima realizacije projekta da bi se obezbedili tehnički zahtevi i kvalitet projekta uz najkraće vreme i najmanje troškove.

Efekti koji se postižu primenom koncepta upravljanja projektom su mnogobrojni, a najznačajniji su skraćivanje vremena realizacije projekta i finansijske uštede.

6. LITERATURA

- [1] M. Kujačić, *Poštanski saobraćaj*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2005..
- [2] M. Kujačić, *Skripta "Nove tehnologije i usluge u poštanskom saobraćaju"*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2010.
- [3] P. Jovanović, *Upravljanje projektom project management*, Visoka škola za projektni menadžment, Beograd, 2010.
- [4] G. Milanović Branković, D. Branković, *"Postel 2008" Projekat implementacije bankomata u Pošti Srbije*, Beograd, 2009.
- [5] *Pravilnik o postupku izrade, verifikacije, realizacije i praćenja projekata u JP PTT saobraćaja "Srbija"* (Službeni PTT glasnik broj 582/09)
- [6] JP PTT saobraćaja "Srbije", *Strateški plan 2009.-2011.*, Beograd, 2009.
- [7] www.posta.rs
- [8] www.rapus.rs

Kratka biografija:



Dušan Radanović rođen je u Zrenjaninu 1987. god. Diplomski-master rad odbranio je 2012. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Poštanski saobraćaj

ARHITEKTURA GOVORNIH PORTALA I NJIHOVA PRIMENA U POŠTANSKOM SAOBRAĆAJU**VOICE PORTALS ARCHITECTURE AND ITS APPLICABILITY TO THE POSTAL SERVICE**

Nikola Orozović, Momčilo Kujačić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu opisano je uvođenje novih usluga u Pošti „Srbije“ koje se baziraju na upotrebi govornih tehnologija. Pošta je pokrenula implementaciju ovih tehnologija strateškim razvojem Centra za elektronsko poslovanje – CePP. Analizirane su govorne tehnologije koje se zasnivaju na automatskom prepoznavanju govora i generisanju govora na osnovu teksta (ASR – Automatic speech recognition, TTS – Text to speech). Predstavljene su usluge za koje bi se moglo naći tržište među klijentima Pošte. Izvršena je ekonomska analiza uvođenja ovih usluga kao i analiza tržišta i potrošača kojima bi usluga bila najviše namenjena.

Abstract – In this paper the introduction of new services, in the Serbian Post, based on the use of voice technologies is described. Postal service has launched the implementation of these technologies by developing the Centre for e-business - CePP. Voice technologies based on automatic speech recognition and speech synthesis (ASR - Automatic Speech Recognition, TTS - Text to Speech) were analyzed. Those services which could find its market among the Postal service clients, were presented. The economic analysis, was performed, for the use of these services, as well as the analysis of the market and consumers for which these services are intended.

Ključne reči: nove usluge, CePP, govorni portali, ASR, TTS tehnologija, Call centar

1. UVOD

U okolnostima kada se u javnosti raspravlja da li će svetsku ekonomiju zahvatiti novi talas recesije, najveći izazov za Poštu Srbije isti je kao i za druge poštanske uprave i mnoge kompanije: kako da zadrži postojeće tržište i da pridobije nova. Razvoj informacionih i telekomunikacionih tehnologija čini osnovu razvoja savremenog društva. Globalno informaciono tržište sa marketingom i informaciona ekonomija predstavljaju osnovne karakteristike savremenog poslovanja. Intenziviran razvoj ove tehnologije uslovio je globalizaciju poslovnih procesa i tržišta posredstvom raznih mreža i servisa. Ta prisutnost se odražava i na poslovanje Pošte. Suština rada Pošte se odnosi na savremene tehnološke pristupe, koji omogućavaju nove strategijske odnose pošta-korisnik usluge sa svrhom ostvarivanja opstanka, rasta i razvoja pošte i sticanje konkurentne prednosti.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Momčilo Kujačić, red.prof.

U tim okvirima informaciona tehnologija stvara nove mogućnosti za primenu adekvatnih koncepcija u poslovanju pošte.

Poboljšanje poslovanja u poštanskom sistemu znači pronalaženje novih načina vršenja usluge, kako bi se postojeće aktivnosti bolje obavljale s obzirom da nema 100% -tne efikasnosti i da se usluga uvek može bolje vršiti. Jedan način da se to postigne bi možda bilo i uvođenje usluga koja će biti predstavljena u ovom radu.

2. CENTAR ZA ELEKTRONSKO POSLOVANJE POŠTE - CePP

.Centar za elektronsko poslovanje Pošte - CePP je multimedijalni korisnički centar, koji pruža usluge u oblasti elektronskog poslovanja, kreirane prema potrebama korisnika, uz vrhunski sistem zaštite elektronskih transakcija i prenetih informacija. Formiran je 2002. Godine u cilju realizacije usluga za interne potrebe Pošte ali i za potrebe eksternih korisnika.

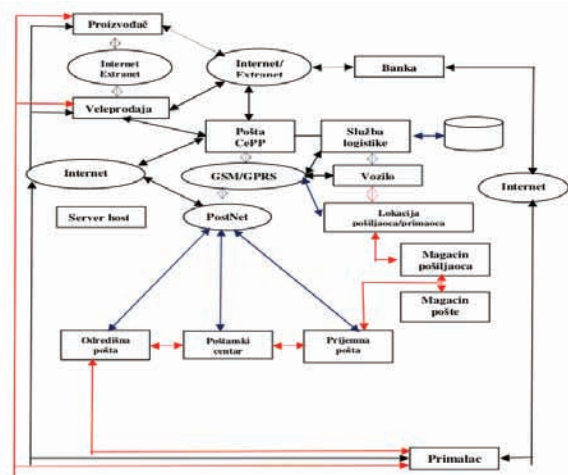
Usmerenost savremenog poslovanja organizacija ka globalnom tržištu podrazumeva integrisanost informacionih i komunikacionih tehnologija, kojima se obezbeđuje protok podataka bez prostornih ograničenja.

Elektronsko poslovanje je opšti koncept koji obuhvata sve oblike poslovnih transakcija ili razmene informacija koje se izvode korišćenjem informacione i komunikacione tehnologije. Ovo obuhvata generisanje i održavanje pravih kupaca i poslovnih partnera u ovom procesu. Pojam integriše digitalnu komunikaciju, e- trgovinu, onlajn istraživanja i primenu svake vrste poslovanja i aktivnosti putem mreže. Da bi pošta komercijalizovala svoje poslovanje mora prihvatiti novi način poslovanja koji podrazumeva upotrebu novih tehnologija uz punu saradnju sa korisnicima, proizvođačima, trgovcima i bankarskim organizacijama.

Specifičnost CePP-a u komunikaciji sa klijentima i korisnicima Pošte je objedinjavanje raznovrsnih kanala komunikacije korisnika sa Poštom, kao i mogućnost uvođenja novih usluga. Kroz razvoj i integraciju servisa CePP nudi svim zainteresovanim korisnicima svoju infrastrukturu i široku paletu usluga iz domena elektronskog poslovanja. Analizirajući tržište poštanskih usluga nameće se potreba sagledavanja mogućnosti proširenja strateškog okvira daljeg razvoja CePP-a u pravcu formiranja sistema za što brži, jeftiniji i kvalitetniji servis dostave proizvoda i usluga.

Pozivni centar CePP-a ili *Call* centar omogućava korisnicima da pojednostave i ubrzaju komunikaciju sa korisnicima sopstvenih usluga. Pošta to radi u ime klijenata na savremen i profesionalan način upotrebom

novih tehnologija.



Slika 1. Model integralnog e-poslovanja Pošte

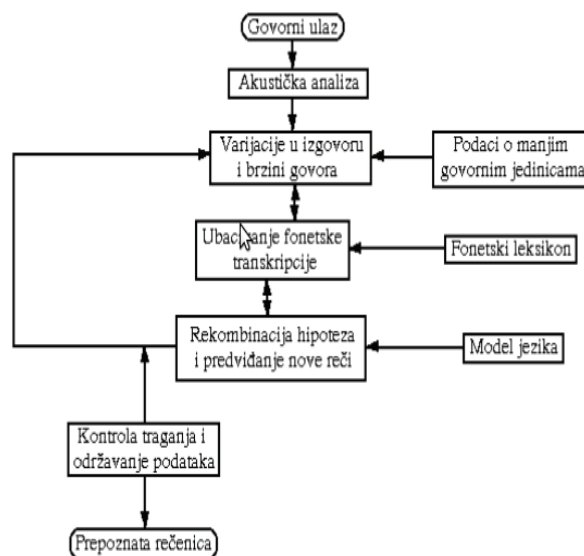
3. ASR i TTS TEHNOLOGIJA

Da bi se realizovao jedan sistem za automatsko prepoznavanje govora potrebno je uključiti niz složenih matematičkih modela i aparata, jer ono predstavlja najviši mogući vid obrade digitalizovanog govornog signala. Problem efikasnog prepoznavanja kontinualnog govora još uvek nije rešen na zadovoljavajući način jer je potrebno mnogo dublje razumevanje govora da bi ASR dostigao performanse čoveka kao slušaoca. Međutim, postoji niz metoda i sistema koji daju veoma dobre rezultate u rešavanju nekih jednostavnijih sistema za prepoznavanje, a znatan je i broj komercijalnih sistema baziranih na automatskom prepoznavanju govora koji već opslužuju milione korisnika.

Razvoj ASR i TTS sistema za jedan jezik zahteva izdvajanje velikih resursa, ljudskih, vremenskih i finansijskih. Specifičnost ove tehnologije je upravo u tome što ona karakteristična za svako područje pojedinačno, tj. za svaki jezik je drugačija. Zbog toga je za njen razvoj potrebno angažovanje stručnjaka koji dobro poznaju jezik za koji se razvija. Neophodno je snimanje govornih baza u kojima učestvuju više stotina ili više hiljada govornika sa jednog govornog područja. Zatim je neophodno sve govorne uzorke koji su snimljeni u bazu podataka obraditi i pripremiti pre nego što se implementiraju u jedan ASR sistem.

Postoji nekoliko razloga koji otežavaju prepoznavanju govora. Problemi proizilaze iz činjenice da se prepoznavanje obično ne vrši u idealnim uslovima već u okruženju u kome ima više različitih zvukova (glasovi, saobraćaj, koraci, muzika na radiju, i tako dalje). Prirodni govor ima mnogo varijacija. Pored toga što različiti govornici imaju različite glasove, a postoji i značajna varijacija u glasu samo jednog govornika. U običnom razgovoru, neki delovi reči se mogu naglasiti više od drugih, u zavisnosti od konteksta. Jačina i visina glasa mogu da se menjaju kao i brzina izgovaranja reči, a pored toga i neočekivani akcenat može da predstavlja problem. Čak i ako govornik pokuša da ujednači glas što više može, ne postoje dva izgovorna glasa koja su potpuno jednaka. Stoga, u sistemu za prepoznavanje govora, obično postoje neka ograničenja s obzirom na prirodu govora koji treba da se prepozna. Ova ograničenja mogu

da uključuju broj govornika, veličinu rečnika, količinu šuma u govoru, i pretpostavke da će ulazna veličina uvek biti govor.



Slika 2. Arhitektura sistema za prepoznavanje govora i interakciju izvora znanja

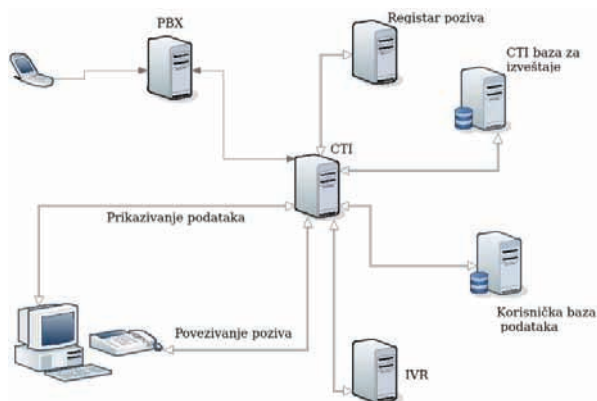
Ono što može pomoći da se ovi problemi prevaziđu su brzi računari sa više memorije i veće baze podataka. Zatim, povećanje moći učenja kod računara, naučiti kako izabrati obeležja i modele i unaprediti tehnike učenja iz nelabeliranih baza. Ulažu se ozbiljni napor da se radi sa šumom i reverberacijom, varijacijama načina govora i rečima (zvucima) izvan predviđenog rečnika.

3.1 Integracija računara i telefonije

U poslovnim komunikacionim sistemima uobičajeno je povezivanje računarskog i telefonskog sistema u svrhu što efikasnijeg poslovanja. Osnovni zadatak računara je izvođenje računarskih aplikacija, a osnovni zadatak komunikacionog sistema je procesuiranje poziva sa naglaskom na izvođenje u realnom vremenu. Integracija računara i telefonije, skraćeno CTI (Computer Telephony Integration), definiše se kao funkcionalna integracija poslovnih aplikacionih softvera sa prenosnim mogućnostima telefonske mreže. CTI povezuje računarsku tehnologiju sa telekomunikacijama u cilju ostvarivanja usluga koje mogu kombinovati telefonske mreže sa resursima baza podataka i programskim mogućnostima računara. CTI omogućuje kreiranje novih usluga u telefoniji koje koriste prednosti računara kao što su razvoj programske podrške, te načini obrade i skladištenja podataka pri čemu je naglasak na brzini, automatizaciji i sigurnosti izvođenja.

Telefonski sistemi omogućavaju da podaci prolaze u realnom vremenu kroz telefonsku mrežu, a računarski sistemi mogu upravljati telefonskim pozivima te obrađivati, poslati i primiti razne oblike podataka unutar telefonske mreže.

Sa povezivanjem telefonskih sistema sa računarskim dolazi do iskorištavanja svih prednosti telefonskih mreža i svih sistema unutar mreža. Povezivanjem ova dva sistema sa poštanskim sistemom mreža možemo dobiti širok niz potpuno novih usluga za ponuditi korisnicima.



Slika 3. Prikaz jedne CTI arhitekture

Konkretni primjer upotrebe ovih sistema jesu i Call centri. Pozivni ili Call centar je skup softverskih i hardverskih resursa koji predstavlja centralizovan, kontrolisan, organizovan i finansijsku efektivan sistem za prijem, upućivanje i praćenje telefonskih poziva. Pozivni centri su u početku predstavljali samo centre za organizovani prijem telefonskih poziva i njihovo prosleđivanje do određenih lokala. Međutim, uz nove tehnologije, kao što su integracija računarstva i tehnologije, automatsko prepoznavanje govora i sinteza govora na osnovu teksta, razvoj korisničkih baza podataka i Interneta, uloga pozivnih centara je značajno promenjena. Pozivni centri danas predstavljaju osnovnu tačku pristupa nekom preduzeću i preuzimaju funkciju komunikacionog interfejsa za sve vrste poslovne komunikacije sa korisnicima.

4. GOVORNI PORTALI I NJIHOVA PRIMENA U POŠTI

Govorni automati u kombinaciji sa govornim portalima su upravo ono što bi pošta mogla da iskoristi i implementira kao jednu novu uslugu. Govorni portali su pre svega namenjeni osobama sa invaliditetom ali i svima drugima kojima ovaj način olakšava korišćenje nekih usluga. Ključne elemente govornih portala predstavljaju automatsko prepoznavanje govora (ASR) i sinteza govora na osnovu teksta (TTS). Realizacija govornih portala je relativno jednostavna uz pomoć razvijenih govornih tehnologija. Govorni portali pomažu osobama sa invaliditetom da imaju brz pristup informacijama koje im omogućuju da se ravnopravno uključe u društvenu zajednicu.

4.1 Primer upotrebe govornog portala prilikom provere stanja računa

Govorni portali mogu da se iskoriste u poslovanju Banke Poštanske Štedionice. U svojstvu dodatnih usluga može da se ponudi još jedna opcija korisnicima a to je provera stanja njihovih računa. Kako bi se zadržala sigurnost korisnika broj sa koga se poziva mora biti unapred određen ili se mora pronaći neki drugi način očuvanja privatnosti, npr. ukucavanjem određenog PIN koda. Na taj način bi i usluga bila personalizovana jer bi se govorni automat obraćao korisniku po imenu. Scenario aplikacije u slučaju da je korisnik identifikovan po broju telefona:

- Automat: „Dobar dan, gospodine (prezime klijenta)! Stanje na vašem računu u Banci Poštanskoj Štedionici je (izgovara stanje). Na vaš račun su u toku dana

izvršene 1 uplata i dve isplate. Da li želite da Vam ih pročitam?“

- Korisnik: „Da“
- Automat: „Preduzeće Vojvodinaput je uplatilo (iznos) dinara na Vaš račun. Na račun Informatike je isplaćeno (iznos) dinara sa Vašeg računa. Na račun Telekomu je isplaćeno (iznos) dinara sa Vašeg računa. Da li želite da Vam detaljnije informacije pošaljemo na Fax, e-mail ili SMS-om?“
- Korisnik: „Fax“
- Automat: „Tražene informacije će Vam biti poslate na Fax. Prijatan dan želi Vam Banka Poštanska Štedionica.“

Ako korisnik kod prvog odgovora odgovori sa „Ne“ automat može odmah da pređe na pitanje „Da li želite da Vam detaljnije informacije pošaljemo na Fax, e-mail ili SMS-om?“. Ako se ne dobije nikakav odgovor automat može samo da pređe na odjavnu poruku „Prijatan dan želi Vam Banka Poštanska Štedionica.“

Broj telefona korisnika, e-mail adresa, broj faksa su unapred poznati za svakog korisnika. U ugovoru za ovu uslugu, koji se definiše između korisnika i banke, pored ostalih ličnih podataka navode se i ovi, tako da sistem nema problema sa prepoznavanjem korisnika i slanjem podataka na pravu adresu/broj. Pored toga, korisnik u ugovoru može da zahteva i dodatne usluge kao što su obaveza da ga sistem pozove svaki dan u određeno vreme kako bi mu saopštio ove podatke ili može da se zahteva da ga sistem pozove u slučaju da je sa računa potrebno obaviti isplatu veću od unapred određenog limita koji je korisnik postavio i sl.

Takođe, možda bi mogao da se napravi i malo kompleksniji algoritam za govorni automat tako da preko ovog sistema možemo da izvršavamo i isplate sa svog računa u banci. To mogu da budu unapred definisani računi na koje bi se vršila isplata poput onih navedenih u primeru: Informatika, Telekom, preduzeće korisnika ili drugo. A mogu da budu i neki drugi računi za koje bi sam korisnik izgovarao brojeve. Ova druga solucija bi zahtevala visok stepen sigurnosti. Kada bi korisnik rekao na koji račun želi da izvrši isplatu, od govornog automata bi dobijao pitanje „Potvrdi?“. Na automatu bi mogla da se napravi i funkcija koja bi upozoravala korisnike da govore sporije ili da ponove izgovoreno ako mašina nije dobro razumela.

5. EKONOMSKA ANALIZA UVOĐENJA GOVORNIH PORTALA U POŠTI

Cena uvođenja neke od ovih usluga zavisi od nekoliko faktora. Ona može da bude stvar politike pošte. Pošta može troškove telefonskog poziva i otplaćivanje same aplikacije da zaračuna korisniku, a može i sama da snosi ove troškove za korisnike koje želi da privuče. Naravno to sve zavisi i od usluge koja se koristi. Na primer poziv korisnika koji šalje telegram se ne naplaćuje ali naplaćuje se sama usluga telegramske pošiljke. Poziv za zahtev za slanje express pošiljaka takođe se ne bi naplaćivao, kao i do sad, jedina razlika je što bi se sa druge strane sada nalazio automat a ne živa osoba. Upit u stanje računa i informacije vezane za to mogu takođe različito da se tarifiraju. Samo usmeno saopštavanje može da bude besplatno a da se detaljnije informacije naplaćuju, mada

cenu za tu uslugu svakako treba ustanoviti sa Poštanskom Štedionicom.

U ukupnim poslovnim prihodima Pošte, prihod od informatičko-telekomunikacionih usluga, gde spada i CePP, iznosi 1,269,881 hiljada dinara odnosno učestvuju sa 6,6%. Ipak sam CePP sa prihodom od 121 miliona dinara godišnje čini samo 9,5% ukupnih prihoda od Informatičko-telekomunikacionih usluga, odnosno 0,6% od ukupnih prihoda Pošte.

Prosečna bruto plata u Pošti, na početku 2011. godine, iznosila je 53,791 dinar. Ako taj iznos pomnožimo sa brojem zaposlenih u CePP-u u istom periodu (96 zaposlenih) dobijamo ukupan rashod od 5,163,936 dinara mesečno na plate zaposlenih u ovom sektoru.

Ako bi se povezali servisi pozivnih centara sa IVR, ASR, TTS i ostalim CTI servisima najveći broj poziva u pošti mogao bi se obraditi automatski, bez angažovanja operatera. Pošta bi automatizacijom sistema za masovno opsluživanje mogla da ostvari značajne uštede, naročito zbog smanjenja potrebnog broja zaposlenih koji rade na prijemu telefonskih poziva. Deo poziva bi mogao da se preusmerava na žive operatere, međutim veliki poziva bi se odnosio samo na rutinske servise za koje živi operateri nisu potrebni.

Korisnici usluga pošte koje se zasnivaju na govornim portalima mogu da budu sva fizička i pravna lica, međutim posebna pažnja bi mogla da se posveti slabovidim i slepim osobama kao i osobama koje imaju neku drugu vrstu invaliditeta. Ove grupe mogu da se označe kao ciljna grupa korisnika pojedinih novih usluga. Ne postoji tačan broj slepih osoba u Srbiji ali se procenjuje da ih ima negde oko 12 000. Pošta bi ovim potezom, izlaženja u susret hendikepiranim osobama, učinila mnogo za promociju preduzeća. To je na neki način i njena obaveza kao javnog preduzeća. Pored toga što bi učinila mnogo za ovaj deo populacije to bi verovatno uticalo i na privlačenje drugih korisnika koji bi u Pošti videli preduzeće koje brine o svojim korisnicima.

6. ZAKLJUČAK

U poslednjih nekoliko decenija ulaganja Pošte u nove tehnologije su bila na vrlo skromnom nivou. Međutim, stupanjem novog Zakona o poštanskim uslugama na snagu, koji omogućava stvaranje konkurencije na poštanskom tržištu, stvara se potreba Pošte za podizanjem kvaliteta postojećih i stvaranju novih usluga za korisnike. Jedno od rešenja bilo bi i proširenje domena primene postojećih usluga razvojem usluga baziranih na govornim automatima. Potrebno je naći ravnotežu između čekanja da nova tehnologija postane jeftinija i dostupna sa svim pratećim standardima a sa druge strane investiranja u uslugu sa diskutabilnom isplativošću.

Iako se već dugi niz godina radi na razvoju govornih tehnologija, nisu još uvek otkriveni i realizovani svi njihovi potencijali. Možemo da pretpostavimo da će vremenom cena ovih tehnologija opadati, u isto vreme sa porastom kvaliteta, dok će korist od njihove primene rasti, a samim tim i zarada. Zahvaljujući primeni ovih govornih tehnologija povećava se efikasnost pružanja usluga korisničkih servisa, što doprinosi povećanju zadovoljstva korisnika i ugleda preduzeća. Bliže povezivanje sa korisnicima kroz unapređenje postojećih i uvođenje novih servisa, kao i veća efikasnost i produktivnost vode ka povećanju prihoda i profita što je i osnovni cilj svakog preduzeća pa tako i Pošte „Srbije“.

7. LITERATURA

- [1] M. Kujačić, *Poštanski saobraćaj*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2005.
- [2] W. Minker, S. Bennacef, *Speech and human – machine dialog*, Kluwer Academic Publisher, Boston, 2004.
- [3] V. Delić, S. Sovilj – Nikić, *Arhitektura govornih portala i mogućnosti primene ASR i TTS u pozivnim centrima na srpskom govornom području*, XIII Telekomunikacioni forum TELFOR, Beograd, 2005.
- [4] JP PTT Saobraćaj Srbija, *Poštanski glasnik specijalno izdanje, Godišnji izveštaj za 2010. godinu*, Beograd, april 2011.

Kratka biografija:



Nikola Orozović rođen je u Virovitici 1987. god. Master rad odbranio je 2012. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije.

REVITALIZACIJA PROIZVODNOG SISTEMA ŠTAMPARIJE "TAMPOGRAF"

REVITALIZATION OF THE PRODUCTION PRINTING SISTEM "TAMPOGRAF"

Kristina Veljković, Ilija Ćosić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Tema rada je revitalizacija proizvodnog sistema štamparije „TAMPOGRAF“. Široka paleta različitih proizvoda uslovlila je kompleksnu proizvodnu strukturu. Ispitivanjem stanja sistema, izvršene analize programa proizvodnje i redukcije količina razrađuje se tehnološki postupak za proizvod predstavnik. Proces proizvodnje odvija se u fazama od prijema materijala i dizajna, preko izrade štamparske forme, štampe i završne grafičke obrade. Da bi se obezbedili što bolji tokovi u sistemu, efektivnost i efikasnost sistema i bolja organizacija rada, obradom dobijenih podataka iz analiza predložena je nova prostorna struktura i novi raspored tehnološke opreme. Predložene izmene u sistemu treba da dovedu do efikasnijeg iskorišćenja sistema i bolje produktivnosti.

Ključne reči: Revitalizacija, program proizvodnje, redukcija količina, proizvod predstavnik, tehnološki postupak.

Abstract – The paper discusses the revitalization of the production printing system "TAMPOGRAF". A wide range of different products resulted in the production structure of the complex. Examining the state of the system, the analysis of production and reduce the amount worked out the technological process for the product representative. The production process takes place in stages from receipt of material and design, manufacture, printing forms, printing and print finishing. In order to ensure a better flow in the system, the effectiveness and efficiency of the system and improved work organization, process the data obtained from the analysis of the proposed new structure and new spatial distribution of technological equipment. Changes in the system leading to more efficient use of the system, which provides a much better production effects.

Key words – Revitalization, program production, reduction of quantity, product representative, the technological process.

1.0. UVOD

Proizvodnja je uslovljena postojanjem skupa elemenata (predmeta rada, sredstava rada i učesnika u procesima rada), relacija između elemenata i njihovih karakteristika uređenih u skladu sa projektovanim postupcima promena stanja sa jedne i ulaganjem ljudskog rada sa druge strane, odnosno uslovljena postojanjem sistema za proizvodnju

oblikovanog na način da obezbedi transformaciju raspoloživih resursa u proizvode u skladu sa datim potrebama. Proizvodni sistemi predstavljaju, na dati način, sisteme za ostvarenje ciljeva proizvodnje odnosno dobijanje proizvoda neophodnih za zadovoljenje potreba u društvu. U proizvodnom sistemu odvija se proces rada, tj. proces transformacije ulaznih u izlazne veličine. Proces rada je niz uzastopnih promena stanja na predmetu rada u vremenu. U svakoj fazi odvija se određena operacija, svaka operacija traje određeno vreme. Štamparija Tampograf osnovana je 1987. godine, a osnovna delatnost joj je bila tampon štampa (štampa na staklu, gumi, plastici, metalu). Postepeno se širila delatnost kupovinom novih mašina. Vremenom je obogaćen mašinski park. Sa tampon štampe, preko visoke i sito, prešlo se na ofset štampu. Identitet preduzeća predstavlja skup karakteristika koje odražavaju poslovnu filozofiju preduzeća i po kojima se preduzeće prepoznaje na tržištu, kao što su: postojan kvalitet i pouzdanost proizvoda, sigurnost u ispunjavanju rokova i zaštićeno ime usklađeno sa predmetom poslovanja.

2.0. PROJEKTNİ ZADATAK

U delu projektnog zadatka u kome je dobijen veliki broj podataka, prikazani su svi delovi proizvodnog sistema. Prva deo obuhvata opis proizvodnog programa štamparije „TAMPOGRAF“. U drugom delu se vrše analize programa proizvodnje kroz ABC analize, koje dovode do odabira proizvoda predstavnika i izbora tipa toka u sistemu i projektovanja struktura sistema. Treći deo se ondosi na analiziranje stanja sistema i predlozi o poboljšanju.

2.1. Proizvodni program štamparije „TAMPOGRAF“

Proizvodni program štamparije je raznolik, a kreće se od jednobojnih i manje zahtevnih narudžbina, kao što su listovni obrasci, flajeri, vizit karte, etikete i sl., preko udžbenika, plakata, kesa, fascikala, do knjiga, kolornih časopisa, brošura, reprezentativnih kataloga i sl.

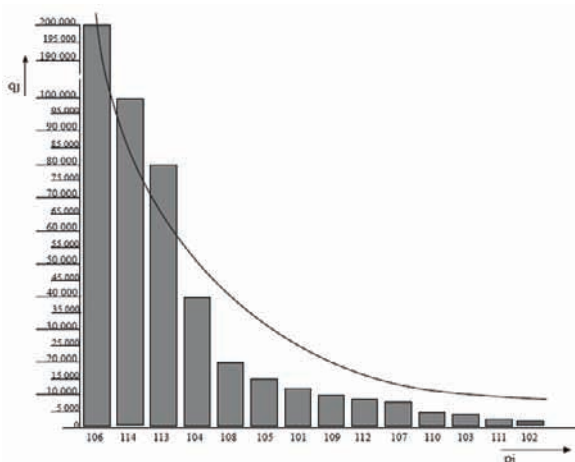
3.0. ANALIZA PROGRAMA PROIZVODNJE

Program proizvodnje predstavlja skup proizvoda u proizvodnom sistemu. Izbor proizvoda za program proizvodnje predstavlja kompromis između potražnje, potencijala radnih mesta i odnosa troškova i dobiti. Na sledećem grafiku je predstavljen redosled proizvoda u programu proizvodnje prema količinama – od proizvoda sa najvećom do proizvoda sa najmanjom količinom.

Zatim sledi količinska analiza, obimska, masena, vrednosna i analiza karakteristika proizvoda, kojima dolazimo do proizvoda predstavnika.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor dr Ilija Ćosić, red. prof.



Slika 1. ABC analiza odnosa struktura/količina

4.0. IZBOR PROIZVODA PREDSTAVNIKA

Na osnovu ABC analize i analize karakteristika predmeta rada određen je proizvod predstavnik za naš proizvodni sistem.

Proizvod predstavnik je stvaran - realan deo programa proizvodnje koji sadrži najveći broj elemenata ostalih delova programa proizvodnje koje predstavlja i po pravilu se bira iz područja A, ABC analize programa proizvodnje. Prema obimskoj i masenoj analizi na prvom mestu u području A nalazi se knjiga-meki povez.

Prema vrednosnoj analizi takođe se nalaze u A području. Na osnovu ovih analiza može se primetiti da se knjige-meki povez nalaze u sva tri slučaja u području A. Iz ovoga sledi da je upravo knjiga-meki povez naš proizvod predstavnik za proizvodnju štampanih publikacija.

4.1. Redukcija programa proizvodnje

Redukcijom količina programa proizvodnje razrađuju se tehnološki postupci samo za proizvod predstavnik, izbegavajući razradu za svaki proizvod u proizvodnji pojedinačno.

Redukcijom količina prenose se određene karakteristike ostalih proizvoda na proizvod predstavnik. Nakon izračunate redukovane količine, čitav proces sa odvija kao da se proizvodi samo proizvod predstavnik sa redukovanom količinom.

Redukcija programa proizvodnje izvršena je na proizvodima predstavnicima primenom koeficijenata koji se uzimaju u obzir:

- složenost izrade - r_s
- broj boja - r_b

Način na koji se izračunava vrednost redukcionih faktora je sledeći:

r_s - faktor složenosti

$$r_s = s_{jj} / s_{pp}$$

s_{jj} - složenost proizvoda

s_{pp} - složenost proizvoda predstavnika

Ista formula važi i za:

r_b - faktor boja

$$r_b = b_{jj} / b_{pp}$$

4.2. Projektovanje postupka izrade proizvoda predstavnika

Procesi rada proizvodnih sistema, kao skup progresivnih promena stanja predmeta rada u vremenu, određuju karakter transformacije ulaznih veličina - resursa u izlazne veličine tj. proizvode različite vrste. Postupak transformacije se u opštem slučaju, izvodi procesima:

- dizajna
- pripreme
- štampe
- dorade
- rukovanja materijala (transporta i skladištenja)

Detaljna razrada ovih procesa na operacije rada, rezultira u postupcima promene stanja ili tehnološkim postupcima kao osnovnim podlogama za izvođenje procesa rada.

Tehnološki ciklus predstavlja vremenski interval izvođenja svih operacija rada od trenutka ulaza materijala do izlaza predmeta rada iz proizvodnog toka.

Proizvodni ciklus predstavlja vremenski interval izvođenja tehnoloških i ostalih delova strukture (priprema, upravljanje, održavanje, zastoje, međuoperaciona vremena, stanja u otkazu i čekanja) [6].

5.0. IZBOR TIPA I TOKA U SISTEMU

Na osnovu vremena trajanja tehnoloških postupaka dobijamo tip i varijantu toka u sistemu. U ovom slučaju upoređivanjem utvrđenih veličina zaključeno je da je varijanta toka sistema 1.2.

$$\Sigma T_i = 337\,612 \text{ min/god}$$

$$K_e = m_e \times n_e \times s_e \times \eta_e$$

$$K_e = 180\,000 \text{ min/god}$$

$$\Sigma T_i > K_e$$

$$T_{i \max} < K_e$$

$$T_{i \min} < K_e$$

6.0. NORMATIVI PROIZVODNIH SISTEMA

Normativi proizvodnih sistema predstavljaju skupove tehnoloških koeficijenata koji pokazuju koliko je potrebno utrošiti jedinica resursa "i" za izradu predmeta rada "j". U zavisnosti od vrste resursa koji se troši u procesu rada, razlikuje se: normativ vremena, normativ materijala, normativ energije, normativ alata, normativ površina.

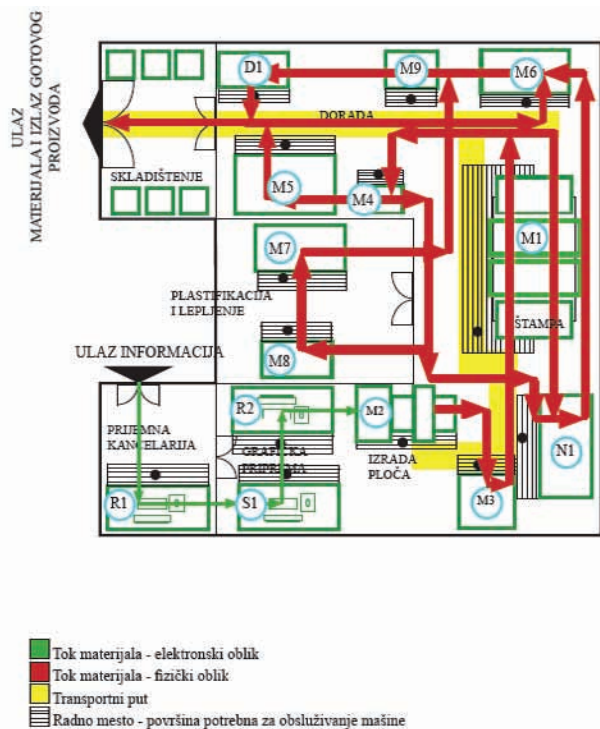
Projektovanje strukture proizvodnih sistema predstavlja proces visokog stepena složenosti, baziran na određenom broju osnovnih podloga koje sadrže relevantne podatke za ostvarenje potrebnog i dovoljnog kvaliteta predmetnog procesa [6].

7.0. IZBOR TIPA TOKA U SISTEMU

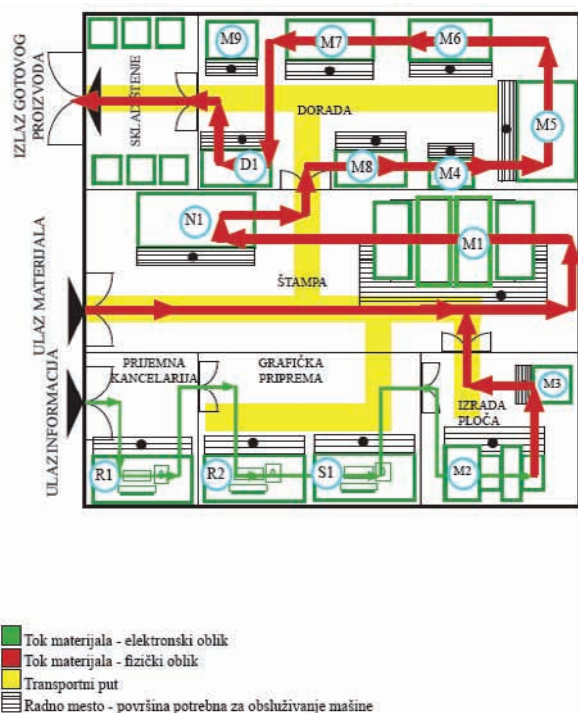
Oblikovanje prostornih struktura je postupak razmeštanja elemenata sistema u prostoru radne jedinice u skladu sa sledećim principima oblikovanja: princip minimalnih rastojanja, inteziteta toka, iskorišćenja prostornih struktura, sigurnosti rada.

Razlikuju se dve vrste prilaza u oblikovanju tokova materijala, procesni, odnosno predmetni prilaz u oblikovanju tokova i prekidnost, odnosno neprekidnost toka kao njihove osnovne karakteristike. Prikazani sistem pripada prekidnim tokovima sa procesnim principom razmeštaja radnih mesta zasnovanom na grupisanju, u prostornom smislu, svih operacija u jednu celinu, radionicu za određenu vrstu procesa rada.

Razmeštaj prostorija je sledeći: prijemna kancelarija, grafička priprema, izrada ploča, štampa i završne grafičke dorade.



Slika 2. Tok materijala-stanje



Slika 3. Predložen razmeštaj odeljenja i opreme u sistemu proizvodnje sa tokovima materijala i informacija i transportnim putevima

8.0. Analiza stanja sistema

U predhodnim poglavljima analizom sistema štamparije "TAMPOGRAF" i proračunima obrađeno je sadašnje stanje i predloženo poboljšanje proizvodnog sistema. Široka paleta različitih štampanih proizvoda uslovljava je kompleksnu proizvodnu strukturu sa velikim brojem radnih jedinica potrebnih za izradu proizvoda. Proces proizvodnje se odvija u fazama od prijema materijala i dizajna, preko izrade štamparske forme, štampe i završne grafičke obrade.

Sadašnja prostorna struktura ne obezbeđuje dobre tokove materijala i informacija u sistemu, jer je raspored prostorija takav da se operacije predmeta rada prepliću. Razmeštaj prostorija bi trebalo da bude takav da se operacije grupišu u posebne celine, što omogućava bolju organizaciju rada i tokova u sistemu. Nakon analize prostorne strukture došlo se do zaključka da se proširenjem prostora (kako je svakako planirano i moguće), obezbedi nesmetani rad i maksimalno iskorišćenje sistema.

Tehnološka oprema kojom štamparija raspolaže, je adekvatna za realizaciju proizvodnog programa. Sistem poseduje dvobojnu štamparsku mašinu Heidelberg SORM-B2, takođe i mašinu za izradu štamparske forme AGFA Acento III50, mašina za bušenje forme, nož POLAR, mašina za savijanje HBO-B, plastifikaciju MILTIN i ostatak opreme koja je potrebna za kompletnu izradu proizvoda. Pored kompletne tehnološke opreme treba napomenuti da su u sistemu ispoštovani optimalni uslovi za skladištenje kako sirovina, tako i gotovih proizvoda, što podrazumeva određenu temperaturu i vlažnost vazduha (24°C i 40 do 50% relativnu vlažnost). Takođe se zbog štetnih isparenja pri izradi štamparskih ploča predlaže odvojena prostorija sa ugrađenom ventilacijom.

Bezbednost na radu je na zadovoljavajućem nivou. Na mogućnost povreda pri rukovanju mašinama pored lične odgovornosti i sprovođenja uputstava za upotrebu i način rukovanja mašinama utiče i njihov raspored. Sadašnji raspored opreme bi mogao u nekim fazama da ugrozi bezbednost, stoga bi predložen raspored opreme doveo do minimalizacije mogućnosti povreda na radu.

Proučavajući stanje sistema sa strane vizuelnog menadžmenta dolazi se do zaključka da bi se stanje uz minimalne promene moglo mnogo popraviti. Vizuelni menadžment je koncept oblikovanja radnog mesta i prostora što efektivnijim, tako što se očigledno prikazuje trenutno stanje radnog mesta. Može koristiti za identifikaciju stavki koje treba da se poprave ili upravljati tokom proizvoda. Vizuelni menadžment zahteva standardizaciju, mora biti očigledan (trebalo bi biti lako reći šta se dešava u sistemu), trebalo bi da se koristi (nije dobro postaviti sistem ako je ignorisan), odgovori vizuelnog menadžmenta bi trebali biti standardizovani odgovori na stanje. Sve alate, delove i pomoćna sredstva treba odvojiti od nepotrebnih, uredno ih organizovati za lakšu upotrebu. Radno mesto održavati u perfektnom stanju i praktikovati vizuelnu kontrolu sistema proverom da li održava usaglašenost sa utvrđenim standardima.

Vizuelni menadžment je proces prikazivanja važne informacije, tako da svako ko dođe do radnog mesta, čak i oni kojima nisu poznati detalji procesa, vrlo brzo mnogu da vide o čemu se radi, razumeti i videti šta je pod kontrolom, a šta nije. U suštini, trenutni status operacije se može proceniti, na prvi pogled. Izveštavanje je jednostavno i koncizno.

Predhodno navedene analize i predlozi promena se odnose na prostornu strukturu i tehnološku opremu sistema. Pored toga vrlo bitno je napomenuti dobre međuljudske odnose koji vladaju i u mnogome utiču na samo funkcionisanje sistema. Zaposleni su zadovoljni i uslovima rada i zaradom i načinom na koji se nadređeni odnose prema njima. Naravno da takvi odnosi među zaposlenima dovode do pune efektivnosti u radu na obostrano zadovoljstvo.

Ono što nedostaje konkretnoj štampariji jeste kontrola posle svake operacije od strane lica koje nije učestvovalo u procesu proizvodnje direktno, ali dobro poznaje sve faze razvoja i greške koje mogu nastati. Ovakva kontrola omogućila bi da se greške uoče odmah posle operacije u kojoj nastanu, sprečila bi provlačenje greške kroz ostale operacije, smanjila troškove proizvodnje i vreme potrebno za izradu proizvoda.

Analizom se dobilo kompletno stanje sistema, čime su proverene dobre strane i ukazano na propuste i greške koje mogu da ugroze efektivnost i efikasnost sistema. Dobijeni rezultati su predloženi uz savete kako da što bolje iskoriste i unaprede svoje poslovanje.

9.0. ZAKLJUČAK

Analiza programa proizvodnje podrazumeva čitav niz operacija i provera, komunikaciju među svim hijerarhijskim nivoima i praćenje svih tokova u procesu proizvodnje, u cilju dobijanja krajnjeg proizvoda koji će zadovoljiti očekivanja potrošača, potrebe učesnika u procesu proizvodnje i ostvariti zadati kvalitet.

Sve analize imaju za cilj da obezbede dobijanje krajnjeg proizvoda u što kraćem vremenskom periodu, sa što manjim troškovima proizvodnje, a sa što većim kvalitetom i pouzdanošću, što povećava zadovoljstvo kupaca.

Osnovni uslov za pravilno funkcionisanje procesa proizvodnje je komunikacija među učesnicima na svim nivoima. U štampariji ova komunikacija se odvija na tri nivoa: u odeljenju za pripremu za štampu, odeljenju za štampu i odeljenju za završnu grafičku obradu. U svakom od ovih odeljenja proizvod prolazi kroz više faza i neophodno je da svaki učesnik u svakoj fazi zna koje su predhodne i naredne faze.

Suština projektovanja jeste smanjiti greške u sistemu i stalnu kontrolu proizvodnje. Svaki učesnik treba da poznaje ne samo fazu procesa za koju je zadužen, nego i ostale, u onom stepenu koji je dovoljan da se izbegnu greške. Analizom programa proizvodnje dobijeni su podaci koji će poboljšati proizvodnju i unaprediti sistem.

Efekti koji nastaju posle primene predloženih mera, pokazuju da se dobra organizacija rada na svim nivoima, praćenjem tokova u unapređivanju poslovanja i minimalne izmene mogu imati mnogo bolje rezultate za razliku od onoga kako je isti sistem ranije funkcionisao.

10.0. LITERATURA

- [1] Dragutin Zelenović, Ilija Ćosić, Rado Maksimović, "PROJEKTOVANJE PROIZVODNIH SISTEMA- tokovi materijala", Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 2003.
- [2] Dragoljub Novaković: "GRAFIČKI PROCESI", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2005.
- [3] Dragoljub Novaković: "ZAVRŠNA GRAFIČKA OBRADA I AMBALAŽA", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2004.
- [4] Dragoljub Novaković: "REPRODUKCIJA TEHNIKA", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2009.
- [5] Dragoljub Novaković: "GRAFIČKI SISTEMI", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2009.
- [6] Ilija Ćosić, Aleksandar Rikalović, "PROJEKTOVANJE PROIZVODNIH SISTEMA", priručnik za vežbe, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 2008.
- [7] <http://www.agfa.com/>
- [8] <http://www.hp.com/>
- [9] <http://www.wikipedia.org/>
- [10] <http://www.grid.ns.ac.yu/>

Kratka biografija:



Kristina Veljković rođena je u Novom Sadu 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn – Proizvodni sistemi.



Dr Ilija P. Ćosić dipl. maš. inženjer rođen je 5. septembra 1948. godine u Rivici, Opština Irig, AP Vojvodina. Diplomirao je na Mašinskom fakultetu u Novom Sadu, smer proizvodno mašinstvo 1972. godine.

KORELACIJA IZMEĐU OZONA I UKUPNIH LAKO ISPARLJIVIH ORGANSKIH JEDINJENJA U SITO ŠTAMPI**CORRELATION BETWEEN OZONE AND TOTAL VOLATILE ORGANIC COMPOUND IN SCREEN PRINTING**Biljana Obradović, Jelena Kiurski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – U radu je prikazana procena kvaliteta vazduha u sito štampariji u Novom Sadu. Uzorkovanje vazduha je obavljeno u odeljenju za štampu sa poluautomatskom i automatskom štamparskom mašinom. Dobijeni eksperimentalni podaci pokazuju da koncentracije ozona u radnom okruženju rastu sa porastom koncentracije ukupnih lako isparljivih organskih jedinjenja uz intenzivnu upotrebu UV lampi tokom automatskog procesa sito štampe.

Abstract – In this study, indoor air quality assessments were carried out in a screen printing facility in Novi Sad. The air sampling was conducted in press department with semi-automatic and automatic printing machines. The experimental data show that ozone concentrations in the work environment slowly increases with the increasing of TVOCs concentrations and intensive use of UV lamps during automatic screen printing process.

Ključne reči: Ozon, ukupna lako isparljiva organska jedinjenja, sito štampa

1. UVOD

Sito štampa kao najsvestranija od svih procesa štampanja predstavlja tehniku štampanja u kojoj boja prolazi kroz sito i prenosi se na podlogu. Proces sito štampe koristi tečne materijale (organske rastvarače, boje, lakove, sredstva za čišćenje i drugo) koji proizvode brojne toksične i opasne supstance, posebno lako isparljiva organska jedinjenja (Volatile Organic Compounds - VOC). Znatne količine isparljivog toluena, etilbenzena, ksilena, alkohola i drugih organskih jedinjenja se ispuštaju u radno okruženje tokom procesa štampanja. Hemijski sastav isparenja veoma zavisi od vrste mašine za štampanje, procesa čišćenja i sušenja, podloge i konačne primene štampanog proizvoda. Ukupna lako isparljiva organska jedinjenja doprinose stvaranju sekundarnih fotohemijskih polutanata kao što je ozon, koji je veoma reaktivan i utiče na zdravlje radnika.

Prethodna istraživanja [1] bila su fokusirana uglavnom na merenja stepena izlaganja raznim organskim supstancama tokom procesa ofset štampe, a korelacija između zagađujućih supstanci i ozona u pogonima sito štampe je bio cilj ovih istraživanja kao važan doprinos uticaju toksikanata na zdravlje zaposlenih u sito štamparijama.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor bila dr Jelena Kiurski, red.prof.

2. LAKO ISPARLJIVA ORGANSKA JEDINJENJA

Lako isparljiva organska jedinjenja imaju visok napon pare na sobnoj temperaturi i predstavljaju grupu organskih jedinjenja sa ugljenikom. Njihovo prisustvo je često povezano sa pojavom karakterističnih mirisa, mada mogu biti i bez mirisa. U oba slučaja su opasni, tj. toksični.

Lako isparljiva organska jedinjenja emitovana u životnu sredinu reaguju sa oksidima azota i proizvode ozon i druga jedinjenja koja utiču na globalno zagađenje atmosfere.

Mnoge štamparske boje i prevlake, koje se koriste u grafičkoj industriji, sadrže različite opasne, isparljive, materije (benzen, toluen, ksilen, i drugo) štetne po ljudsko zdravlje i okolinu [2].

U grafičkoj industriji se benzen, toluen i ksilen koriste kao rastvarači, sredstva za čišćenje ili kao polazne sirovine. Među radnicima u štamparijama najčešća su hronična trovanja, izuzetak su velike havarije, kada dolazi do akutnih trovanja. Najznačajnije fizičke karakteristike organskih rastvarača sa stanovišta toksikologije su njihova isparljivost i rastvorljivost u mastima. Laka i brza isparljivost benzena, toluena i ksilena lako dovodi do kontaminacije radne sredine, čime se povećava mogućnost trovanja radnika, a dobra rastvorljivost u mastima omogućuje brzu apsorpciju preko pluća i njihovu distribuciju u tkiva bogata mastima gde ispoljavaju svoje toksične efekte.

3. OZON

Ozon je alotropska modifikacija kiseonika, čiji se molekul sastoji od tri atoma kiseonika (O_3) i prirodno se nalazi u malim količinama u nižim slojevima Zemljine atmosfere.

Ozon je jako oksidaciono sredstvo, može da oksiduje mnoga organska jedinjenja i koristi se u komercijalne svrhe kao izbeljivač za voskove, ulja i tekstil. Takođe može i da oksiduje sve metale izuzev zlata, platine i iridijuma. Degradirajuće deluje na gumu, plastiku, ulja i boje. Zbog snažnog germicidnog dejstva koristi se i za sterilizaciju vazduha i pijaće vode. Iako je prisustvo VOC-ova odgovorno za stvaranje ozona u ambijentalnom vazduhu, emisija azotovih oksida (NO_x) može biti presudan faktor za dostizanje maksimalnih koncentracija ozona u urbanim sredinama. Ozon se može formirati kada se smeša O_2 i NO_2 izloži svetlosti [3].

Štetno delovanje ozona na čoveka ispoljava se napadom na sluzokožu disajnog trakta i alveole. Kašalj, suvoća grla i bol u grudnom košu prouzrokovani su pri kratkotrajnim izlaganjima uticaja ozona. Ozon izaziva suženje bronhijalnih puteva što dovodi do upale grla, kašlja, neprijatnog

osećaja u plućima i otežanog disanja. Visoka koncentracija ozona može prouzrokovati plućni edem. Takođe, ozon slabi imuni sistem i može dovesti do preuranjenog starenja čovekovog organizma. Koncentracija ozona koja ozbiljno ugrožava zdravstveno stanje čoveka iznosi 5 ppm [4].

4. MIKROKLIMATSKI PARAMETRI U RADNIM PROSTORIJAMA

Sastav vazduha u radnoj sredini trebalo bi da odgovara normalnom atmosferskom sastavu vazduha koji sadrži 20% kiseonika, 79% azota i 0,13% ugljen-dioksida. Svako odstupanje od ovakvog sastava predstavlja zagađenost vazduha, koja je štetna po organizam čoveka. Do zagađenja vazduha dolazi usled:

- poremećaja odnosa gasova od kojih je vazduh sastavljen i prisustva drugih gasova u vazduhu,
- prisustva isparenja raznih jedinjenja,
- prisustva koncentracije bakterija i mikroorganizama u vazduhu koja može usloviti pojavu infekcije,
- prisustva prašine.

Usled zagađenosti vazduha dolazi do smanjenja produktivnosti rada, zamora, malaksalosti, opadanja radne sposobnosti, hroničnih oboljenja i opšteg pogoršanja zdravlja radnika. Izmena zagađenog vazduha vrši se provetravanjem. Kada normalno provetravanje kroz prozore nije izvodljivo, bilo da se radi o podzemnim prostorijama ili o prostorijama u kojima je nužno održavati određeni režim temperature i vlage, mora se vršiti provetravanje pomoću specijalnih uređaja za ventilaciju i pročišćavanje vazduha.

Zdravlju zaposlenih takođe treba posvetiti pažnju, kako prevencijom, odnosno što manjom izloženošću, tako i redovnom lekarskom kontrolom posebno disajnih organa [5].

4.1. Zaštita zdravlja i bezbednost u sito štampi

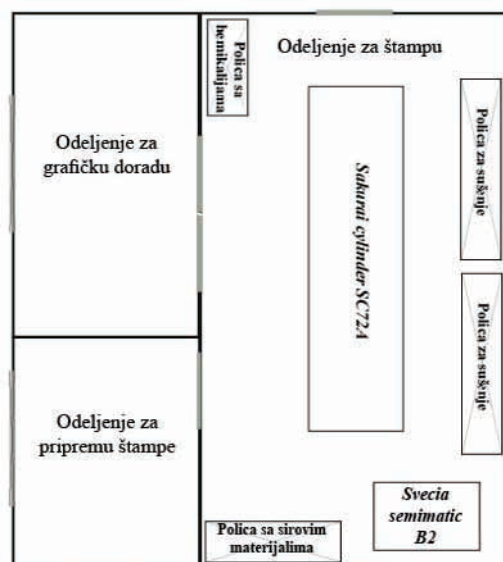
Sito štampa, kao i svaki industrijski proces, zahteva posebno pridavanje pažnje aspektima zaštite zdravlja i bezbednosti na radnom mestu. Mada su mnogi rizici pri radu sa bojama na bazi rastvarača, eliminisani prelaskom na upotrebu UV boja, neophodne su i dalje preventivne zdravstvene mere. Radnici bi trebalo da budu informisani o zdravstvenim i bezbednosnim rizicima i obučeni u duhu dobre industrijsko-higijenske prakse. Redovno održavanje kompletne postojeće opreme, kao i uvođenje modifikacija u procesu štampe trebalo bi da budu deo ukupnih napora za očuvanje zdravlja zaposlenih i njihove bezbednosti na radu [6].

5. MATERIJALI I METODE

5.1. Karakteristike pogona za sito štampu

Pogon za sito štampu sastoji se od tri odeljenja: odeljenje za pripremu štampe, odeljenje za štampu i odeljenje za grafičku doradu, slika 2.

Odeljenje za štampu je srednje veličine (11 x 22m), i ima šest zaposlenih radnika. U odeljenju su smeštene automatska mašina za sito štampu (Sakurai cylinder SC72A), poluautomatska mašina za sito štampu (Svecia semimatic B2), nekoliko pomoćnih mašina i police sa sirovim materijalima (hemikalije, papir i drugo).



Slika 1. Šematski prikaz sito štamparije

5.2. Uzorkovanje vazduha i metode merenja polutanata

Određena su četiri mesta uzorkovanja u odeljenju za sito štampu. Dva mesta su odabrana kod automatske mašine: 1) kada štampani materijal ulazi u UV jedinicu za sušenje i 2) kada izlazi iz UV jedinice za sušenje. Takođe, mesta uzorkovanja su odabrana i kod poluautomatske mašine: 1) kada štampani materijal izlazi iz mašine za štampanje i 2) u blizini stola za sušenje štampanog materijala.

Merenje temperature, osvetljenosti i relativne vlažnosti u odeljenju za štampu vršeno je u isto vreme kad i merenje koncentracija isparljivih organskih jedinjenja i ozona.

Koncentracija ozona određivana je primenom ozonometra Aeroqual Series 200, Aeroqual Ltd.

Za određivanje koncentracije VOC-ova korišćen je mobilni gasni hromatograf Voyager, Photovac.

Mikroklimatski parametri, vlažnost, protok vazduha, temperatura i osvetljenost mereni su primenom mernog instrumenta Mannix DLAF-8000.

6. REZULTATI I DISKUSIJA

Merenja koncentracionih nivoa četrnaest organskih kontaminanata: benzena, toluena, etilbenzena, ksilena, izopropanola, acetona, metil-etil-ketona, glikol etara, metil-izobutil-ketona, metanola, 1,1,1-trihloretilena, dihlormetana, etilen glikola i ozona su izvršena u sito štampariji u Novom Sadu, tabela 1.

Merenja su vršena kod automatske i poluautomatske mašine tokom osmočasovnog radnog vremena.

Vrednosti osvetljenosti i relativne vlažnosti varirale su između 92 do 445 lx, odnosno od 45% do 48%, respektivno. Temperatura je bila konstantna (28 °C).

Koncentracioni nivoi pojedinačnih isparljivih organskih jedinjenja, ukupnih isparljivih organskih jedinjenja i ozona ukazuju na trenutno stanje radnog okruženja.

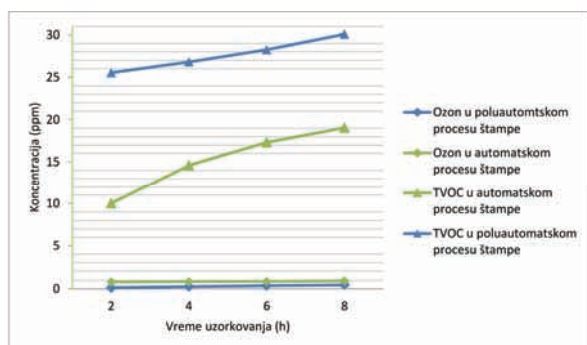
Kao što se vidi iz tabele 1, među četrnaest ispitivanih isparljivih organskih jedinjenja, značajne količine isparljivog etilbenzena, ksilena, izopropanola i drugih organskih jedinjenja, koja se prenose vazduhom (toluen, aceton i metil-etil-keton), se emitovale u vazduh radnog okruženja. Ksileni su dominantni sa relativno visokom

koncentracijom od 14,32 ppm kod automatskog i 22,34 ppm kod poluautomatskog procesa štampe.

Tabela 1. Prosečna koncentracija pojedinačnih VOC, ukupnih VOC i ozona u odeljenju sito štampe i maksimalno dozvoljene koncentracije (PEL) [1]

No.	Supstanca	Prosečna koncentracija								PEL* (ppm)
		Automatska mašina				Poluautomatska mašina				
		Vreme uzorkovanja								
		2	4	6	8	2	4	6	8	
1.	Benzen	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2.	Toluen	0,592	-	-	-	-	0,421	0,591	0,270	100
3.	Etilbenzen	1,703	2,008	2,254	2,981	3,288	2,879	3,347	4,395	100
4.	p, m-kislen	6,438	10,93	13,41	14,32	20,49	20,93	21,10	22,34	100
5.	o-kislen	0,982	1,104	1,113	1,167	1,136	1,105	1,465	2,140	100
6.	Izopropanol	-	0,107	0,132	0,152	0,226	0,842	0,587	0,208	400
7.	Aceton	0,096	0,187	0,170	0,208	0,146	0,324	0,949	0,492	1000
8.	Metil-etil-keton	0,209	0,253	0,239	0,241	0,238	0,307	0,209	0,253	200
9.	Glikol etri	-	-	-	-	-	-	-	-	25
10.	Metil-izobutilil-keton	-	-	-	-	-	-	-	-	100
11.	Metanol	-	-	-	-	-	-	-	-	200
12.	1,1,1-Trihloretilen	-	-	-	-	-	-	-	-	350
13.	Dihloretan	-	-	-	-	-	-	-	-	25
14.	Etilen glikol	-	-	-	-	-	-	-	-	50
15.	Ukupni VOC	10,02	14,59	17,32	19,07	25,53	26,81	28,25	30,10	-
16.	Ozon	0,81	0,85	0,88	0,92	0,12	0,26	0,37	0,45	0,1

S obzirom na to da je tokom merenja koncentracionih nivoa temperatura u radnom okruženju bila stabilna, gotovo je nemoguće da su na koncentracije ukupnih isparljivih organskih jedinjenja i ozona uticale temperaturne promene. Prosečne koncentracije ozona su iznosile od 0,12 do 0,45 ppm u poluautomatskom procesu štampanja i od 0,81 do 0,92 ppm u automatskom procesu štampanja. Dok su prosečne vrednosti koncentracije ukupnih isparljivih organskih jedinjenja u poluautomatskom procesu štampe bile u intervalu od 25,53 do 30,10 ppm, a u automatskom procesu štampe od 10,02 do 19,07 ppm, kao što je prikazano na slici 2.



Slika 2. Korelacija između ukupnih VOC i ozona u zavisnosti od vremena uzorkovanja [1]

Na osnovu podataka iz tabele 1 i slike 2, koncentracije ukupnih isparljivih organskih jedinjenja u poluautomatskom procesu su oko 2,5 puta veće nego u automatskom procesu, dok je koncentracija ozona u automatskom procesu 2 do 6 puta veća nego u poluautomatskom procesu. Očigledno je da se veće količine isparljivih organskih jedinjenja emituju u poluautomatskom procesu štampanja nego u automatskom zbog tipa korišćenih hemikalija (boje i rastvarači sa visokim sadržajem isparljivih organskih jedinjenja) i nedostatka jedinice za sušenje (UV, topli vazduh i drugo). Ali automatski proces štampanja stvara veće koncentracije ozona zbog primene UV lampi tokom sušenja i pretpostavlja se da te koncentracije utiču na dalje širenje ozona do poluautomatske

mašine, s obzirom na to da su mašine u istom pogonu (slika 1).

Sprovedena istraživanja su ukazala na postojanje korelacije između ukupnih isparljivih organskih jedinjenja i ozona.

7. ZAKLJUČAK

Sprovedenim istraživanjem stečen je pravi uvid u kvalitet vazduha u pogonima za sito štampu u Novom Sadu. Iako su koncentracioni nivoi ozona u odeljenju sito štampe bili mnogo iznad dozvoljenje granice, ne predstavljaju opasnost, niti su štetne po zdravlje zaposlenih.

Poluautomatski proces štampe je stvarao veće količine VOC-ova od automatskog zbog korišćenja lako isparljivih hemikalija i nedostatka jedinice za sušenje. Tako su i koncentracije ukupnih isparljivih organskih jedinjenja u poluautomatskom procesu bile do 2,5 puta veće nego u automatskom. Međutim, koncentracija ozona je bila 2 do 6 puta veća u automatskom procesu nego u poluautomatskom. Kako primena UV lampi u automatskom procesu štampe stvara veće koncentracije ozona može se pretpostaviti da su upravo ove koncentracije uticale na dalje širenje ozona do poluautomatske mašine u okviru istog pogona za štampu.

8. LITERATURA

- [1] Kiurski J., Adamović D., Oros I., Krstić J., Adamović S., Vojinović Miloradov M., Kovačević I., 2011. Correlation between Ozone and Total VOCs in Printing Environment, J. Chem. Chem. Eng, vol. 5, pp. 423-428,
- [2] Kiurski J., Prica M., 2004. Sadržaj volatilnih organskih jedinjenja u radnoj sredini grafičke industrije, Procesna tehnika, str. 166-168
- [3] Đarmati Š., Veselinović D., Gržetić I., Marković D., Životna sredina i njena zaštita, Životna sredina - knjiga I, Futura, Beograd, 2007.
- [4] Jakanović M., Toksikologija, Farmaceutski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Elit Medica, Beograd, 2001.
- [5] Poznovija M., Tehnologija sito-štampe I, Zavod za izdavanje udžbenika, Novi Sad, 1991.
- [6] Sericolov priručnik za UV sito štampu, Sericol Limited, 2004.

Kratka Biografija:



Biljana Obradović, rođena je u Novom Sadu 1986. god. Apsolvent na master studijama Fakulteta tehničkih nauka, Departmana za grafičko inženjerstvo i dizajn u Novom Sadu.



Jelena Kiurski rođena je u Kikindi. Obrazovanje do doktora tehničkih nauka stekla je na Tehnološkom fakultetu u Novom Sadu. Danas je redovni profesor na fakultetu Tehničkih nauka, Departman za grafičko inženjerstvo i dizajn.

ZNAČAJ VERBALNE INFORMACIJE U OGLAŠAVANJU**THE IMPORTANCE OF VERBAL INFORMATION IN ADVERTISING**

Jovana Grubač, Uroš Nedeljković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Kako bi se ispitao uticaj verbalne poruke u oglašavanju potrebno je analizirati neke od osnovnih elemenata koji utiču na njenu efikasnost. Funkcija oglasa je da privuče pažnju potrošača pa je važno shvatiti kako sadržaj teksta i njegova forma utiču na njihovo razumevanje i pamćenje.

Abstract – To analyze the role of verbal information in advertising we need to understand some of basic elements that affect its efficiency. The main function of ad is to get costumers attention so it's important to understand how content of the copy and its form affects their understanding and memory.

Cljučne reči: Funkcije jezika, verbalni registar, obrada teksta, tipografija, oglašavanje

1. UVOD

Jedano od najbitnijih pitanja u oglašavanju jeste kako napraviti oglas koji će privući pažnju potrošača i pozitivno uticati na njihov stav prema reklamiranom proizvodu ili usluzi. Efikasnost oglasa se meri efikasnošću elemenata koji ga sačinjavaju.

Svaka propagandna poruka se sastoji iz dva elementa: verbalnog i vizuelnog registra. Kako bi se pravilno ispitala njena efikasnost potrebno je prvo analizirati svaki od registara posebno, a zatim i način njihove međusobne interakcije.

U ovom radu akcenat se stavlja na verbalni registar čija će funkcija biti objašnjena kroz analizu faktora koji na njega utiču. Kroz pregled aspekata jezika, načina oblikovanja i obrade teksta, kao i toga kako verbalni sadržaj oglasa utiče na svakodnevnu komunikaciju, biće objašnjeno na koji način treba kreirati verbalnu poruku da bi ispunila svoju najbitniju funkciju – povećanje efikasnosti oglasa.

2. VERBALNI REGISTAR

Svaka poruka uključujući i poruku u okviru sistema tržišnih komunikacija funkcioniše preko svoja dva koda ili registra: verbalnog i vizuelnog.

Za pravilno ocenjivanje kvaliteta i dejstva emitovane poruke na potrošača, prvo se mora analizirati dejstvo njenog vizuelnog i verbalnog koda ili registra, a zatim i kvalitet učinka celokupne poruke na nagone, tendencije i emocije potrošača. Ideologija svake misli može se prepoznati tek kada se prevede u određeni sistem vizuelnih i verbalnih kodova [1].

Funkcija verbalnog registra jeste da tačnije determiniše ideju poruke koju vizuelna komunikacija često čini dvosmislenom i stavlja u stalno stanje “šuma” [2].

2.1. Činioci verbalne komunikacije u korelaciji sa funkcijama jezika.

Prema Jakobsonu [3] odnosa činilaca verbalne komunikacije i funkcija jezika zahteva sažet pregled činilaca koji ulaze u sastav svakog govornog događaja, svake verbalne komunikacije. Pošaljilac šalje poruku primaocu. Da bi bila delotvorna, poruka zahteva kontekst na koji se odnosi, shvatljiv za primaoca, i bilo verbalan bilo takav da se može verbalizovati.

Kod je u celosti ili bar delimično zajednički pošaljio i primaocu, drugim rečima onom ko poruku enkodira i onom ko je dekodira. I na kraju, kontakt, fizički kanal i psihološka veza između pošaljio i primaoca, koji obojici omogućuje da uđu u komunikacioni odnos i u njemu ostanu. Svi ovi činioci, zastupljeni u verbalnom opštenju, mogu se šematski predstaviti na sledeći način:

KONTEKST
PORUKA
POŠALJILAC ----- PRIMALAC
KONTAKT
KOD

Svaki od ovih šest činilaca, kako smatra Jakobson, određuje jednu funkciju jezika. Iako se razlikuje šest osnovnih aspekata jezika, mora se naglasiti da bi bilo teško naći verbalne poruke koje bi vršile samo jednu funkciju. Verbalna struktura poruke zavisi prvenstveno od dominantne funkcije. Ali iako usmerenje na predmet, izvesna orijentacija prema kontekstu predstavlja referencijalnu funkciju – glavni zadatak brojnih poruka, mora se uzeti u obzir i prateće učešće drugih funkcija u takvim porukama.

Emotivna funkcija je usredsređena je na pošaljio i ima za svrhu direktno izražavanje govornikovog stava prema onome o čemu govori.

Orijentacija prema primaocu predstavlja konativnu ili imperativnu funkciju koja u jeziku svoj najčistiji gramatički izraz nalazi u vokativu i imperativu.

Tradicionalni model jezika ograničavao se na ove tri funkcije: emotivnu, konativnu i referencijalnu – i na tri temena koja su im odgovarala: prvo lice pošaljio, drugo lice primaoca i treće lice – neko ili nešto o čemu se govori. Postoje još tri sastavna činioi verbalne komunikacije i tri odgovarajuće funkcije jezika.

Fatička funkcija predstavlja usmerenje na kontakt i tako služi uspostavljanju, produženju ili obustavljanju komunikacije, proverava ispravnost kanala, privlači

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio mr. Uroš Nedeljković, doc.

pažnju sagovornika ili potvrđuje produženje pažnje s njegove strane.

Kad god se pošaljocu ili primaocu (ili obojici) ukaže potreba da provere da li upotrebljavaju isti kod, u žižu govora ulazi *kod* kada govor obavlja *metajezikičku* funkciju gde pošaljalac postavlja pitanja kojima je cilj da ponovo uhvate izgubljenu nit.

Usmerenost na *poruku* kao takvu, dovođenje u fokus poruke zarad nje same predstavlja *poetsku* funkciju jezika.

2.2. Funkcije verbalnog registra u oglašavanju

Kako Jakobson [3] navodi, svakom činiocu verbalne komunikacije odgovara jedna funkcija poruke. U okviru sistema tržišnih komunikacija se analizom mogu otkriti iste funkcije ili aspekti: referencijalna, emotivna, imperativna, fatička, metalingvistička i estetska.

Poruka sa *referencijalnom* funkcijom označava realne stvari, prisustvo realnog ili dokumentacionog opisa, predmeta, usluge ili neke druge ponude. Cilj poruke sa dominantnom *emotivnom* funkcijom je da izazove emotivne reakcije, i ova funkcija je čest pratilac verbalnog registra u kom je izražena kroz dobar slogan ili neke "jače" reči. *Imperativna* funkcija poruke iskazuje neko naređenje i time poruku čini, koliko agresivnom i odbojnom, toliko i prihvatljivom i snažnom, jer svojom odsečnošću uliva poverenje. Kroz *fatičku* ili *vezivnu* funkciju poruka naizgled izražava ili izaziva emocije, ali u stvari ima nameru samo da proveri neke činjenice ili da potvrdi neke relevacije poruke. *Metalingvistička* funkcija označava poruku koja se, u svojoj tvrdnji ili zalaganju za neku istinu, kategorički poziva na autoritet druge istine. Poruka dobija *estetičku* funkciju kada kada je njena struktura dvosmislena, a ona sama autorefleksivna, odnosno kada želi da privuče pažnju primaoca pre svega na svoju formu koja je u retoričkom smislu vrlo autoritativna i često poetizovana [2].

Pošto je kvalitet verbalnih poruka uvek dvojak, u verbalnoj poruci se može pojaviti neusaglašenost njenih funkcija gde jedna izjava slabe referencijalnosti dobije kvalitet visoko informativne izjave sa stanovišta fatičke funkcije. Verbalna poruka u auditivnoj ili printkomunikaciji može biti, po Eku [2], veoma slaba ili gotovo paradoksalna, sa strane referencijalnog aspekta, ali se ta negativna vrednost može visoko oceniti sa stanovišta estetskog aspekta.

U verbalnom registru poruke su najvažniji emotivni i estetski aspekt, jer se ove dve funkcije mogu najbolje izraziti retoričkim tropama kao vizuelnim stilskim figurama ističući poetičnost poruke [1].

Pri analizi oglasa sa aspekta verbalnih funkcija jezika, kako objašnjava Livan [4], kada se govori o poruci koju oglas prenosi, takođe se moraju pomenuti faze koje ona mora ispuniti. U odgovarajućoj analizi oglasa, prvo se određuje da li je svaka od funkcija prisutna ili odsutna. Ako postoji više od jedne funkcije onda se može napraviti jednostavna hijerarhija određivanjem dominantne funkcije.

3. JEZIK: NAČIN OBRADE TEKSTA

U velikom broju istraživanja je dokazano da jezik ima važnu ulogu kada je u pitanju efikasnost oglasa. Goh [5] objašnjava kako je jezik, sam po sebi, kompleksna forma komuniciranja i da upotreba jedne reči u oglasu može imati različita značenja. Jedan od uzroka je generacijska

razlika potrošača gde mlađe generacije koriste nove, urbane reči. Adaval [prema 5] tvrdi da jezik, kao i slika, može stvoriti određene mitove i uticati na ponašanje potrošača, kao što je, na primer, verovanje da ruže označavaju strast.

Jezička struktura oglasa često može biti dvosmislena što omogućuje obmanu i manipulaciju potrošačima. Na primer, brend koji tvrdi da je njihov proizvod ukusniji se može shvatiti na više načina u zavisnosti od toga ko ga interpretira. Može se razumeti da je proizvod ukusniji od konkurentnih proizvoda ili da je ukusniji u odnosu na to kakav je bio pre par godina.

3.1. Referentna neprekidnost i postojanost teksta

Luna [6] način obrade teksta u oglasima deli na dva elementa: postojanost i referentnu neprekidnost. *Referentna neprekidnost* se odnosi na neprekidnost teksta u jednom oglasu ili seriji oglasa. Drugim rečima, kroz tekst mora postojati preklapanje koncepta o kome se govori.

Kada je u pitanju serija oglasa, svaki novi oglas u seriji se mora odnositi na temu koja je spomenuta u prethodnom. Upotreba repetitive verbalnih elemenata može da aktivira ključne elemente iz prethodnog oglasa, reaktivirajući neophodno znanje za građenje modela celokupnog teksta. Ako se u krajnjem oglasu spominje fraza iz početnog, doći će do preklapanja fraza što će omogućiti bolje pamćenje oglasa.

Postojanost se, kako objašnjavaju Sanders i Noordman [prema 6], odnosi na tekst u kom se lako mogu kombinovati verbalne informacije iz oglasa za stvaranje uzročnih, namernih i vremenskih struktura. Vrsta strukture koja se koristi u tekstu utiče na nivo postojanosti, a samim tim i na razumljivost i pamtljivost teksta. Postoji veliki broj modela postojanosti, a neki od njih su odnosi uzroka, problem-rešenje, namera. Sanders i Noordman zaključuju da postojanost zasnovana na modelu problem-rešenje utiče na bržu obradu informacija i bolje pamćenje oglasa. Ovo je jedan od modela koji se često koriste u štampanim oglasima gde se na jednoj strani predstavlja početni oglas, a na drugoj krajnji. Kada su problem i rešenje razdvojeni, oglas se bolje razume i ostaje u dugotrajnom pamćenju.

4. KONTEKST

Psiholingvistička istraživanja su pokazala da ljudi mogu bolje razumeti kompleksne reči ako je uz njih dato i objašnjenje. Kada se u oglasima ili reklamama upotrebi neki stručni pojam ljudi nemaju potpuno znanje o reči kroz konekciju te reči sa rečenicom. Kontekst može pomoći pri razumevanju reči povezujući njeno značenje sa onim koje je poznato. Kada čujemo novu reč, kako Meeds objašnjava, upotrebljavamo poznati lingvistički domen kome reč pripada kako bismo je približili najbližnjoj poznatoj reči. Kontekst na nivou rečenice čitaocu nepoznate reči čini razumljivijim.

Na razumevanje verbalnog sadržaja veliki uticaj ima nivo znanja potrošača. Konkretni termini koji se koriste u oglasu se mogu shvatiti na više načina u zavisnosti od nivoa znanja, pa će razumevanje biti lošije kod potrošača sa nižim nivoom znanja. Slabijem razumevanju, osim generacijskih, uzrok mogu biti i rasne i kulturne razlike.

Kako Goh [5] ističe, vrlo je važno razumeti kognitivnu obradu novih ili nepoznatih stručnih termina, kako potrošači pamte informacije i kako te informacije utiču na njih. Autori oglasa ne treba da izbegavaju upotrebu stručnih termina koji opisuju njihov proizvod, u strahu da ih potrošači neće razumeti. Izbegavanje stručnih termina može uticati na slabije pamćenje potrošača. Kada se nova reč ili stručni termin stave u određeni kontekst poruka će biti jasnija i samim tim će reakcija potrošača biti pozitivne.

5. TIPOGRAFIJA

Topografija značajno utiče na motivaciju i mogućnost razumevanja poruke u oglasu. Istraživanja pokazuju da tipografija utiče na sposobnost potrošača da razume informacije o brendu u oglasu, pa je uticaj tipografije jako velik. Tipografija se veže za formu i raspored reči i rečenica u tekstu napisane ili prezentovane poruke. Povećavajući efektivnost, tipografija se izdvaja kao dominantan uticaj u štampanom oglašavanju. McCartney [prema 5] izdvaja tri dimenzije tipografije koje utiču na predstavljanje teksta: *karakteristike pisma, karakteristike razmaka i karakteristike rasporeda elemenata*. Karakteristike pisma se odnose na faktore koji utiču na izgled forme teksta i uključuju i druge faktore kao što su stil, boja i veličina. Karakteristike razmaka opisuju udaljenost reči, između slova u reči i između redova teksta. Raspored elemenata obuhvata pozicioniranje reči i blokova teksta i podešavanje dužine teksta.

Chebat [prema 5] objašnjava da komplikovane forme teksta mogu biti problem, tj. da većina oglasa nije dizajnirana da prenosi komplikovane informacije. Umesto toga, cilj oglašavanja je da poveća svest o brendu i da informiše potrošače o njegovim karakteristikama. Čak i kada se predstavlja komplikovana informacija, to se radi na najjednostavniji način. Najveći problem pri prenošenju komplikovanih informacija jesu čitljivost i pamtljivost oglasa, gde se čitljivost odnosi na lingvističku kompleksnost teksta sa fokusom na reči, rečenice i tekstove.

Velika složenost teksta može imati negativan uticaj na prisećanje i prepoznavanje oglasa. Što je scenario složeniji manja je verovatnoća da ćemo prepoznati ili se setiti bitnih elemenata oglasa. Ako je tekst teško čitljiv, pojedinci sa niskom jezičkom sposobnošću pokazuju jako slabo razumevanje verbalnih elemenata oglasa. Oni ulažu dosta truda pri analizi što umanjuje sposobnost za dobrim pamćenjem. Uticaj složenosti teksta u verbalnom sadržaju treba uzeti u nameri da se unapredi podsećanje ili prepoznavanje naziva brenda. Lowrey [prema 5] zaključuje da se, iako velika složenost teksta ima negativan uticaj na razumevanje i prisećanje oglasa, ne treba ograničiti samo na jednostavne oglase.

6. TEORIJA DVOJAKOG KODIRANJA

Proučavanjem ljudskog saznanja zaključuje se da je verbalno kodiranje važno za perceptivnu obradu informacija. Iako se ovde govori o verbalnoj informaciji, bilo bi neadekvatno ne spomenuti uticaj vizuelne informacije, jer oba stimulusa moraju biti integrisana kako bi uticali jedan na drugi. Kim [prema 5] predstavlja saznanje aktivnosti kao rezultat dva umna podsistema, *verbalnog i vizuelnog*, što opisuju kroz teoriju dvojakog

kodiranja. Verbalni sistem omogućuje obradu informacija jednu za drugom, dok vizuelni sistem omogućuje paralelnu obradu informacija. Kada nađemo na verbalni stimulus kao što je neki tekst, verbalni kod će biti aktiviran. Kako navodi Kim, postoje tri karakteristična načina obrade stimulusa. Prvi, osnovni nivo obrade jeste klasifikovana obrada. Ovaj proces uključuje direktnu aktivaciju verbalnog ili vizuelnog sistema, u zavisnosti od stimulusa. Sledeći nivo jeste referentna obrada koja uključuje građenje konekcija između verbalnog i vizuelnog sistema. I treći, najkompleksniji nivo jeste asocijativna obrada koja se dešava kada se verbalni i vizuelni stimulus povezuju sa drugim verbalnim i vizuelnim stimulusom.

7. RETORIČKE FIGURE

Retorička figura je stilska varijacija čija je najznačajnija svrha da služi kao sredstvo oblikovanja informacija u oglasima. Istraživanja koja je izveo McQuarrie su pokazala da retoričke figure imaju dva glavna efekta na reakciju potrošača. Prvi je pristup oglasu sa više pažnje, a drugi veći nivo zadovoljstva. Verbalne i vizuelne retoričke figure mogu imati pozitivan uticaj na reakciju potrošača, nezavisno od toga da li se fokusiraju na oglas ili njegov način uređivanja.

Jedan od primera za retoričku figuru jeste metafora koja se upotrebljava kao nosilac značenja i može opisivati analogiju između ciljeva. Metafora izaziva živopisne slike i podstiče kognitivnu elaboraciju [5].

8. POSLEDICA IGRE OGLASA

Kako Goh [5] primećuje, fraze iz oglasa upotrebljavaju se u svakodnevnom životu od strane ljudi svih starosnih doba. Sadržaj oglasa je postao uobičajena tema razgovora i do nekog stepena se integriše u svakodnevnom razgovoru ili ga čak potpuno menja. Igra sa kojom se potrošači igraju je posledica oglasa i toga oglašivači moraju biti svesni. Igra oglašavanja o kojoj se ovde govori je igra jezika koja koristi verbalno izražavanje kako bi transformisala sadržaj oglasa u sadržaj društvene rasprave.

Goh navodi da traživanje koje je sproveo Alperstein otkriva kako publika transformiše verbalni sadržaj iz reklama ili oglasa u jezik koji se svakodnevno koristi. Ova transformacija verbalnog sadržaja oglašavanja predstavlja upotrebu fraza iz oglasa u stvarnim društvenim situacijama. Ova strategija transformacije sadrži četiri uzastopna koraka. Prvo, mora postojati opažanje ili svesnost da je verbalni sadržaj pogodan za korišćenje u svakodnevnom govoru. Drugo, bitno je razumeti prihvatanje jezika iz oglasa od strane publike i odgovarajuću društvenu situaciju u kojoj se koristi. Treće, pojedinac treba da se priseti određene fraze koja je skladištena u njegovoj memoriji. I na kraju, pojedinac treba da transformiše značenje oglasa u prikladnu formu.

9. INTERNET OGLAŠAVANJE

Goh [5] navodi internet kao jedan od faktora koji menjaju svaki aspekt našeg života, od komunikacije i učenja do kupovine. Informacija o proizvodu postaje važan faktor kod kupaca pri odluci o kupovini putem interneta. Usled činjenice da je kupcima uskraćena prilika za fizičkom proverom proizvoda, detalji o proizvodima i online

prezentacije postaju važna uloga pri zadovoljavanju potreba potrošača kako bi doneli odluku o kupovini. Goh dalje navodi kako verbalna informacija ima bitan uticaj na kognitivni stav prema proizvodima i nameri za kupovinom. Oni koji su izloženi većem broju informacija imaju pozitivniji stav prema proizvodu. Pored toga, i vizuelna i verbalna informacija su često u interakciji kako bi uticali na reakciju potrošača.

Goh navodi da su eksperimenti koje su izveli Kim i Lenon pokazali da verbalna informacija ima značajan uticaj u odnosu na vizuelnu informaciju. I vizuelna i verbalna informacija utiču na kognitivni stav, ali verbalna informacija ima jači

uticaj. Verbalna informacija u oglasu ima specifične tvrdnje o karakteristikama proizvoda ili njihovim performansama, što čini mogućim zaključivanje o nepoznatim informacijama o proizvodu.

10. ZAKLJUČAK

Efikasnost verbalne poruke utiče na to da li će oglas privući pažnju potrošača i uticati na formiranje pozitivnog stava prema reklamiranom proizvodu.

Način obrade teksta utiče na stvaranje veze između karakteristika teksta i odgovora potrošača na oglas tako što utiče na brzinu obrade i dugotrajnot pamćenja podataka. Upotreba kompleksnih informacija može uticati na lošije pamćenje potrošača pa ih treba predstavljati na što jednostavniji način, a stručne izraze treba objasniti kroz kontekst koji će se lako razumeti i zapamtiti. Upotreba retoričkih figura značajno povećava pažnju potrošača i podiže nivo njihovog zadovoljstva.

Analizom faktora koji utiču na efikasnost verbalne poruke može se zaključiti o kompleksnosti njene forme i važnosti uloge koju ima u oglašavanju. Pre osmišljavanja verbalne poruke jasno se mora definisati šta je njen cilj, da li se njome žele izazvati emocije ili uticati na razum potrošača, i kojoj ciljnoj grupi je upućena, gde su bitni faktori kao što su kulturno okruženje, socijalni status i nivo obrazovanja.

11. LITERATURA

- [1] M. Nedeljković, “*Marketinški priručnik*“, Novi Sad, 2001, str. 55-63
- [2] U. Eko, “*Kultura, informacija, komunikacija*“, NOLIT, Beograd, str. 70-77, 184-188.
- [3] R. Jakobson, “*Lingvistika i poetika*“, NOLIT, Beograd, 1966., str. 289-295
- [4] B. Livan, “*Functions of language by Roman Jakobson*“, 2009, http://marmara.academia.edu/BusraLivan/Papers/199582/functions_of_language
- [5] N. Goh, “*Role of Verbal Information in Advertising*“, Consumer Behavior, 2009., <http://www.scribd.com/doc/41183579/Verbal-Advertising>
- [6] D. Luna, “*Integrating Ad Information: A Text Processing Perspective*“, Journal of Consumer Psychology, 15 (1), 38-51, 2005.

Kratka biografija:



Jovana Grubač rođena je u Kninu 1987. god. Diplomirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2009. godine.

Kontakt adresa autora:

Jovana Grubač
grubacjovana@yahoo.com

Uroš Nedeljković
urosned@uns.ac.rs

UTICAJ OPACITETA PAPIRA NA KOLORIMETRIJSKE RAZLIKE REPRODUKCIJE BOJA**THE INFLUENCE OF PAPER OPACITY PAPER ON COLORIMETRIC DIFFERENCES OF COLOR REPRODUCTION**

Mihaela David, Igor Karlović, Ivana Jurić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Papirna podloga predstavlja jedan od najvažnijih faktora koji u sadejstvu sa tonerom ili bojom određuju krajnje vrednosti reprodukovane boje. Opacitet je fundamentalno optičko svojstvo papira koje se određuje merenjem udela reflektovane svetlosti. Opacitet tabaka je određen debljinom, količinom i vrstom punila, stepenom beljenja vlakanca i površinskog oplemenjivanja. U radu su ispitivani papiri sa različitim vrednostima opaciteta i njihovog uticaja na reprodukciju boja.

Abstract – Paper surface represents one of the most important factors in conjunction with the color cartridge determine the ultimate value of reproduced colors. Opacity is the fundamental optical property of paper and is determined by measuring the proportion of reflected light. Opacity is defined by the thickness of the sheet, the amount and type of filler, the degree of bleaching fibers and surface finishing. This paper examined papers with different values of opacity and their impact on colour reproduction.

Ključne reči: *opacity of paper, colour reproduction, $L^*a^*b^*$ color space, $L^*C^*h^*$ color space, digital printing*

1. OPACITET PAPIRA

Opacitet papira je termin kojim se definiše vrednost providnosti papira, odnosno predstavlja odnos između vrednosti reflektovane svetlosti izmerene sa površine jednog tabaka i vrednosti reflektovane svetlosti izmerene sa površine istog tabaka postavljenog na naslagu određene visine. Ovom karakteristikom papira se može proceniti i vidljivost slike sa suprotne strane tabaka (strana tabaka koja nije odštampana). Ukoliko se ne može uočiti odštampana slika sa druge strane onda je vrednost opaciteta visoka, a ukoliko je uočljiva onda su vrednosti opaciteta veoma niske, što znači da se radi o tabaku koji je providan ili poluprovidan [1].

Vrednosti opaciteta, kao i vrednosti prethodno definisanih parametara se najčešće analiziraju primenom objektivne metode, odnosno pimenom određenih mernih uređaja, međunarodnih standarda i formula za izračunavanje. Za definisanje vrednosti reflektovane svetlosti, uglavnom se koriste meri uređaji koji daju vrednosti mere po principu spektrofotometrijskog merenja (merenje reflektovane svetlosti na svim talasnim dužinama vidljivog spektra).

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio, docent dr Igor Karlović.

Formula koja predstavlja odnos reflektovanih svetlosti i koja se koristi za određivanje nivoa opaciteta određene podloge za štampu je [2]:

$$O = R_1 / R_\infty \quad (1)$$

gde su:

R_1 - reflektovana svetlost sa površine jednog tabaka

R_∞ - reflektovana svetlost sa površine tabaka koji je postavljen na naslagu tabaka određene visine

Opacitet je osnovna optička karakteristika papira čije se vrednosti dobijaju merenjem odnosa refleksije. Opacitet papira zavisi od debljine tabaka, količina i vrsta dodatih punila, stepena izbeljivanja vlakanca i površinskog oplemenjivanja. Visoke vrednosti opaciteta su potrebne kod publikacija koje se štampaju obostrano [3].

Određivanje opaciteta je od presudnog značaja za oba, i proizvođača i potrošača. Kada se beli pigment dodaje u tabak papira, on reflektuje više svetlosti i tako povećava opacitet papira, takođe se opacitet papira može povećati i dodavanjem tamnog pigmenta ili boje koja apsorbira svetlost. Znajući to, proizvođači papira, da bi dobili željeni opacitet papira mogu povećati ili smanjiti refleksiju svetlosti u okviru dozvoljenih granica. Za potrošača, merenje opaciteta se koristi za procenu nekih atributa kvaliteta otiska [3]. Dozvoljene granice reflektovane svetlosti, kao i procedura merenja, propisane su TAPPI T425 om-06 i ISO 2471:2008 standardom.

Standard T 425 om-06 (Opacitet papira- 15/d geometrija, standardno osvetljenje A 2° standardni posmatrač, 89 % reflektovane svetlosti sa podloge i sa papira) je međunarodni standard koji propisuje proceduru, merne uređaje, test forme i formulu za opacitet papira. Prema ovom standardu opacitet papira je odnos između reflektovane svetlosti papira sa belom podlogom i reflektovane svetlosti papira sa crnom podlogom. Postoje dve vrste bele podloge, prema tome i dve vrste merenja opaciteta [3]:

1) opacitet (podloga sa vrednošću od 89 % reflektovane svetlosti) ponekad nazvan i odnosom kontrasta ($C_{0,89}$) je definisan kao 100 puta reflektovana svetlost papira sa crnom podlogom (vrednost reflektovane svetlosti treba da bude 0,5 % ili manje) u odnosu na reflektovanu svetlost papira sa belom podlogom (vrednost od 89 % reflektovane svetlosti).

2) opacitet (papir kao podloga) ponekad nazvan štamparski opacitet se definiše kao odnos između reflektovane svetlosti papira sa crnom podlogom

(vrednost reflektovane svetlosti treba da bude 0,5 % ili manje) i reflektovane svetlosti papira sa naslagom papira kao podloge puta 100.

Da bi se izmerile vrednosti difuzne refleksije, potrebno je da merni uređaj radi po principu $15^\circ/d$ geometrije, sa standardnim osvetljenjem A i 2° standardnim posmatračem. Takođe merni uređaj treba da sadrži standardnu crnu podlogu (vrednost reflektovane svetlosti treba da bude 0,5 % ili manje), standardnu belu podlogu sa vrednošću reflektovane svetlosti od 89 %, osvetljenje sa temperaturom boje od $2854 \pm 200^\circ K$, infracrveni filter koji se nalazi između lampe i uzorka i fotočeliju. Pre početka merenja potrebno je izvršiti kalibraciju mernog uređaja, postavljanjem kalibracione pločice na otvor mernog uređaja. Kalibrisanjem dobijene vrednosti se upoređuju sa vrednostima propisanim standardom za kalibraciju mernog uređaja.

Procedura merenja prema ovom standardu se sastoji iz merenja opaciteta (podloga sa vrednošću od 89 % reflektovane svetlosti) odnosno odnosa kontrasta i merenja opaciteta (papir kao podloga) odnosno štamparskog opaciteta. Procedura merenja je ista kod oba slučaja. Prvo se izmeri vrednost reflektovane svetlosti papira sa crnom podlogom, onda sa belom podlogom (89% reflektovane svetlosti) odnosno papira sa naslagom istog papira kao podlogu, i na kraju se izračunaju vrednosti opaciteta prema određenim formulama.

ISO 2471:2008 (Papir, karton i celuloza - Određivanje opaciteta - Metod difuzno reflektovane svetlosti) je međunarodni standard koji opisuje uopštenu proceduru za određivanje opaciteta papira preko difuzno reflektovane svetlosti. Može se koristiti za merenje opaciteta papira sa ili bez optičkih izbeljivača, ali se ne može koristiti za papire koji sadrže dodate boje. Standardom se propisuju karakteristike mernog uređaja koji se koristi pri merenju opaciteta papira, način pripreme test forme, procedure kalibracije i procedure merenja. Merni uređaj kojim se meri opacitet treba da sadrži sfernu geometriju $d/0^\circ$, standardno osvetljenje C , filtere, detektor svetlosti i pored njega treba da se nalaze zamke za sjaj (crna kružna površina). Pre samog početka merenja test forme se pripremaju tako što se izrežu na komade 75×150 mm. Kad je sve gotovo, može se pristupiti merenju [4].

U studiji koju su sprovedi Wu i ostali [5] je ispitan uticaj optičkih karakteristika papira na kvalitet reprodukcije boja, odnosno analizira se kako opacitet (i ostale optičke karakteristike) utiču na vrednosti opsega boja koji se može postići određenim štamparskim mašinama. Za analiziranje ove zavisnosti, autori su kotristili šest različitih papira na kojima su se otisci štampali (ECI2002 Random) pomoću dve različite štamparske mašine koje štampaju po principu ink-džet štampe (Epson Stylus PRO 4000 i Xerox Phaser 8550).

Prilikom merenja polja ECI2002 Random test forme, koristi se X-Rite DTP70 merni uređaj, koji meri po principu spektrofotometrijskog merenja. Za generisanje vrednosti izmerenih pomoću mernog uređaja, neophodna je i primena programa Measure Tool 5.0.7, proizvođača Gretag Macbeth. Pored Measure Tool 5.0.7, koristio se i Profile Maker 5.0.7 Pro program, koji omogućava generisanje ICC profila boja (od izmerenih vrednosti polja ECI2002 Random test forme) za svaki uzorak. Kako bi se generisale vrednosti opaciteta (uzoraka koji su

korišćeni u eksperimentalnom delu) koristi se BNL-2 (engl. opacimeter) merni uređaj [5].

Studijom je zaključeno da vrednosti opsega boja (engl. gamut) umnogome zavise od vrednosti optičkih karakteristika papira. Takođe, zaključeno je da se najbolje vrednosti opsega boja dobiju na podlogama koje je preporučio proizvođač mašine (u ovom slučaju su u pitanju Epson i Xerox proizvođači). Najveće vrednosti opega boja su izmerene na otiscima sa sledećim osobinama [5]:

- 1) mala površinska hrapavost,
- 2) niska poroznost,
- 3) visoka vrednost svetline,
- 4) visoka vrednost beline,
- 5) visoka vrednost sjaja i
- 6) visoka vrednost opaciteta.

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Cilj eksperimentalnog dela je definisanje zavisnosti reprodukcije boja u odnosu na optičke karakteristike papira, kao što je opacitet papira. Vrednosti datih parametara su dobijene pomoću objektivne metode procene primenom određenih mernih uređaja, test formi i standarda.

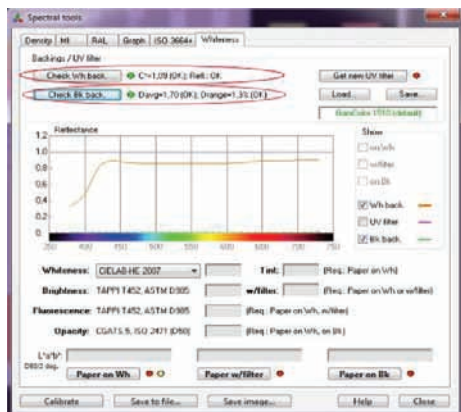
Prilikom izbora materijala vodilo se računa da svi materijali budu mat i slične gramature (maksimalna razlika između gramature materijala je $50g/m^2$). Pored ovih karakteristika papira, vodilo se računa da materijali imaju sličnu belinu. Izabrani materijali se mogu podeliti u dve grupe: nepremazni mat papiri i premazni mat papiri.

Kako bi se dobile vrednosti optičkih karakteristika papira i reprodukcije boje, neophodno je odabrati uređaje za merenje datih vrednosti i programe za njihovu dalju obradu. Pomoću mernog uređaja Eye-One Pro, proizvođača Gretag Macbeth i programa Babel Color CT&A generisane su sve vrednosti parametara bitnih za ovaj rad.

3.1. Opacitet papira

Opacitet predstavlja vrednost reflektovane svetlosti papira koji se nalazi na crnoj podlozi (0,5% reflektovane svetlosti) u odnosu na papir koji se nalazi na beloj podlozi (89% reflektovane svetlosti) [3]. Vrednosti reflektovane svetlosti sa papira izmerene su pomoću spektrofotometra Eye-One Pro mernog uređaja, a primenom programa Babel Color CT&A omogućeno je numeričko i grafičko predstavljanje datih vrednosti.

Pre samog merenja opaciteta papira, neophodno je prvo izvršiti kalibraciju mernog uređaja (Eye-One Pro), a zatim odrediti belu podlogu čije će vrednosti hromatičnosti (vrednosti ne smeju biti preko 3,0) i refleksije biti u granicama propisanim ISO 13655:2009 (Grafička tehnologija - Spektralno i kolorimetrijsko merenje grafičkih slika) standardom, kao i crnu podlogu čije će vrednosti optičke gustine (vrednost optičke gustine treba da bude između $1,50 \pm 0,20$) i opsega reflektovane svetlosti (između 2% i 5%) biti u granicama propisanim ISO 5-4:2009 (Fotografija i grafička tehnologija - Merenje gustine - Deo 4: Geometrijski uslovi za gustinu refleksije) standardom. Na slici 1, predstavljeno je radno okruženje Babel Color CT&A programa sa prikazanom validacijom bele i crne podloge (zaokruženo crvenom elipsom).

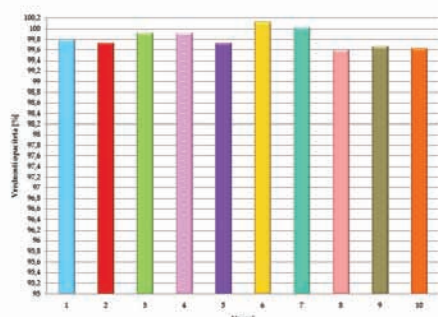


Slika 1. Grafički prikaz Babel Color CT&A programa

U tabeli 1 su predstavljene vrednosti opaciteta merene po ISO 2471:2008 (Papir i karton - Određivanje opaciteta-metod difuzne refleksije) standardu za svih 10 uzoraka. Ovaj standard se koristi kada se meri opacitet papira koji sadrže ili ne sadrže optičke izbeljivače sa reflektovanom svetlošću preko 20% i opacitetom preko 45% pod C standardnim osvetljenjem i sa 2° standardnim posmatračem. Kao što se može primetiti iz tabele 1, uzorci 6 i 7 imaju najveću vrednost opaciteta (uzorak 6 ima za 0,10 veću vrednost od uzorka 7), a najmanju vrednost imaju uzorci 8 i 10 (uzorak 8 ima za 0,03 manju vrednost od uzorka 10). Takođe se može primetiti da su jako male razlike u opacitetu između uzoraka što može biti posledica same gramature papira koja je dosta velika (250-300g/m²).

Tabela 1. Rezultati merenja opaciteta papira

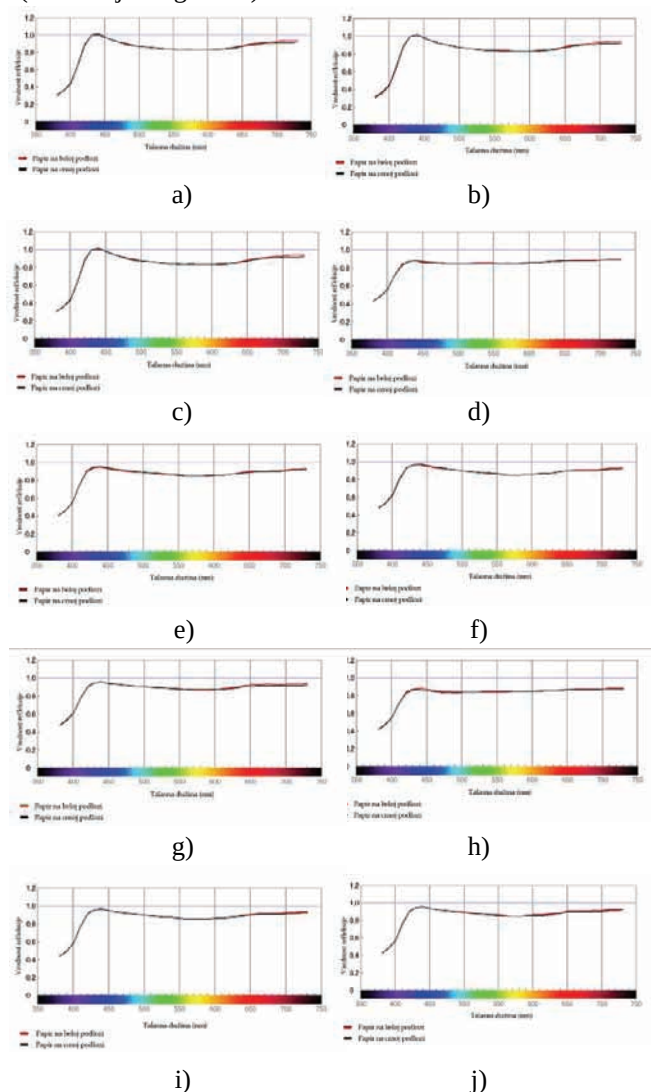
Uzorak	Vrednosti opaciteta (%)
1	99,8
2	99,73
3	99,93
4	99,93
5	99,73
6	100,13
7	100,03
8	99,6
9	99,67
10	99,63



Slika 2. Grafički prikaz opacitet papira

Na slici 2 se može primetiti da postoje veoma male razlike između uzoraka, a prema vrednostima se može zaključiti da su svi uzorci neprovidni što je pogodno pri štampanju knjiga i sličnih publikacija gde se koristi obostrana štampa.

Na slici 3 predstavljene su vrednosti reflektovane svetlosti za ceo vidljivi spektar izmerene na papirima sa belom podlogom (crvena linija na grafiku) i sa crnom podlogom (crna linija na grafiku).



Slika 3. Grafičko predstavljanje vrednosti opaciteta kroz vidljivi spektar za a) uzorak 1, b) uzorak 2, c) uzorak 3, d) uzorak 4, e) uzorak 5, f) uzorak 6, g) uzorak 7, h) uzorak 8, i) uzorak 9, j) uzorak 10

Na slici 3 se može primetiti da kod svih uzoraka postoji veoma mala razlika između vrednosti reflektovane svetlosti papira sa belom podlogom (crvena linija) i vrednosti reflektovane svetlosti papira sa crnom podlogom (crna linija) kroz vidljivi deo spektra. Takođe se može primetiti da se kod uzoraka 6 i 7, vrednosti reflektovane svetlosti papira sa belom podlogom poklapaju sa vrednostima od papira sa crnom podlogom, dok kod ostalih uzoraka postoji mala razlika. Što ukazuje na to da su svi uzorci neprovidni.

3.2. Opacitet papira i razlika u boji

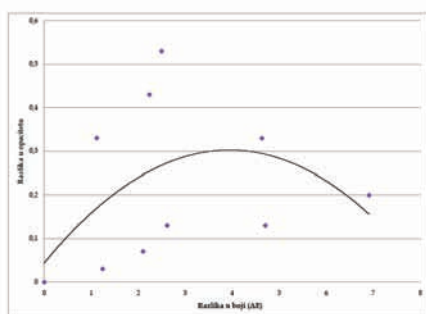
Analiziranjem vrednosti opaciteta papira, najveću vrednost opaciteta ima uzorak 6, a najmanju vrednost ima uzorak 8. Kao i kod predhodnih parametara, neophodno je definisati referentni uzorak (uzorak 8) i njegove vrednosti oduzeti od vrednosti opaciteta dobijenih merenjem na ostalim uzorcima (tabela 2). Poređenjem vrednosti predstavljenih u tabeli 2, zaključeno je da je najmanja

razlika opaciteta između uzorka 8 i 10, a najveće vrednosti razlike su između uzorka 8 i 6. Za razliku od vrednosti razlike u boji gde je najmanja razlika između uzorka 8 i 4, a najveća između uzorka 8 i 1.

Tabela 2. Vrednosti opaciteta papira i razlike u boji

Uzorak	Opac. (%)	Ref. opacitet	ΔO	ΔE
1	99,8	99,6	0,2	6,91
2	99,73	99,6	0,13	4,7
3	99,93	99,6	0,33	4,63
4	99,93	99,6	0,33	1,12
5	99,73	99,6	0,13	2,61
6	100,13	99,6	0,53	2,5
7	100,03	99,6	0,43	2,24
8	99,6	99,6	0	0
9	99,67	99,6	0,07	2,1
10	99,63	99,6	0,03	1,24

Na slici 4, grafički je predstavljena korelacija između vrednosti razlike u opacitetu papira i razlike u boji. Vrednost koeficijenta linearne korelacije je 0,17. Poređenjem dobijene vrednosti korelacije i referentnih vrednosti, zaključeno je da ova dva parametra imaju slabu pozitivnu korelaciju (vrednosti od 0 do 0,30), što znači da razlika u boji ne zavisi ili veoma malo zavisi od opaciteta.



Slika 4. Grafički prikaz korelacije između vrednosti razlike u opacitetu i razlike u boji

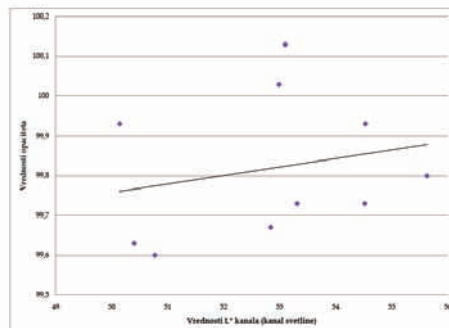
3.2. Opacitet papira i $L^*a^*b^*$ vrednosti boje

Vrednosti za opacitet papira i $L^*a^*b^*$ vrednosti boje su date u tabeli 3 iz koje se može uočiti da je najveća vrednost za opacitet papira kod uzorka 6, a najmanja kod uzorka 8. Takođe se može primetiti da su najveće vrednosti za L^* i a^* vrednosti boje kod uzorka 1, a najmanje kod uzorka 4, kao i to da su za b^* vrednosti boje, najveće kod uzorka 10, a najmanje kod uzorka 8.

Tabela 3. Vrednosti opaciteta papira i $L^*a^*b^*$ vrednosti boje

Uzorak	Opac. (%)	L^*	a^*	b^*
1	99,8	55,63	-26,62	-49,2
2	99,73	54,52	-29,68	-47,85
3	99,93	54,53	-30,23	-47,36
4	99,93	50,14	-38,56	-48,38
5	99,73	53,31	-35,97	-48,36
6	100,13	53,1	-36,51	-49,33
7	100,03	52,99	-35,98	-48,65
8	99,6	50,77	-36,77	-49,38
9	99,67	52,84	-37,43	-48,97
10	99,63	50,4	-37,52	-47,35

Korelacija između opaciteta papira i L^* vrednosti boje je predstavljena na slici 5. Kao što se sa slike primećuje, korelacija je pozitivna, ali slaba sa koeficijentom linearne korelacije od 0,22 koji prema referentnim vrednostima pripada opsegu od 0 do 0,3. Što se tiče korelacije između opaciteta papira i a^* i b^* vrednosti, ona skoro da i ne postoji.



Slika 5. Grafički prikaz korelacije između vrednosti opaciteta papira i svetline (L^* vrednosti) boje

5. ZAKLJUČAK

Analiziranjem vrednosti dobijenih kroz objektivnu analizu, kao i određivanjem zavisnosti između datih vrednosti, zaključeno je da reprodukcija boje (vrednosti razlike u boji, $L^*a^*b^*$ i $L^*C^*h^*$) ne zavisi ili veoma malo zavisi od opaciteta papira. Takođe je prikazano da prema svim kriterijumima, šesti uzorak (Sappi Jaz) ima optimalne vrednosti opaciteta, dok najlošije vrednosti (dobijene objektivnom metodom) datog parametara su postignute na osmom uzorku (MultiArt Silk).

6. LITERATURA

- [1] Henry P., "Paper characteristics", Foundations in Graphic Communications, Department of advertising design & graphic arts, College of Technology, New York, 2012
- [2] Yang L., "Ink-paper interaction: A study in ink-jet color reproduction", Linköping Studies in Science and Technology Dissertations No. 806, Sweden, 2003
- [3] Robertson P., *Opacity of paper (15/d geometry, illuminant A/20, 89% reflectance backing and paper backing) T 425 om-06*, Optical Properties. 2011
- [4] ISO, *Paper and board – Determination of opacity (paper backing) – Diffuse reflectance method ISO 2471*, 2008, http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=39771
- [5] Wu Y. J., Pekarovicova A., Flemnig P. D., "How paper properties influence color reproduction of digital proofs for publication gravure", Department of paper engineering, Chemical engineering and Imaging, Center for Coating Development, Western Michigan University, Michigan, 2007

Adrese autora za kontakt:

MSc Mihaela David – mihaela.8487@gmail.com
 dr Igor Karlović – karlovic@uns.ac.rs
 MSc Ivana Jurić – rilovska@gmail.com

**ISPITIVANJE ČITLJIVOSTI DVODIMENZIONALNIH BAR KODOVA
NA AMBALAŽI****EXAMINATION OF TWO DIMENSIONAL BAR CODE SCANNING RELIABILITY
ON PACKAGING**

Jovana Sladojević, Dragoljub Novaković, Magdolna Apro, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj - Dvodimenzionalni bar kodovi su zaista "tehnologija budućnosti u upotrebi danas" i predstavljaju mnogo više od obaveznih znakova na ambalaži. U ovom radu, identifikovano je pet parametara koji utiču na očitavanje dvodimenzionalnih bar kodova, posmatran je njihov uticaj preko "stope očitavanja" (FRR – First Read Rate) i na osnovu rezultata razmatrani su uslovi za najbolje primene. Na osnovu posmatranih parametara, izdvojena je i najbolja simbologija među ispitivanim u pogledu performansi očitavanja. Iako je ova tehnologija još uvek u svom začetku, poseduje ogroman potencijal i predstavlja pogodno tlo za brojna dalja istraživanja i napredak.

Abstract – Two dimensional bar codes really represent "tomorrow's technology in practice today" and much more than obligatory package symbols. In this paper five parameters are identified that affect reading robustness of two dimensional bar codes, their influence was observed through First Read Rate (FRR) and best practices were considered. Based on these parameters the best symbology among tested ones was distinguished, in terms of reading performances. Although this technology is still at it's infancy it has tremendous potential and represents fertile ground for numerous future works and advances.

Ključne reči: 2D bar kodovi, stopa očitavanja (FRR)

1. UVOD

U poslednjih par godina kombinacija dve tehnologije, 2D bar kodova i telefona sa kamerom, dobila je na popularnosti. Sa integracijom kamera, mobilni telefoni funkcionišu kao skeneri, bar kod dekoderi i prenosiva skladišta podataka. Ovakve karakteristike omogućile su lokalnu interakciju sa fizičkim objektima, štampanim medijima, kao i virtuelnim objektima prikazanim elektronski, na ekranima u korisnikovom okruženju. Pored toga, mobilni telefoni su na dohvat ruke vlasnicima veći deo vremena i dostupni u mnogim svakodnevnim situacijama [1, 2].

Kada se koriste u kombinaciji sa ovakvim uređajima, 2D bar kodovi postaju veza koja spaja digitalni i realni svet.

Ove kvadratne matrice sastavljene od crnih i belih polja postaju sve poznatiji prizor na bilbordima, u novinskim oglasima, na pakovanju proizvoda ili internet stranicama, mobilnim kartama i kuponima. Kada se nađu na ambalaži proizvoda, 2D bar kodovi je pretvaraju u zanimljiv, interaktivni medij, koji je u stanju da pruži dodatne informacije i niz drugih pogodnosti korisniku. U ovom kontekstu 2D bar kodovi se takođe nazivaju i "mobilni tagovi" ili "mobilni bar kodovi" i postavljaju se, na fizičke objekte, pre svega radi pružanja dodatnih informacija koje su obezbeđene na internet stranici do koje bar kod vodi. Pored svih mogućnosti koje ova tehnologija nudi, ona je još uvek u svom začetku. Konstantno se radi na poboljšanju njene stabilnosti, iskorišćenosti i pouzdanosti [2].

Glavni cilj ove studije bio je da se verifikuju različiti parametri koji utiču na pouzdanost očitavanja 2D bar kodova (gustina kodirane informacije, veličina koda, udaljenost očitavanja, osvetljenje i podloga), kada su u pitanju aplikacije sa mobilnim telefonima.

2. DEFINISANJE PROBLEMA

"Mobilno tagovanje" je postupak koji obuhvata [2]:

- 1) slikanje bar koda (na ambalaži, u štampanom oglasu) putem kamere mobilnog telefona (Slika 1a),
- 2) dekodiranje slike upotrebom softverskog programa (Slika 1b),
- 3) povezivanje na dekodirani URL¹ na internetu, radi dobijanja dodatnih informacija (Slika 1c).



Slika 1. Mobilno tagovanje a) očitavanje 2D bar koda pomoću mobilnog telefona b) dekodiranje c) otvaranje web stranice na internetu

Generisanje bar kodova je jednostavno jer se na raspolaganju nalazi veliki broj komercijalnih ili slobodno dostupnih softvera pomoću kojih se može kodirati željeni sadržaj. Kod se može štampati različitim tehnikama, a

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragoljub Novaković, red.prof.

¹ URL (Uniform Resource Locator) je web adresa određenog resursa na Internetu

čitanje odnosno dekodiranje, kako je već pomenuto, se osim čitačima, obavlja i pomoću mobilnih telefona. Na mobilni telefon sa pristupom internetu i kamerom se instalira softver za dekodiranje 2D kodova, a nakon toga se kod jednostavno obuhvati kamerom, program ga dekodira i direktno usmerava na internet adresu na kojoj su objavljene dodatne informacije. Osnovna svrha 2D bar kodova u štampanim medijima i na ambalaži, jeste da obezbede dodatni sadržaj [2, 3].

3. KONTROLA OČITAVANJA 2D BAR KODOVA I UTICAJNI PARAMETRI

Stopa očitavanja (FRR - First Read Rate) je jedna od tradicionalnih mera za ispitivanje performansi bar kod sistema. Ona predstavlja verovatnoću uspešnog (tačnog) očitavanja putem skenera, u prvom pokušaju. Smatra se naprednom i najboljom merom pouzdanosti očitavanja bar kodova. FRR se može definisati kao odnos broja uspešnih očitavanja, prema ukupnom broju pokušaja očitavanja [4].

3.1. Gustina podataka

Ispitivanje različitih varijanti 2D simbologija je pokazalo da su u teoriji one sposobne za čuvanje relativno velikih količina podataka, ali se u praksi čitljivost bar kodova smanjuje kako se količina kodiranog sadržaja povećava. Eksperimenti su doveli do zaključka da gustina podataka igra važnu ulogu u pouzdanosti očitavanja 2D bar kodova. Povećana gustina znaka zahteva pažljivu kontrolu štampanja. Bar kodovi sa manjom gustinom su pouzdaniji za štampu i dosledniji pri očitavanju, nego oni sa većom gustinom. Razlog je taj što su manje varijacije (usled štampe ili oštećenja) mnogo ozbiljniji problem kod "zgusnutijih" bar kodova [1, 5].

3.2. Veličina koda

Bar kodovi se mogu štampati u različitim veličinama, što zavisi od uslova štampe. Mali bar kod se može koristiti ako je visok kvalitet štampe i to na kvalitetnoj podlozi. Drugi faktor koji treba uzeti u razmatranje kada se odlučuje o veličini bar kod simbola je okruženje u kojem će se on skenirati. Simboli namenjeni primeni u maloprodaji mogu biti mali koliko dopušta kvalitet štampe, dok bar kodovi za magacinske uslove treba da budu toliko veliki da dozvole skeniranje sa prihvatljivog rastojanja [5].

3.3. Udaljenost očitavanja

Udaljenost sa koje se 2D bar kod može uspešno očitati, tesno je povezana sa drugim faktorima koji utiču na njegovu čitljivost. Ona zavisi od korišćenog softvera za dekodiranje, ali pre svega od veličine simbola i gustine kodiranih podataka. Značajan je faktor koji treba uzeti u obzir kada je u pitanju sredina za očitavanje [1].

3.4. Podloga

Podloga, odnosno materijal na kom je bar kod simbol odštampan, predstavlja veoma važan faktor. Značajna je

razlika između optičke gustine sjajnih i mat podloga i mada sjajne podloge obezbeđuju mnogo veću optičku gustinu, one takođe imaju i veći nivo refleksije sa štampane površine. Različiti ambalažni materijali različito reflektuju svetlost, što se odražava na sposobnost očitavanja bar kod simbola. Ovo je naročito izraženo na prozirnim i prozračnim pakovanjima, gde pozadina nije štampana. Budući da primarna tehnika očitavanja većine 2D bar kodova uključuje njihovo slikanje putem kamere, razlika u optičkoj gustini i refleksiji sjajnih i mat podloga značajno utiče na njihovu čitljivost [2, 5].

3.5. Vrsta osvetljenja

Osvetljenje utiče na čitljivost 2D bar kodova u kombinaciji sa podlogom na kojoj je simbol odštampan, preko količine refleksije. Takođe je važan faktor kada je u pitanju sredina, u kojoj će biti neophodno da kod funkcioniše. Svetlost koja pada na površinu pod uglom od 45°, minimalizuje refleksiju sa sjajnih površina, čime stvara optimalnu pouzdanost pri očitavanju [3].

4. METOD RADA I KORIŠĆENI MATERIJALI

Ispitivani su različiti faktori koji utiču na čitljivost 2D bar kodova, putem analize stope čitljivosti (FRR) svakog od uzoraka. Za ispitivanje su odabrane tri vrste 2D kodova koje se najčešće koriste za očitavanje putem mobilnih telefona (QR, Data Matrix i Aztec kod). Stopa čitljivosti ili FRR korišćena je kao pouzdana mera za ispitivanje čitljivosti 2D bar kodova. Računa se na sledeći način:

$$FRR = \text{Broj uspešnih očitavanja} / \text{Ukupan broj pokušaja} \quad (1)$$

Testiranje je uključivalo 50 skeniranja za svaki uzorak bar koda, a rezultati su izraženi preko procentualnih vrednosti. Test karte sa uzorcima su odštampane na 6 različitih podloga (vrsta papira)². Na taj način je omogućeno posmatranje odabranih 2D bar kodova u različitim primenama. Za svaki od bar kodova (QR, Data Matrix i Aztec) kreirana su četiri uzorka pomoću bar kod generatora „QR and 2D Code Generator“. U prva dva uzorka je kodiran kratki URL: www.ftn.uns.ac.rs u dve različite veličine simbola: 2,5cm² i 5cm², a u naredna dva duži URL: www.grid.uns.ac.rs/predmet.html?predmet=12 opet u dve prethodno navedene veličine. Na ovaj način omogućeno je ispitivanje uticaja veličine simbola i gustine kodirane informacije na čitljivost 2D bar kodova. Uzorci su odštampani crno-belo pomoću digitalne laserske mašine za štampu Xerox DocuColor 252. Za očitavanje uzoraka je korišćena kamera mobilnog telefona marke Telenor One Touch, od 5Mpx (izvorno Alcatel OT-990). Proces očitavanja simbola je vršen ručno, pa je određen nivo rotacije i krivljenja bio prisutan tom prilikom, što je NeoReader softver za dekodiranje uspešno amortizovao. Prilikom očitavanja svi uzorci su izloženi osvetljenju 4 različita svetlosna izvora (F11, A, D65 i D50)³, u Agile

² Podloga 1 (Woodstock betula), podloga 2 (Natron), podloga 3 (Ofset), podloga 4 (Stardream), podloga 5 (Kunstdruk), podloga 6 (Acquarello Avorio)

³ F11 (uskotračno fluorescentno svetlo), A (sijalica sa užarenim vlaknom), D65 i D50 (simuliranje dnevnog svetla)

Radiant CVC5-2E kabini za posmatranje, čime je testirana čitljivost 2D kodova pri različitim tipovima osvetljenja, odnosno simulirani su realni uslovi pri kojima se kodovi očitavaju.

Test karte su u kabini postavljene pod uglom od 45°, radi eliminisanja neželjene refleksije. Takođe, proveravao se i uticaj udaljenosti očitavanja, na taj način što se svaki uzorak očitavao prvo sa razdaljine od otprilike 5cm, a zatim sa približno 25cm.

4.1. REZULTATI

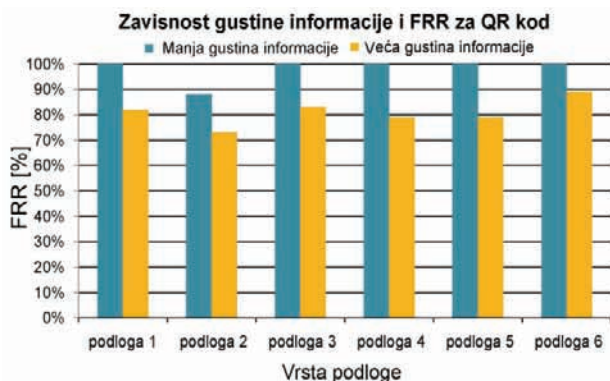
Veličina koda, gustina kodirane informacije i udaljenost očitavanja su se izdvojili kao ključni faktori za čitljivost 2D bar kodova. To je zato što gustina informacije, zajedno sa veličinom simbola, određuje veličinu ćelije svakog simbola.

Veći simbol, sa manje podataka znači i veću ćeliju unutar 2D bar kod simbola. Ovo predstavlja ključni faktor za poboljšanje čitljivosti 2D bar kodova. Kodovi u manjoj veličini (2,5cm²) sa većom gustinom informacije, očitavani sa veće udaljenosti (25cm) nisu uopšte čitljivi (FRR = 0%), bez obzira na vrstu 2D koda i ostale parametre.

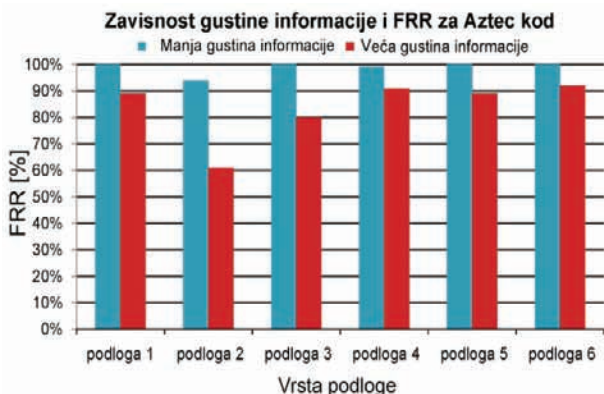
Kad su ćelije manje od prepoznatljive veličine koju korišćeni dekodirer može da registruje, kod ne može uspešno da se očitava.

Udaljenost očitavanja je direktno povezana sa veličinom ćelije 2D bar kod simbola, odnosno gustinom informacije i veličinom koda.

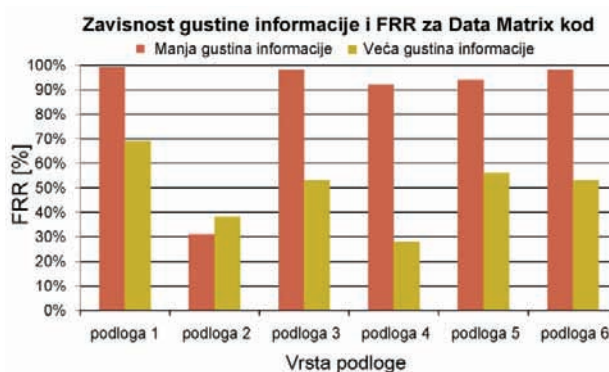
Što je manja gustina i veći simbol, sa veće udaljenosti može da se očitava.



Slika 2. Zavisnost gustine informacije i FRR za QR kod

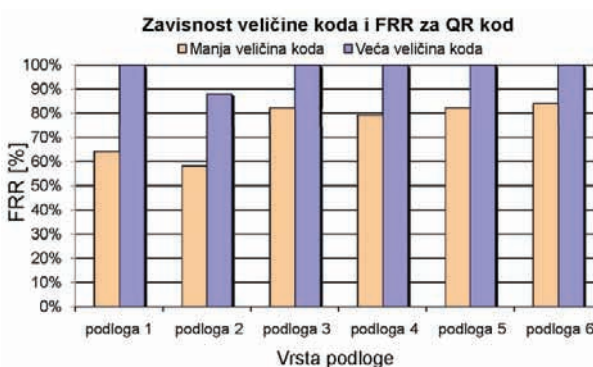


Slika 3. Zavisnost gustine informacije i FRR za Aztec kod

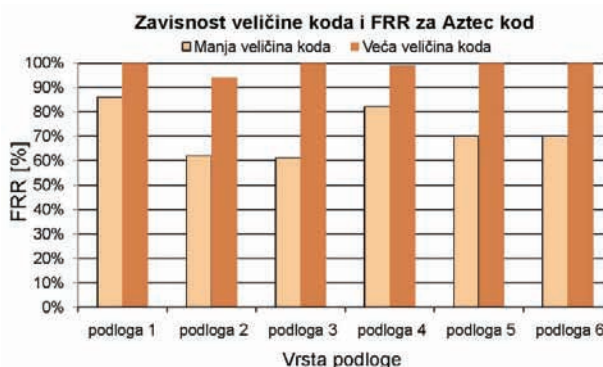


Slika 4. Zavisnost gustine informacije i FRR za Data Matrix kod

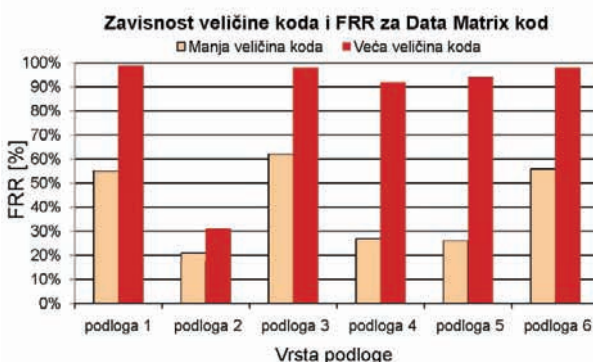
Na slikama 2, 3 i 4 grafički je predstavljen uticaj gustine informacije na čitljivost sve tri ispitivane vrste bar kodova. Uočeno je da su u sva tri slučaja vrednosti FRR veće, kada je gustina informacija manja.



Slika 5. Zavisnost veličine koda i FRR za QR kod



Slika 6. Zavisnost veličine koda i FRR za Aztec kod



Slika 7. Zavisnost veličine koda i FRR za Data Matrix kod

Na slikama 5, 6 i 7 grafički je predstavljen uticaj veličine koda na čitljivost sve tri ispitivane vrste bar koda. U sva tri slučaja, vrednosti FRR su znatno veće kada je veća veličina koda. Takođe, primetno je da je stopa čitljivosti Data Matrixa, u proseku, daleko niža od druge dve vrste koda, a najviše vrednosti ima Aztec, kada se posmatraju uticaji i gustine informacije i veličine koda.

Kada se posmatra uticaj preostala dva faktora, tipa osvetljenja i vrste podloge, možemo reći da oni utiču na čitljivost 2D bar kodova i međusobno su povezana, ali nisu od presudnog značaja. Generalni utisak je da stupaju na scenu tek kada su zadovoljeni parametri veličine koda, gustine kodirane informacije i udaljenosti očitavanja. Međutim, kada je u pitanju najbolji način primene za svaki od kodova, rezultati dobijeni ispitivanjem ova dva faktora nam pružaju dosta dobar uvid.

Svakom od ispitivanih kodova više odgovara ili ne odgovara različit tip osvetljenja, što direktno utiče na odabir koda u zavisnosti od sredine u kojoj će se nalaziti i očitavati. Tako su Aztec i Data Matrix najviše vrednosti dali pri fluorescentnom (F11) osvetljenju, što znači da je okruženje tipa prodajnih prostora najbolje za njihovo očitavanje. Aztec je najniže vrednosti FRR imao pri D50, dakle nije pogodan za očitavanje u sredinama sa dnevnim svetlom ili u spoljašnjoj sredini, a Data Matrix pri standardnom osvetljenju u domaćinstvima (A). QR kod bi najbolje bilo skenirati u spoljašnjoj sredini ili okruženju sa puno dnevnog svetla (D65), a najlošije u prodajnim prostorima sa fluorescentnim osvetljenjem.

Što se tiče podloge na kojoj su štampani, ovi rezultati mogu poslužiti kao generalne smernice kada je u pitanju odabir koda u zavisnosti od štampanog medija na kom će se kod nalaziti. Aztec i Data Matrix kod su najviše vrednosti FRR imali na podlozi 1 (Woodstock bettula), nepremaznom, recikliranom papiru, vlaknaste površine, boje slonove kosti. Ovaj papir se koristi za izradu korica, brošura, portfolija, kancelarijskog i reklamnog materijala, pa bi upravo ovakve i slične primene bile idealne za ova dva koda. QR kod je ostvario najviše vrednosti stope očitavanja na podlozi 6 (Acquarello Avorio), odnosno nepremaznom papiru, boje slonove kosti sa blago ožlebljenom površinom. Budući da se ovaj papir koristi kako za komercijalne štamparske poslove, tako i za specijalne publikacije, izradu brošura, prospekata, pozivnica i ambalaže, upravo bi ovakve i slične primene bile idealne za QR kod. Prema dobijenim rezultatima, trebalo bi izbegavati štampu sve tri vrste kodova na kartonskim kutijama sa neobrađenom površinom ili pakovanjima od čvrstog omotnog papira, tamno smeđe boje (podloga 2, Natron). Natron papir se izdvojio kao podloga koja ne odgovara ni jednom od ispitivanih kodova, jer ima tamno smeđu površinu koja ne pruža dovoljno dobar kontrast i samim tim je stopa čitljivosti dosta niska.

Međutim, kada su podloga i osvetljenje neodgovarajući, moguće je uticati na ostale faktore (veličinu koda i gustinu kodirane informacije), kako bi se eliminisali negativni efekti i poboljšala stopa očitavanja. Dakle, štampa većih kodova sa manjom gustinom informacije bila bi preporučena u ovakvim slučajevima.

5. DISKUSIJA

Postoje uslovi pri kojima su se sve tri ispitivane vrste 2D bar kodova pokazale podjednako dobre, kao i oni pri kojima su podjednako loše, međutim ova studija je ipak dovela do zaključka da je Aztec kod najbolji u pogledu performansi očitavanja. Veoma blizu mu je QR kod, dok se Data Matrix kod pokazao kao daleko lošiji od prethodna dva. Identifikovano je pet parametara koji utiču na očitavanje dvodimenzionalnih bar kodova, posmatran je njihov uticaj preko stope očitavanja (FRR) i na osnovu rezultata razmatrani su uslovi za najbolje primene. Iako je ova tehnologija još uvek u svom začetku, poseduje ogroman potencijal i predstavlja pogodno tlo za brojna dalja istraživanja i napredak.

Rezultati dobijeni putem ovog istraživanja veoma brzo bi se mogli nadograditi, dopuniti. Na primer, kontrast između štampe i podloge koji se pokazao kao važan faktor, a nije detaljnije razmatran, mogao bi biti predmet budućih radova, a isto tako interesantno bi bilo posmatrati na koji način bi različito oplemenjivanje površine uticalo na očitavanje kodova.

6. LITERATURA

- [1] H. Kato, K.T.Tan "First Read Rate Analysis of 2D Barcodes for Camera-phone Applications as a Ubiquitous Computing Tool" IEEE Tencon, Edit Cowan Univerzitet: ECU Publications, Tajvan, 2007.
- [2] L. Marriott "Mobile barcodes: the insider's guide with Laura Marriott" [na internetu], dostupan na: <http://mobithinking.com/mobile-barcode-guide>, [pristupljeno 27.2.2012.]
- [3] P. Schmidmayr, M. Ebner, F.Kappe "Whats the Power behind 2D Barcodes? Are they the Foundation of the Revival of Print Media?", I-KNOW'08 i I-MEDIA'08, Grac Univerzitet Tehnologije, Austrija, 3-9. septembra 2008.
- [4] G.Yadav "BER based FRR analysis of low parameter grade 2D Barcodes", Diplomski Master rad, Departman za Elektronsko i Komunikacijsko inženjerstvo, Thapar Univerzitet, Pandžab, Indija, 2009.
- [5] N.R. Eldred "Package Printing: Bar Codes", Njujork, Jelmar Publishing Co. Inc, pp. 387-409, 1993.

Adresa autora za kontakt:

Jovana Sladojević
joxy1987@hotmail.com

Prof. dr Dragoljub Novaković
novakd@uns.ac.rs

MSc Magdolna Apro
apro@uns.ac.rs

POBOLJŠANJE EFIKASNOSTI ŠTAMPARIJE „SITOPLAST“ PRIMENOM ALATA „LEAN“**EFFICIENCY IMPROVING FOR THE PRINTING HOUSE „SITOPLAST“ USING LEAN CONCEPT TOOLS**

Siniša Zivčevski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj - Objašnjen je pojam LEAN. Prikazani su najčešće primenjivani alati i metode. Objašnjeno je kako se poboljšava efikasnost proizvodnog sistema primenom 4 osnovne strategije: sinhronizacija nabavke prema mušteriji-externo, sinhronizacija proizvodnje-interno, napraviti protok, uspostaviti sisteme za povlačenje po zahtevu.

Abstract - Explanation of LEAN is given. The most applicated LEAN tools are shown. It is explained how to improve efficiency of production systems using 4 strategies: Synchronize supply to the customer, externally, Synchronize production, internally, Create flow, Establish pull-demand systems.

Ključne reči: LEAN, sinhronizacija nabavke prema mušteriji-externo, sinhronizacija proizvodnje-interno, napraviti protok, uspostaviti sisteme za povlačenje po zahtevu.

1. POGLAVLJE**1.1.Uvod**

Lean koncept je nastao u Japanu neposredno posle drugog svetskog rata. Japan je ostrvska zemlja koja je relativno mala za broj stanovnika koji danas iznosi približno 130 miliona. Japan ni u jednom prirodnom resursu nije bogata zemlja (izuzev ribe u okolnim morima), i još se nalazi na izuzetno trusnom području sa nepredvidivim razornim zemljotresima. Da bi takva zemlja ostala konkurentna na svetskom tržištu, mora proizvesti proizvode visokog kvaliteta uz najmanje angažovanih resursa u najkraćem roku. Jedino za takve proizvode je kupac spreman da plati čak i više od cene konkurencije. Japan je prepoznao svoje primarne ciljeve. Ulagavši u unapređenje industrije i istraživačkih centara, Japan je postao druga svetska sila (u pogledu bruto nacionalnog dohodka) i lider u naučnim istraživanjima u oblasti tehnologije, mašina i medicine. Danas, Japan generiše 64% bruto nacionalnog dohodka kroz sektor usluga, ali principi koji su nastali u proizvodnim preduzećima (koja su izgradila Japan) su preneti u sektor usluga.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Ilija Čosić, red. prof.

1.1.1. Nastanak

LEAN kao termin su definisali dva profesora sa M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology) Džejms Vomak i Daniel Džons 1992. u knjizi “Mašina koja je promenila svet”. Pisanje knjige je bilo inicirano šestonedeljnim boravkom u TOYOTA fabrikama u Japanu. Istraživanje je nastavljeno u Sjedinjenim Američkim Državama i trajalo je još punih pet godina i koštalo više od 5 miliona dolara. Posle svih istraženih zakonitosti, metoda i tehnika koje se primenjuju u TOYOTA fabrikama, naučnici objavljuju knjigu koja ubrzo postaje bestseler među svima koji se bave proizvodnjom.

2. POGLAVLJE**2.1. LEAN koncept**

Reč LEAN potiče iz engleskog jezika i u prevodu znači vitko, mršavo, tanko, a kod nas se kao termin koristi u području menadžmenta i organizacije [3].

LEAN proizvodnja je skup metoda i tehnika koje imaju za cilj da u najvećoj mogućoj meri smanje sve gubitke koji nastaju tokom procesa proizvodnje i svih procesa u preduzeću [1]. Da bi LEAN imao pun efekat, potrebno je celu kompaniju prilagoditi filozofiji neprestanog unapređenja proizvodnog procesa i eliminacije suvišnih troškova. LEAN koncept predstavlja jednu cikličnu putanju traženja perfekcije [2].

3. POGLAVLJE**3.1. Primena LEAN koncepta u štampariji „Sitoplast“**

U ovom poglavlju, pokrićemo, u jednostavnom formatu četiri strategije kako bi tok vrednosti bio LEAN. Kao podrška strategijama, daćemo detalje o dijagnostičkim i analitičkim alatima koji su se koristili za smanjivanje sedam gubitaka. Pokrićemo kalkulaciju ritma toka, vremensku studiju, analizu balansiranja, dijagram toka materijala, pravljenje mapa za tok vrednosti. Dodali smo i četiri dodatka ovom poglavlju, gde će svaki pokriti jednu tehniku.

3.2. Pregled implementacije LEAN strategije**Ukupan Lean pristup [4]**

Ukupan pristup za pravljenje toka vrednosti sastoji se od četiri ključne strategije:

- Sinhronizovati nabavku prema mušteriji, eksterno.
- Sinhronizovati proizvodnju, interno.
- Napraviti protok.
- Uspostaviti sisteme za povlačenje po zahtevu.

Dijagnostički i analitički alati

Kako bi se primenile četiri strategije, postoje četiri osnovna dijagnostička alata koje ćemo trebati da koristimo kod procene toka vrednosti. Oni su:

- Kalkulacija ritma toka(Dodatak A)
- Osnovna vremenska studija (Dodatak B)
- Balansirati analizu (Dodatak C)
- Tok materijala (Dodatak D)

Eliminisanje otpada

Cilj je da se primene četiri strategije korišćenjem dijagnostičkih alata za eliminisanje sedam gubitaka, koji su:

- Transport
- Čekanje
- Prekomerna proizvodnja
- Defekti
- Inventar
- Kretanje
- Preterano procesiranje

3.3. Ukupan Lean pristup

3.3.1. Strategija 1: Sinhronizovanje nabavke prema mušteriji

Konceptualna diskusija

Kako bi se sinhronizovala eksterno treba dobiti proizvod za mušteriju po ceni koja njoj odgovara, i da je normalizovana za naš proizvodni raspored. Mi želimo da obezbedimo sve potrebe naših mušterija ali ne želimo da proizvedemo previše i napravimo preveliki inventar. Ovi alati omogućavaju da ovakav balans bude postignut.

3.3.2. Strategija 2: Sinhronizacija proizvodnje

Konceptualna diskusija

Da bi se proizvodnja sinhronizovala interno treba da se подели neophodan posao tokom koraka procesuiranja tako da svaki korak procesuiranja traje isto vremena. Idealno je da se svi koraci procesuiranja izvode u ciklusima po ritmu toka.

3.3.3. Strategija 3: Kreiranje toka

Konceptualna diskusija

Koncept toka je takav da mi ne želimo da proizvodne jedinice stanu, osim za posao sa dodatkom vrednošću. Koncept protoka ima i sveukupne mere i lokalne mere. Lokalna mera bi bila vreme ciklusa. To je povećanje vremena između konsekvativnih proizvodnih jedinica. Ako je posao urađen, jedan po jedan deo, to je takođe vreme procesuiranja na radnoj stanici. Ukupno vreme je to koje je potrebno jedinici da završi celokupan proizvodni proces. U svakom slučaju, ako možemo da smanjimo vreme ciklusa ili ako možemo da smanjimo vodeće vreme, poboljšaćemo proces.

3.3.4. Strategija 4: Ustanoviti sisteme povlačenja na zahtev

Konceptualna diskusija

Sistemi povlačenja imaju dve karakteristike . Prvo, imaju fiksni inventar, tako da ciklusno skladište, plus pomoćno i bezbedonosno skladište treba da se odrede. Drugo, oni su aktivirani kada se proizvod ukloni i kada signalizira procesu gornjeg toka da proizvodi bez signala, bez proizvodnje. Svi kanban sistemi obezbeđuju ovu funkciju. Međutim, za neke jednostavne sisteme kao što su sistemi

povlačenja u okviru ćelije bliskih parova na primer, najefektivniji signal povlačenja često je "kanban prostor"

3.4. Dijagnostički i analitički alati

3.4.1. Kalkulacija ritma toka-Dodatak A

Ritam toka je stopa prema kojoj će mušterija pokupiti proizvod ako je pokupio proizvod uniformno tokom dana, dok se proizvodi. To je stvaran jednodelni tok, koncept povlačenja na zahtev. Glavni otpad kojem koncept ritma toka stremi da izbegne je otpad prekomerne proizvodnje, najvećem od svih otpada.

Jednačina za ritam toka, je dostupno radno vreme podeljeno zahtevom mušterije za taj interval radnog vremena.

Kalkulacija

Pošto proizvodimo dve smene od po deset sati i svaka smena uključuje 30 minuta za ručak i dve pauze od deset minuta. Tako da je dostupno radno vreme 20 sati-(2x50 minuta)=18,33 sata. Naš normalni raspored rada je pet dana u nedelji i imamo devet odmora, tako da je naša radna godina 365-(2x52)-9=252 dana po godini. Mušterija ima ugovorni sporazum za kupovinu 500 000 jedinica po godini.

Da bi se izračunao ritam toka, iskoristimo ritam toka za radnu nedelju, pošto je to čest interval planiranja.

Dostupno vreme je 18,33 h/danu x 5 dan/ned. =91,67 h što je jednako 330 000 s/ned.

Zahtev mušterije je

500 000 jed./god.÷52ned./god=9615 jedinica po nedelji.

Ritam toka je

330 000 s/ned.÷9615 jed./ned=34,3 sekundi po jedinici

Jednostavno rečeno, mi treba da proizvodimo jednu dobru jedinicu svake 34,3 sekunde kako bi pratili zahteve naših mušterija. Ovo je vreme sinhronizacije, kako bi se sinhronizovala nabavka eksterno. Ako se to ispuni, prva strategija je izvedena uspešno.

3.4.2. Osnovna vremenska studija - Dodatak B

Predhodne informacije

Najfundamentalniji alat za sinhronizaciju toka i analizu posla je osnovna vremenska studija. Zet tabela vremenske studije, prikazana na Tabeli 2. Studija se može odraditi na više načina, ali nekoliko ciklusa treba da se posmatraju, i onda da se donese racionalna odluka za vreme kada treba da se koristi u studiji. Primetite da, iako je prosečna vredenost iskorištena, nekoliko puta gde je prosečno nastalo zbog problema pronađenih tokom studije, manji broj je korišten. Kao dodatak tome, ovi problemi na koje smo naišli zbrinuti su od strane kaizen aktivnosti.

Vremenska studija

Forma koja se koristi ima mesta za:

- Broj koraka procesa
- Identifikaciju tabele toka
- Radni element
- Osam vremenskih studija
- Rezime statistike
- Odabrano konačno vreme

Važno je da izmereno vreme jeste samo za posao i ne uključuje vreme čekanja. Ako želimo da katalogiziramo vreme čekanja, jednostavno modifikujemo formu tako da ima radnu kolonu i kolonu čekanja za svaki ciklus.

Važno je evaluirati nekoliko ciklusa. U ovom slučaju, mi smo uradili osam. Deset je veoma čest slučaj, a pet je premalo.

Vreme u sekundama	Operacija	Procenat plan		
1	Prijem materijala - 3sek.	31	Štampa - 14sek.	Operator 5
2		32		
3		33		
4	Obrada fotografija - 12sek.	34	Obrezivanje rolne - 8sek.	Operator 6
5		35		
6		36		
7	Prelom i montaža - 7sek.	37	Završno kaširanje - 8sek.	Operator 7
8		38		
9		39		
10	Probni otisak - 9sek.	40	Razrezivanje rolne - 7sek.	Operator 8
11		41		
12		42		
13	Izrada kliše - 13sek.	43	Sortiranje - 15sek.	Operator 9
14		44		
15		45		
16	Montaža kliše - 6sek.	46	Pakovanje - 18sek.	Operator 10
17		47		
18		48		
19	Ekstrudiranje - 8sek.	49	Skladištenje - 12sek.	
20		50		
21		51		
22	Kaširanje materijala - 8sek.	52		
23		53		
24		54		
25	Dostava materijala - 8sek.	55		
26		56		
27		57		
28		58		
29		59		
30		60		
31		61		
32		62		
33		63		
34		64		
35		65		
36		66		
37		67		
38		68		
39		69		
40		70		
41		71		
42		72		
43		73		
44		74		
45		75		
46		76		
47		77		
48		78		
49		79		
50		80		

Tabela 3. Vreme trajanja grupnih operacija po operateru

3.4.3. Studija balansa - Dodatak C

Prethodne informacije

Studija balansa je završena tako da se vidi koliko dobro će se stvarni radni elementi uklapati u željeni vremenski ciklus.

Dovoljno je lako izračunati željeni vremenski ciklus, ali radni elementi često ne dozvoljavaju perfektnu distribuciju rada.

Kao dodatak tome, Zeta ćelija je bila dizajnirana kao obrnuta U ćelija, sa staničnim operaterima tako da operateri ne mogu da se pomeraju kao tehnika za balans rada. Umesto toga, posao je morao da se premesti do operatera.

Šta više, došli smo do balansa za prvi prolaz (videti Tabelu 4. i 6).

Redizajn: Sinhronizovanje prema ritmu toka

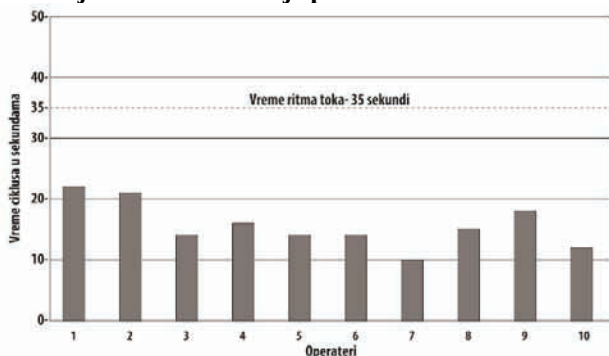


Tabela 4. Tabela balansa za 10 operatera

Postojeći raspored					Novi balansirani raspored	
10 Operatera					5 Operatera	
Korak Br.	Operator	Operacija	Krajnje vreme	Vreme po operateru	Novi raspored op.	Krajnje vreme
1.	1.	Prijem materijala	3		1.	
2.	1.	Obrada fotografija	12	22	1.	31
3.	1.	Prelom i montaža	7		1.	
4.	2.	Probni otisak	9	21	1.	
5.	2.	Izrada kliše	13		2.	
6.	3.	Montaža kliše	6	14	2.	35
7.	3.	Ekstrudiranje	8		2.	
8.	4.	Kaširanje materijala	8	16	2.	
9.	4.	Dostava materijala	8		3.	
10.	5.	Štampa	14	14	3.	28
11.	6.	Obrezivanje rolne	6	14	3.	
12.	6.	Završno kaširanje	8		4.	
13.	7.	Razrezivanje rolne	7	10	4.	33
14.	7.	Isecanje rolne	3		4.	
15.	8.	Sortiranje	15	15	4.	
16.	9.	Pakovanje	18	18	5.	30
17.	10.	Skladištenje	12	12	5.	
Ukupno:			157	157		157

Tabela 5. Rebalansirani proračuni

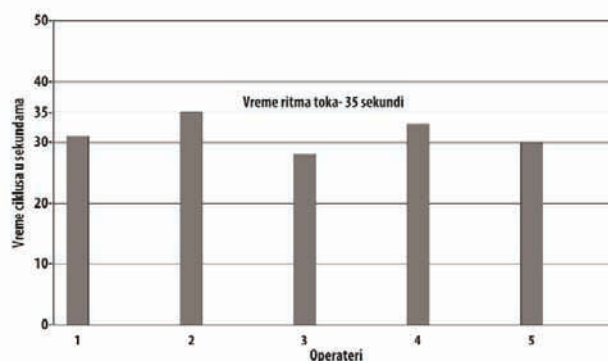


Tabela 6. Tabela balansa za 5 operatera

Rezultati

U Tabeli 7. možemo pogledati kako je uvođenje četiri strategije stvorilo dobitke kod procesa.

	Originalni slučaj	Procenirano Lean-om	% Poboljšanja
Vodiće vreme prvog komada	4.5 h	9 min	97% redukcije
Vodiće vreme serije	2.0 h	8.5 h	58% redukcije
Ishorištenost prostora	40 m ²	15 m ²	62% redukcije
Broj operatera	10	5	50% redukcije
Utrošak rada po jedinici	15min/jed	3.19 min/jed	79% redukcije

Tabela 7. Pregled dobitaka kod procesa

Stečena iskustva

Dakle, koja je poenta iskustva Zeta tabele? To jasno ukazuje da:

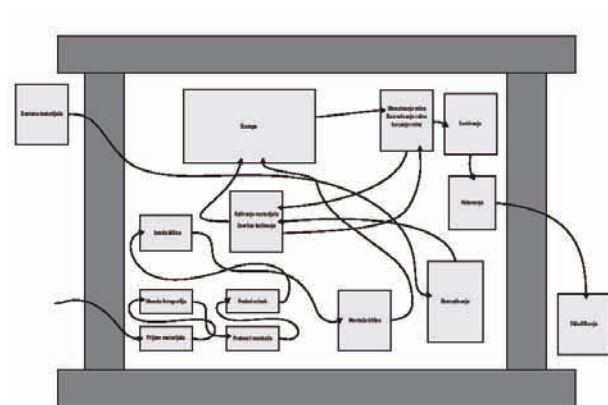
-Moramo da znamo posao.

-Ukoliko želimo da imamo tok materijala u osnovnoj ćeliji rada, moramo da se bavimo radom na elementarnom nivou.

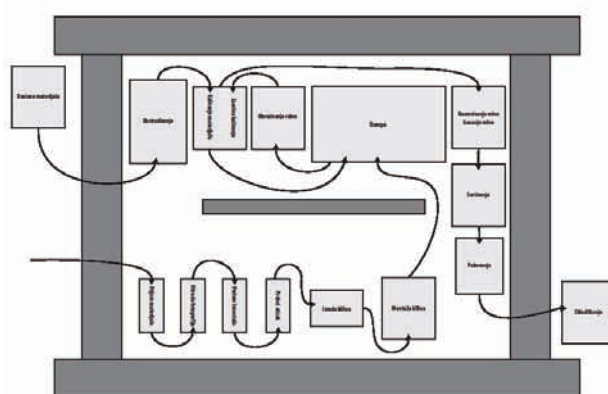
–“Iznutra ka spolja (naopako)” je skoro uvek najbolji način da se počne eliminisanje radnih aktivnosti koje ne daju rezultate, nešto što može lako početi tokom Kaizen faze. Svuda se već u ranoj fazi pojavljuju ogromni dobitci.

3.4.4. Tok materijala (Špageti dijagram) - Dodatak D

Tok materijala, vidi Sliku 7 i 8, je jednostavno moćan alat za vizualizaciju i transport. Gde su staze transporta vidljive, često je lako uočiti šanse za smanjenje ovih otpada. Tok materijala se često crta rukom na jednostavnom podnom okviru. Primer ovde je o kretanju proizvoda dok napreduje kroz korake procesuiranja.



Slika 7. Tok materijala-trenutno stanje



Slika 8. Tok materijala-predlog

4. POGLAVLJE

4.1. Zaključak

Uspostavljanje četiri ključne strategije (sinhronizacija nabavke prema mušteriji, sinhronizacija proizvodnje, napraviti protok, uspostaviti sisteme za plaćanje po zahtevu) samo je prvi korak ka potpunoj implementaciji LEAN koncepta unutar jedne organizacije. Ove četiri strategije iziskuju dosta novčanih sredstava, nisu baš jednostavne za razumevanje i laka za primenu. Međutim, prva poboljšanja odnosno rezultati se mogu očekivati već u prvoj polovini prve godini poslovanja po LEAN principu. Seminari, treninzi i obuke zahtevaju određeno vreme a nakon toga je potrebno da se ljudi naviknu i da u potpunosti prihvate nov način poslovanja, kao i da se izvešte u njegovom realizovanju.

5. POGLAVLJE

5.1. Literatura

- [1] DeMin, E. J.: The journey to lean manufacturing, British Telecommunications, 2009.
- [2] Kotter, P. J.: Why Transformation Efforts Fail, Harvard Business School Publishing Corporation, 1995.
- [3] Palalić, D.: Poboljšanje efikasnosti proizvodnih sistema primenom alata LEAN koncepta, diplomski - master rad, FTN, Novi Sad, 2010.
- [4] Claus Sehested, Henrik Sonnenberg: Lean Innovation. Publishing: Springer.
- [5] www.leankaizen.co.uk
- [6] www.leanprimer.com

Kratka biografija:



Siniša Zivčevski rođen dana 18.05.1982 godine u Kotoru, r. Crna Gora. Osnovnu školu završio je 1996. Godine u Žablju. Mašinsku školu "22 Oktobar"-Žabalj, smer mašinski tehničar završio je 2001. Godine sa odličnim uspehom. 2005. godine upisao je Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek Grafičko inženjerstvo i dizajn. Godine 2010. diplomirao je na osnovnim studijama Fakulteta tehničkih nauka i stekao zvanje inženjer grafičkog inženjerstva i dizajna – Bachelor.

Kontakt : zs dizajn@gmail.com



Prof. dr Ilija Ćosić je redovan profesor na Fakultetu tehničkih nauka. Doktorsku disertaciju odbranio je na temu "Prilog razvoju proizvodnih struktura povišenog stepena fleksibilnosti" 1983. na istom fakultetu. Uključen je u obrazovni rad i naučno istraživanje.

URBANISTIČKA STUDIJA REKREACIONOG PODRUČJA SENTE AN URBAN STUDY OF A RECREATIONAL AREA IN SENTA

Anita Tot, Ljiljana Vukajlov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM

Kratak sadržaj – Najčešće i najznačajnije zelene površine u gradovima su gradski parkovi. Parkove, šume i zelene zone za sport i rekreaciju često nazivaju plućima grada. Cilj ovog rada je da se na osnovu sprovedene ankete dokaže da broj sportskih objekata u Senti koji omogućava aktivno bavljenje sportom nije dovoljan, da postojeće sportsko – rekreaciono područje ne nudi dovoljno programa svojim posetiocima kao i da ovaj veliki potencijal nije adekvatno iskorišćen. Glavni doprinos ove studije je ideja o izradi predloga za transformaciju rekreacionog područja, koja bi mogla biti korišćena kao polazna tačka za neke od budućih revitalizacija ovog područja.

Ključne reči: sportsko - rekreaciono područje, zelene površine, revitalizacija, održivi razvoj, Senta

Abstract – Urban parks are the most common and most important green areas in cities. Parks, forests and green areas for sports and recreation in general are very often called the lungs of the city. The aim of this paper is to prove that the number of sport facilities in Senta is not sufficient and if they offer sufficient number of sport activities to its visitors and moreover to test how the potential of this area is used. The main contribution of this study is that it gives an idea of a possible transformation of this recreation area that could be used as a starting point for some future revitalization work.

Key words: sport - recreational areas, green areas, revitalization, substantial development, Senta

1. UVOD

Najčešće i najznačajnije zelene površine u gradovima su gradski parkovi. Parkove, šume i zelene zone za sport i rekreaciju često nazivaju plućima grada. Ove površine imaju ključnu ulogu u poboljšanju kvaliteta vazduha i zdravlja ljudi. Sve ovo govori o nezamenljivoj ulozi parkova i lepo uređenih zelenih površina u kreiranju socijalne dimenzije grada. Opština Senta je složen i turističko-geografski vrlo zanimljiv prostor. Na ovu činjenicu posebno utiču prirodni potencijali sadržani u geomorfološkim, hidrografskim i biogeografskim resursima. Konkretno to se odnosi na reku Tisu i njenu davnu uređenost za potrebe sportsko – rekreativnog turizma. Mađutim i pored dobrih mogućnosti za bolje turističko korišćenje ovog područja, malo je bilo planskih poduhvata u tom smeru.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Ljiljana Vukajlov, docent

Prvi deo rada posvećen je teorijskom istraživanju zelenih površina koje su nedovoljno iskorišćene, vodenih potencijala i njenih mogućnosti za boljim turističkim korišćenjem kao i istraživanju izgradnje na principima održivog razvoja. Proučavani su reprezentativni primeri naselja kod kojih je prisustvo vode bio glavni motiv transformacija. U drugom delu rada izvršena je analiza postojećeg stanja sportsko-rekreativnih područja Sente i predstavljeni su rezultati ankete sprovedene među građanima Sente. Na osnovu ankete je zaključeno da je mali broj sportskih objekata koji omogućava aktivno bavljenje sportom, zatim da sportsko – rekreaciono područje ne nudi dovoljno programa svojim posetiocima kao i da je rekreaciono područje Sente veliki potencijal ali da nije dovoljno iskorišćeno.

Predlog izgradnje sportskog objekta bi mogao biti način intervenisanja na atraktivnim lokacijama u gradu kakva je obala reke, odnosno na područjima na kojima nema dovoljno sadržaja ili se oni ne koriste na adekvatan način.

2. TEORIJSKA POLAZIŠTA ISTRAŽIVANJA

2.1. Značaj i funkcija zelenih površina u urbanim prostorima

Osnovna hipoteza se odnosi na to da gradska zona zelenila pored osnovne funkcije socijalizacije ima i zadatak formiranja kulturnog identiteta grada. Pri istraživanju zelenih površina u naseljima Vojvodine pošlo se od pretpostavke da su oni potencijalno najznačajniji javni prostori u tim naseljima i da su namenjeni organizovanju celokupnog društvenog dešavanja. Pošto je jedna od osnovnih ljudskih potreba komunikacija i međusobna interakcija, gradski parkovi, u doba sve jačeg kulturnog otuđenja, dobijaju sve veći značaj. Pod pojmom urbanog identiteta podrazumeva se prepoznatljivost određene gradske sredine koja sadrži jedinstven i poseban karakter. Parkovi svojom veličinom, oblikom i estetikom doprinose da postaju glavna mesta prepoznavanja svakog naselja u kojem se nalaze.

Zelenilo u gradu i njegovoj okolini ima višestruki značaj. "Biljke na zelenim površinama, svojim oblikom, građom i životnim osobinama, predstavljaju nezamenljive elemente prirode, koji doprinose melioraciji životne sredine u najširem smislu reči" [1]. Zelene površine grada pozitivno utiču na okolinu tako što smanjuju visoke temperature vazduha, povećavaju stepen vlažnosti, regulišu jačinu vetra, prečišćavaju vazduh, smanjuju i ublažavaju jačinu gradskog šuma. Drveća u samom gradu ima jako malo pa je samim tim i proizvodnja kiseonika smanjena, što objašnjava veću zagađenost vazduha u gradovima.

Zelene površine su multifunkcionalni resursi koji razvijaju socijalizaciju, podižu kvalitet života društvene zajednice, produžavaju njenu održivost i postaju mesta identiteta naselja.

2.2. Voda kao osnovni element pejzažne kompozicije

“U kompoziciji otvorenih javnih prostora i zelenih površina voda zauzima veoma važno mesto. Njihovom kombinacijom stvaraju se neponovljive slike urbanog prostora. Na toj “tankoj” liniji koja deli svaku vrstu kopna od vode, na toj “granici” dve prirodne lepote i dva iskonska sveta – gradovi su uvek govorili o svojim moćima i strahu, o svojoj ekonomiji i svojim putovanjima” [2].

U nastanku ljudskih naselja vodene površine su uvek bile te koje su kontrolisale njihov razvoj i koje su bile zaslužne za njihov estetski izgled.

Vodene površine zatečene u prirodnom okruženju grada, često se uređuju različitim intervencijama i na taj način prilagođavaju potrebama zajednice. Sa druge strane i sam grad se prostorno i fizički oblikuje prema toj vodenoj površini. Tako npr. nastaju: luke, marine, šetališta, vidikovci i drugi objekti u službi razvoja industrije na vodi. Ovi objekti su sami po sebi atraktivni za javnost i po pravilu generišu aktivnosti ljudi na obali. Prodavnice morskih plodova i riblje pijace, akvarijumi ili pomorski muzeji mogu biti prateći sadržaji koji opstaju zahvaljujući tome što se nalaze uz vodenu površinu. Razvoj ribolova, trgovine i turizma potvrđuju da naselje može imati i profit od vode i atraktivne obale uz nju.

2.3. Osnovni principi održivog razvoja

“...Održivi razvoj predstavlja integralni ekonomski, tehnološki, socijalni i kulturni razvoj, usklađen sa potrebama zaštite i unapređenja životne sredine, koji omogućava sadašnjim i budućim generacijama zadovoljavanje njihovih potreba i poboljšanje kvaliteta života” [3]. Protekla decenija je stavila u prvi plan metod energetske efikasnosti objekata i korišćenje alternativnih izvora energije kao i već razvijene metode primene pasivnih solarnih sistema za korišćenje sunčeve energije u arhitekturi, koji su u svetu prihvaćeni kao ispravan pristup projektovanju zgrada. Ovakve metode pri projektovanju i izgradnji zgrada omogućavaju velike uštede energije.

“Novim izazovima i zadacima definisanim solarnim i bioklimatskim uticajima, pokušali su od početka 80-ih, gotovo istovremeno sa ekspanzijom solarne arhitekture u najrazvijenijim zemljama sveta, da odgovore i mnogi stručnjaci raznih preduzeća” [4].

Jedan deo ovog rada se odnosi na projektovanje sportsko – rekreativnog centra u Narodnoj bašti u Senti prema principima održivog razvoja. Ovaj objekat bi bio prva “ekološka kuća” u Senti. Posebna vrednost rešenja je primena pasivnog solarnog grejanja. U projektu je predviđeno korišćenje solarnih kolektora za pripremu tople sanitarne vode i fotonaponskih ćelija za dobijanje električne energije.

2.4. Opšte karakteristike reke Tise u Srbiji

U našim gradovima situacija po pitanju korišćenja vodenih površina nije na zavidnom nivou. Gradovi izgledaju malo izolovano od reka na kojima leže. Zbog zapuštenosti rečnih obala ili izgrađenosti saobraćajnih objekata, tokovi i obale ne predstavljaju dovoljno privlačan prostor u gradu. Senta je grad koji leži na reci Tisi i to bi mogao da bude dovoljan razlog da se ta reka iskoristi tako da daje određen karakter gradu. Uređenjem rečnih korita na pravi način, Senta bi mogla postati i veoma atraktivan turistički centar.

Reka Tisa predstavlja najveću levu pritoku Dunava. Njen glavni tok nastaje spajanjem dva manja vodotoka, Crne i Bele Tise kod mesta Rahov u Ukrajini. Ona dalje prolazi kroz Mađarsku, teritoriju Rumunije i Slovačke samo dodiruje, a kroz Srbiju protiče kroz Panonsku niziju. U Vojvodini Tisa čini granicu između Bačke (desne obale) i Banata (leve obale). Tisa za sada ima tretman reke na kojoj se odvija vodeni saobraćaj naše zemlje i Mađarske. Sa dobijanjem međunarodnog statusa, Tisa će postati prometnija a obalski delovi bogatiji, između ostalog i sportsko – rekreativnim sadržajima. Vodeni tok Tise pogodan je za razvoj kupališnog – rekreativnog turizma ili nautičkog turizma u širem smislu. Nautički turizam se pre svega vezuje za plovni put i plovidbu objektima različitih vrsta i kategorija, a potom i za različite sportsko – rekreativne, kulturne, zabavne i druge aktivnosti na obali i širem priobalju.

3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

3.1. Kratak istorijat grada Sente

Teritorija grada Sente predstavljala je naseljeno mesto još od praiorijskih vremena. Senta se razvija nakon velike seobe naroda, uz izuzetno pogodan gaz za prelazak reke Tise. “Uprkos tome što putnik-namernik nigde nije u prilici da se susretne sa istorijskim artefaktima njene prošlosti, Senta van svake sumnje predstavlja istorijski grad” [5]. Kej na obali Tise, koji je podignut u blizini centra grada, svojom alejom kestenova predstavlja omiljeno šetalište. Nažalost, predašnji, patinirani, razučeni kej, preuređen je i pojednostavljen 1984. godine. Na levoj obali Tise, nalazi se peščani lokalitet koji je pogodan za rekreativne i letovališne svrhe. Reka je izuzetno pogodna za sportski ribolov, a njene pošumljene obale za izlete i logorovanja.

Narodna bašta koja je na površini od 24 ha podignuta severno od grada 1866. godine, već je u to doba bila namenjena rekreativnim aktivnostima i u njoj se danas nalaze fudbalski stadion, atletska staza, bazeni, teniska igrališta, kuglana, košarkaški teren i igralište.

Senta spada u red manjih opština.

3.2. Zelene površine u Senti

Zelenilo u gradu obrazuje sistem gradskog i vangradskog zelenila. U tipizaciji urbanih zelenih površina grada Sente veoma je bitno pomenuti sledeće tipove: zelene površine unutar blokova zgrada, zelene površine duž saobraćajnica naselja, zelene površine specijalnog karaktera kao i parkovi. Za istraživanje ovog master rada od bitnog značaja imaju zelene parkovske površine.

Osnovna karakteristika, značaj i uloga gradskog parka je u odmoru stanovnika na svežem vazduhu što takođe utiče na njihovu socijalizaciju. U Senti se nalaze dve parkovske površine od kojih se jedna nalazi na Glavnom gradskom trgu a druga na obodu grada – Narodna bašta.

Urbane zelene površine direktno se koriste za aktivnu ili pasivnu rekreaciju stanovništva, dok indirektno svojim prisustvom utiču na podizanje kvalitetne urbane sredine. Mnoge postojeće urbane zelene površine u Senti su izgubile svoju nekadašnju funkcionalnu, sociološku, biološku, ekološku i ekonomsku vrednost. “Do početka 2007.godine na teritoriji opštine Senta se nalazilo ukupno 672.295 m² zelene površine [6]”.

3.3. Sportsko – rekreativni turizam Sente

U opštini Senta sport ima veoma dugu tradiciju, i ozbiljnu prošlost. Kao rezultat toga su mnogobrojna odličja senčanskih sportista. Prvo sportsko društvo pod nazivom "Senčanski Atletski klub" osnovano je 1882. godine, kao udruženje koje tada ujedinjuje sve sportske grane. Danas Sportski Savez opštine Senta ima 28 klubova, a obuhvata 20 sportskih grana sa blizu 1400 članova. Najznačajniji sportski klubovi su: atletski klub, rvački klub, stonoteniski klub, karate klub, plivački klub, košarkaški klub, vaterpolo klub, fudbalski i rukometaški klub.

Senta sa svojom okolinom pruža izuzetne mogućnosti za zadovoljenje sportsko – rekreativnih potreba. Ovu činjenicu grad nije iskoristio gradeći sportske objekte i terene, ali jeste organizujući sportske klubove i društva, kao i brojne sportske manifestacije. Nedovoljan je broj objekata koji mogu da zadovolje uslove za organizaciju međunarodnih događaja, jer se radi o malim i slabo opremljenim objektima i terenima.

"Prirodna atraktivna osnova čini fundamentalni deo sportsko – rekreativnog turizma, imajući u vidu da se najveći broj aktivnosti sprovodi u prirodnom okruženju" [7]. Činjenica je da je obalski deo Sente bio u ranijim vekovima uređen za potrebe nautičkog turizma kao i sportsko – rekreativnog i kupališnog turizma.

Najveći prioriteti senčanske opštine svakako su održavanje sporta u Senti i poboljšanje uslova za bavljenje amaterskim i školskim sportom kao i izgradnja adekvatne sportske hale, jer rad u dugotrajnim otežanim uslovima može dovesti do opadanja interesovanja kod mlađih generacija.

4. PROJEKAT SPORTSKO REKREATIVNOG CENTRA U VELIKOM PARKU U SENTI

4.1. Koncept i osnovne ideje

Osnovni zadatak pri izradi master rada bilo je istražiti mogućnosti lokacije u prostornom i funkcionalnom smislu. Uočeni nedostaci postojećih sportskih bazena, koji zauzimaju atraktivnu lokaciju i ne koriste se na adekvatan način, ukazali su na potrebu njegovog izmeštanja i izgradnju potpuno novog objekta. Kako unutar bloka već postoji fudbalski stadion, atletska staza, teniska igrališta, kuglana, košarkaški teren i igralište, pojavilo se kao logično rešenje da se na odabranoj lokaciji planira potpuno novi kompleks bazena koje će koristiti svi građani Sente. Na taj način bi ceo prostor dobio pravu namenu na lokalnom nivou ali i regionalni značaj kao rekreativni i takmičarski centar namenjen sportistima i ljubiteljima sporta iz šireg okruženja.

4.2. Karakteristike lokacije

Sportski centar je lociran na nekada izrazito šumskom staništu koje je karakteristično za plavna područja dolinskih reka i iako se nalazi u aluvijalnoj ravni reke Tise, zaštićen je nasipom. Ova parcela na kojoj se predviđa sportski centar ima ogromnu energiju kao i izuzetan značaj za kvalitet ne samo grada Sente nego i šireg sportsko-geografskog prostora. Kompleks sportskog centra, odnosno čitav blok 144, koncipiran je kao čitav niz objekata, sadržaja i aktivnosti u parku. Parku predstoji obimna i detaljna rekonstrukcija, kako kompletnog biljnog sveta, tako i šetnih staza i ostalih sadržaja.

Parkinzi su formirani po obodu parka, a neke staze unutar parka dimenzionisane su tako da samo u izuzetnim i urgentnim situacijama omoguće pristup vozilima do svih značajnih objekata unutar parka.

Sportski objekat je smešten na ravnom terenu koji se proteže linijom severozapad-jugoistok. Najpogodnija orijentacija svih sportskih terena na lokacijama severne zemljine hemisfere je za 15 stepeni prema zapadu rotiran pravac sever – jug, kako niko od igrača ne bi bio izložen neprijatnom direktnom dejstvu Sunca. Hala je postavljena tako da se vizure otvaraju prema parku koji ga okružuje ali ujedno je ostvarena i želja za izolacijom dela objekta u kome su bazeni. Spoljašnji izgled objekta potpuno se uklapa u okolinu naglašavajući prožimanje objekta sa prirodom, tj unutrašnjosti sa spoljašnjošću.

Naglašavanjem prožimanja dva prostora dobija se efekat slobodnog vazdušastog prostora koji je otvoren ka zelenilu, Suncu i pogledu u daljinu. Širina objekta prati urbanističke uslove i gabarite parcele (Slika 1. *Pozicija objekta na parceli*).



Slika 1. Pozicija objekta na parceli

4.3. Programsko - funkcionalne karakteristike

Od velike je važnosti dobro odrediti programsku strukturu sportskog objekta zbog njegove kompleksnosti. Za pravilno funkcionisanje jednog objekta potrebno je obezbediti sve neophodne prostorije, pri čemu se obraća pažnja na neophodnu povezanost i dostupnost, odnosno funkcionalnu izdvojenost.

Sportska hala je namenjena raznovrsnim aktivnostima – održavanju treninga, reprezentativnih i kup takmičenja kao i sportskih manifestacija. Tokom projektovanja sportskog objekta posebna pažnja je posvećena organizaciji čistih i prljavih komunikacija.

Rekreativno – sportski centar je slobodnostojeća zgrada koja se sastoji od osnovnog korpusa unutrašnje svetle visine 10,00m, u kome su predviđena dva bazena i to jedan za vaterpoliste a drugi za obuku neplivača i rekreativne svrhe (Slika 2. *3D prikaz sportske hale*). U drugom delu predviđene su teretana, fitness centar i kafe bar sa pratećim prostorijama.

4.4. Arhitektonsko oblikovanje

Polazna tačka za formiranje arhitektonskog koncepta bilo je prirodno okruženje, nekadašnje Panonsko more, današnja Vojvodina, jedno je od najbogatijih područja u

Republici Srbiji po vodenim površinama i tokovima, šumama i obradivim površinama. Upravo zbog toga bujna vegetacija skoro da sakriva sve nedostatke mesta, otkrivajući samo ono najlepše.



Slika 2. 3D prikaz sportske hale

Materijalizacija objekta uvek ima presudan značaj za uklapanje objekta u celinu. Forma je jedna od najvažnijih karakteristika iz koje se upravo gradi mišljenje posmatrača o objektu. Međusobni odnos funkcije iz koje proizilazi i sama forma objekta su od esencijalne važnosti za stvaranje jednog projekta.

Sportsko rekreativni centar se sastoji iz dva korpusa koja se međusobno mimoilaze. To su dva geometrijska oblika različitih visina koji zajedno čine jednu skladnu celinu. Hala je projektovana sa mnogo staklenih površina koje obezbeđuju dovoljnu količinu potrebne svetlosti. Transparentni i monohromatski netransparentni elementi, poput čelika i stakla, odnosno drveta i kamena, odlično su uklopljeni na svim segmentima fasade. Stakla su niskoemisiona i reflektivna sa aktivnom zaštitom od sunca i automatskom termoregulacijom u svim uslovima. Niskoemisiona stakla predstavljaju posebnu grupu stakala. Oni smanjuju gubitak energije za 40-60% u poređenju sa običnim staklom. Zbog više temperature na površini unutrašnjeg stakla smanjuje se kruženje vazduha, a više temperature unutrašnjeg stakla smanjuje i mogućnost nastanka i sakupljanja kondenzovane vodene pare na prozoru. Osim toga niskoemisiona stakla su ekološki prihvatljiva, jer manji gubici znače manju proizvodnju primarne energije i time manju emisiju CO₂, a zimi dopuštaju pristup sunčevoj energiji. Gubici toplote preko prozora mogu dostići i do 50% ukupnog gubitka toplote, pa se značajna ušteda u odnosu na prozore sa jednim staklom ostvaruje upotreba dvostrukih stakala sa slojem vazduha između njih. Krov koji je delom pod nagibom služi kao podloga za solarne panele. Nagibi krovnih ravni su određeni optimalnim nagibima solarnih kolektora i fotonaponskih modula.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize postojećeg stanja rekreacionog područja Sente kao i rezultata ankete koja je sprovedena, utvrđeno je da su stavovi koji su postavljeni na početku rada potpuno opravdani. Dokazano je da je broj sportskih objekata koji bi omogućio aktivno bavljenje sportom mali, da sportsko – rekreaciono područje ne nudi dovoljno

programa svojim posetiocima kao i da je veliki potencijal rekreacionog područja Sente nedovoljno iskorišćen.

Planirani kompleks predstavlja prvi korak ka poboljšanju, revitalizaciji i rekonstrukciji grada Sente. Cilj koji je postavljen na početku ovog rada je u celosti ispunjen. Novoprojektovani sportski objekat u potpunosti ispunjava sve kriterijume koji su tokom celog rada služili kao smernice. Postignut je efekat transformacije prostora čiji je glavni cilj bio podizanje njegovih postojećih kvaliteta, a koji se manifestovao u podsticanju korisnika za aktivnim delovanjem i učestvovanjem u životu javnih prostora. Uređenjem prostora doprinosi se u velikoj meri identitetu i estetskoj slici urbane sredine, što je čini znatno atraktivnijom.

Korišćenje adekvatnih materijala po principu održivog razvoja, prostorni identitet Narodne bašte koji je stvoren kao rezultat ovog projekta kao i težnja bogaćenju odnosa između čoveka i životne sredine, predstavlja glavni doprinos ove studije koji može biti korišćen kao polazna tačka za neke od budućih rekonstrukcija sličnih područja. Velika je struktura zelenih površina u gradu koja je neiskorišćena. Iako se vide neka poboljšanja od pre nekoliko godina, gradska uprava i vlast bi trebala mnogo više da radi na ovom problemu kako bi i opština Senta jednog dana dostigla nivo koji zaista zaslužuje.

6. LITERATURA

- [1] <http://www.hortikultura.org/zelenilo-u-gradu/>
- [2] Radović, R: „Forma grada“, Beograd, Orion Art, 2005.
- [3] www.fpn.bg.ac.rs/wp-content/.../03/Koncept-odrzivog-razvoja.ppt
- [4] http://www.designed.rs/news/dani_zelene_arhitekture
- [5] Andruško, Karolj: *Senta*, Matica Srpska, Novi Sad, 1988
- [6] Službeni list opštine Senta, broj 11, 31.decembar 2006, str. 346
- [7] Razvojni plan opštine Senta, 2007-2013

Kratka biografija:



Anita Tot (1986) je rođena u Senti. Studije arhitekture na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu upisuje 2005. godine. Bečelov rad odbranila je 2011. god. Diplomski – master rad na temu „Urbanistička studija rekreacionog područja Sente“ brani 2012. godine.



dr Ljiljana Vukajlov (1961) je docent za užu naučnu oblast Arhitektonsko-urbanističko planiranje, projektovanje i teorija, na Departmanu za arhitekturu i urbanizam na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Bavi se teorijom i kritikom urbanih prostora.

PROJEKAT SPORTSKO-REKREATIVNOG CENTRA BORKOVAC U RUMI

PROJECT OF SPORTS AND RECREATION CENTER BORKOVAC IN RUMA

Marija Pavlović, Darko Reba, Igor Maraš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM

Kratak sadržaj – Rad je nastao kao produkt razmišljanja na temu sportsko-rekreativnih centara na području Srbije, te želje da se stvori takav centar u Rumi, uredi okolina i veštačko jezero Borkovac, približi ljudima, omogući njegovo korišćenje a da se pri tome sačuva priroda. U toku projektovanja posebna pažnja bila je usmerena na principe održivog razvoja, a sve u cilju smanjenja negativnih uticaja po životnu okolinu.

Gljučne reči: Sport, rekreacija, održivost

Abstract – The paper was written as a product of reflections on the sport and recreation centers in Serbia, and the desire to create such a center in Ruma, to organize surrounding and artificial lake Borkovac closer to people, facilitate their use and that in the same time to preserve nature. During design, special attention was focused on the principles of sustainable development, with a view to minimizing negative impacts to the environment.

Key words: Sport, recreation, sustainability

1. UVOD

Jezero Borkovac napravljeno je akumulacijom vode iz Borkovačkog potoka. Svojom površinom popunjava veliki deo doline u dužini od 2km. Ostali deo doline je prekriven biljkama koje su mahom kulturnog porekla, ali su vremenom poprimile gotovo prirodni karakter i predstavljaju veoma važan rezervat šumske vegetacije u ovom kultivisanom delu Srema.

Borkovac je omiljeno mesto izletnika sa teritorije grada Rume i okolnih sela. Širi značaj nema zbog neuređenosti i nerazvijenosti oblasti, ali bi uređenjem sigurno privukao posetioce i iz okolnih gradova. Cilj je ovo područje učiniti privlačnim i zanimljivim i za sportiste iz različitih krajeva Srbije, koji bi ovde pronašli sve što im je potrebno za pripremni period. Potrebno je urediti jezero sa okolinom tako da ono pruži prijatan i zdrav odmor deci i odraslima, uz primenu principa održivog razvoja.

2. PROJEKTI ZADATAK

Ovim projektom treba obuhvatiti sledeće: uređenje obale i plaže oko jezera uz postavljanje odgovarajućih elemenata i mobilijara, zatim projektovati kao organsku celinu kompleks terena za sport, aktivnu i pasivnu rekreaciju, u okviru kompleksa predvideti i parking prostor, površine

za auto kamp i bungalove sa potrebnim instalacijama, restorane, bazen, kamp za sportiste kao i druge objekte. Projektom treba predvideti i ozelenjavanje površina i unošenje vrtno-arhitektonskih elemenata, šetališta, platoa i td.

Pri izradi projekta treba obratiti pažnju na raspored objekata pasivne rekreacije, odnosno šetališta i odmorišta oko jezera, kao i njihovo najefikasnije vezivanje sa ostalim sadržajima u okviru kompleksa jezera. Potrebno je odbaciti ideju da je urbani prostor samo i jedino likovna materija koja nastaje na temelju „kompozicionih principa“ umesto iz životnih procesa kroz vreme i promenljive potrebe. Veze između unutrašnjih i spoljašnjih prostora, izgrađenih objekata i neizgrađenih ambijenata, pokazuju neprekidnost životnih procesa u urbanom miljeu. Projekat zasnovati na potpunoj i nedvosmislenoj ravnopravnosti izgrađenog i neizgrađenog, kao i prirodnog i stvorenog.

3. STUDIJA SLUČAJA

Analizirani su postojeći sportski i rekreativni centri i organizacija njihovih prostora. Primeri su birani na osnovu karakterističnih segmenata u njihovoj organizaciji ili projektovanju, koji mogu bitno uticati na razvoj budućeg projekta sportsko-rekreativnog centra Borkovac u Rumi.

3.1. Nacionalni stadion u Etiopiji

U centru kompleksa nalazi se glavni trg, kao što je prikazano u [1]. Radijalno oko trga su postavljeni ostali sadržaji. Predviđeni su mnogi programi: stadion za FIFA World utakmice, atletske manifestacije, koncerte, verske i nacionalne festivale, kao i sportsko selo koje se sastoji od otvorenih i zatvorenih bazena, otvorenih terena, sportske dvorane i arene i objekata za sportsku komisiju. Ogromni solarni suncobrani obezbediće kako hladovinu u toku dana, tako i osvetljenje u večernjim časovima. Opna stadiona, u obliku veštačkog kratera, zamenjuje postojeći teren, stvaranjem efikasnijih sportskih prostora (Slika 1).



Slika 1. Kompleks u Etiopiji

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada, čiji mentor je bio dr Darko Reba, prof., a komentor Igor Maraš.

3.2. Međunarodni centar močvare Suncheone

Dizajniran je sa ciljem da ugosti posetioce vodeći ih kroz močvaru do Suncheone zaliva (Slika 2). Udaljeni obrisi morske obale uticali su na koncept i krivudavi oblik objekata i pešačke staze. Takva staza omogućava posetiocima da vide i močvaru na jednoj i šumu na suprotnoj strani.

Principi održive arhitekture primenjeni su na različite načine, a jedan od njih je razdvajanje objekata koji su tako zadržali veću kontrolu nad energijom koju koriste [2].



Slika 2. Međunarodni centar Suncheone

3.3. Sportsko-rekreativni centar Toplica u Prokuplju

Lokacija predviđena za izgradnju sportsko-rekreativnog centra Toplica nalazi se u širem centru grada, na levoj obali reke Toplica. Ideja i podsticaj da se gradi jedan ovakav objekat nastali su iz potrebe grada za kompleksom koji će u mnogome povećati kvalitet života građana.

Funkciju sportsko-rekreativnog centra Toplica posmatraćemo iz dva ugla. Naime, kompleks se sastoji iz dve celine koje mogu da funkcionišu samostalno, a u okviru jedinstvenog kompleksa neposredno komuniciraju. Prvu celinu čine tri zatvorena bazena različitih dimenzija sa pratećim sadržajima i teniskim terenima (Slike 3 i 4), a drugu celinu čini otvoreno gradsko kupalište smešteno na severnom delu parcele. Površina parcele dozvolila je uvođenje većih zelenih površina u pojasu između bazena i plaža koje sadrže puno krivudavih staza za šetnju.

Komunikacioni put obezbeđen je duž pojasa na kome se nalaze plaže i koristi se isključivo kao pešačka zona i u slučajevima evakuacije, za ambulantna i druga urgentna vozila. Velikom parkingu od 200 mesta koji je smešten na zapadnoj strani parcele pristupa se sa novoprojektovane saobraćajnice i na njegovom ulazu postoji kontrola. Manji parking od 120 mesta ima i parkinge za autobuse, a nalazi se na jugoistočnom delu parcele, bliže bazenima. Služi za parkiranje vozila korisnika bazena, sportista i zaposlenih radnika. Šetalište sa više krivudavih staza obogaćeno je kružnim platoom sa klupama i dvema veštačkim dina koje razbijaju blagu monotonost postojećeg ravnog terena.

Kupalište se sastoji od jezera, šljunkovitih plaža i pratećih sadržaja. Jezero se snabdeva vodom iz reke Toplice koja je treće kategorije čistoće tako da je neophodno delimično filtriranje. To se obezbeđuje pumpnom stanicom koja se nalazi na zapadnoj strani jezera, a čija je funkcija istovremeno i upumpavanje vode u jezero. Odliv vode

vrši se pomoću crpne stanice na jugoistočnom delu jezera u već postojeće korito potoka, koje se dalje uliva u reku Toplicu. Ovim procesom obezbeđuje se konstantan protok vode i održavanje njenog kvaliteta.



Slika 3. i 4. Sportsko-rekreativni centar Toplica

4. ODRŽIVI RAZVOJ

Savremeni svet je već uveliko suočen sa odgovornošću da svoj razvoj uskladi sa potrebama ljudi i prirode i sa svešću da se Zemlja mora sačuvati kako za sadašnju generaciju tako i za buduće generacije ljudi. Obaveza današnje generacije je da ostavi potomstvu bar onoliko šansi za razvoj koliko ih ona ima. Sadašnja generacija ima prava na resurse i zdravu životnu sredinu, ali ne sme ugroziti isto takvo pravo narednim generacijama.

Održivi razvoj podrazumeva kvalitetan način zadovoljavanja društveno-ekonomskih potreba i interesa građana, a u isto vreme uklanjanje ili znatno smanjuje uticaje koji prete ili štete životnoj sredini i prirodnim resursima. Cilj je objediniti održivi razvoj ekonomije, privrede i tehnologije, održivi razvoj društva na bazi socijalne ravnoteže i zaštitu životne sredine uz racionalno raspolaganje prirodnim resursima.

U [3] je pokazano da urbana sredina pruža dobar kvalitet života ako daje odgovor na različite socijalne, kulturne, ekološke i fizičke zahteve, a uloga urbanog dizajnera je da pronađe načine za proizvodnju kvalitetne urbane sredine koja će da privlači ljude i u kojoj će ljudi da uživaju.

Monotonija, ponavljanje, jednostrana rešenja, forme i urbani prostori danas, u mnogim slučajevima narušavaju kvalitet prostora i gradova. Prazna stambena naselja, bez radnih mesta, kao i prazne poslovne četvrti, bez stanovanja, moraju biti unapređeni kroz preklapanje i integraciju mogućih funkcija i programa [4].

Relacije između objekata, kao i između objekata i slobodnog prostora, bio on javan, polujan, poluprivatan ili privat, to je prava umetnost urbanizma [4].

5. IDEJNO REŠENJE SPORTSKO-REKREATIVNOG CENTRA BORKOVAC U RUMI

5.1. Analiza i potencijal odabrane lokacije

Rumska opština zauzima široko područje od Fruške gore na severu pa do Save na jugu. Granica na zapadu poklapa se sa granicom gravitacione sfere Sremske Mitrovice, a na istoku Indije, Stare Pazove i Zemuna. Duža osovina ove zone iznosi 36km, postavljena je u pravcu sever-jug, a kraća 20km, pravac zapad-istok.

Opština Ruma obuhvata teritoriju od 587km² i po površini zauzima četrnaesto mesto među 44 opštine u Vojvodini.

Formirana je 1963. godine kada su spojene dve opštine: rumska i platičevska. Stvorena je velika opština izduženog oblika u pravcu sever-jug.

Geografski položaj ovog područja povoljan je iz više razloga:

- Kroz ovu teritoriju prolaze važni međunarodni i pokrajinski putevi: auto-put, železnička pruga...
- Nalazi se u neposrednoj blizini najvećih gradova Srbije- 65km zapadno od Beograda i 35km od Novog Sada.
- Veliki značaj za ovo područje ima reka Sava.
- Ovo područje prostire se na nekoliko morfoloških celina, koje se mogu eksploatisati u različite privredne svrhe:
 - a) viši šumski predeli Fruške gore pogodni su za šumarstvo, lov i turizam,
 - b) podgorina Fruške gore ima sve uslove za vinogradarstvo i voćarstvo, a
 - c) lesna zaravan i lesna terasa pogodne su za strna žita i okopavine dok je aluvijalna ravan, kao najniža i najvlažnija površina, pogodna za vlažne kulture i šume.

Jezero Borkovac locirano je 2,5 km severno od Rume na regulisanom delu potoka Borkovac, u podnožju južne padine Fruške gore. Osnovni cilj izgradnje jezera bio je navodnjavanje voćnjaka i vinograda, a pored toga trebalo je da ispunjava i neke pomoćne funkcije:

- poboljšanje režima odvodnjavanja slivnih područja jer akumulacioni bazen služi kao regulator poplavnih talasa, pa tek kao takav spada u objekte javnog interesa;
- snabdevanje vodom naselja i pojedinih poljoprivrednih reona posebnim priključnim mrežama i snabdevanje vodom pojedinih delova Rume za potrebe industrije;
- mogućnost korišćenja akumulacije Borkovac za gajenje ribe, naročito zato što Borkovački potok tokom čitave godine stalnim dotokom omogućava potrebno osvežavanje vode.

Rekreacija na jezeru nije bila bitan cilj izgradnje. Međutim, u nedostatku kupališta na ovom delu Srema, veliki broj žitelja rumske opštine u vreme toplijih letnjih dana ovde nalazi osveženje i razonodu (Slika 5).



Slika 5. Razonoda uz neuređenu obalu jezera Borkovac

5.2. Koncept i organizacija

Sam položaj jezera Borkovac i grada Rume u Srbiji veoma je povoljan. Prilikom detaljne analize područja i dobijenih zaključaka, primera iz prakse, proizašao je koncept transformacije datog područja, zasnovan na održivom razvoju kako bi ovaj prostor funkcionisao i u budućnosti. Početni stavovi prilikom izrade projekta su ostvarivanje što bolje čovekomernosti u prostoru i korišćenje prirodne putanje koju je čovek već formirao. Prostor je podeljen na 17 urbanističkih zona prema urbanističkim pokazateljima i drugim karakteristikama:

1. Zaštitno zelenilo sa sportsko-rekreativnim površinama
2. Park-šuma (sportsko-rekreativne površine)
3. Park-šuma (šetna zona, trim staze, piknik površine)
4. Sportsko-rekreativne površine
5. Zona turističkih objekata (restoran, likovna kolonija, odmaralište)
6. Zona objekata privremenog karaktera (bungalovi)
7. Plaža sa neophodnim sadržajem i mobilijarom
8. Zona za izgradnju objekata kulture, sporta i rekreacije ili ugostiteljstva
9. Zona vikend objekata (postojeći objekti)
10. Zona stacionarnog saobraćaja (parking)
11. Zona infrastrukturnih objekata
12. Zona ZOO vrta
13. Zona zaštitnog pojasa (isključivo zelene površine)
14. Putevi i kanalska mreža
15. Postojeće stanovanje
16. Priobalni pojas jezera
17. Jezero.

Ovim projektom određeni su koridori za nove puteve, predviđena je izgradnja novih saobraćajnica, kao i rekonstrukcija postojećih. Novoplanirani putevi kroz izletišta predstavljaju proširenje atarskih puteva i povezuju sadržaje novih zona sa postojećom mrežom puteva. Pešački saobraćaj rešen je formiranjem trotoara uz saobraćajnice ili u kombinaciji sa biciklističkom stazom uz potok ili kroz borkovačku dolinu. Biciklističke staze locirane su obostrano uz saobraćajnice i šetne staze ili jednostrano u zavisnosti od širine koridora. Predviđena je i površina za stacionarni saobraćaj (parking).

Od ugostiteljskih objekata predviđeni su: restorani (Slika 6), moteli, bungalovi, ribarske kućice. Oni su opremljeni potrebnim instalacijama, a prostor između njih neophodnim mobilijarom, klupama za sedenje, korpama za otpatke, osvetljenjem, info tablama...

Jezero Borkovac pruža veliku mogućnost za odmor i rekreaciju. Planira se izgradnja dve plaže, jedne na istočnoj strani (tzv. velika plaža) u dužini od 750m i kapaciteta 1500 kupaca i druge, manje, dužine 250m i kapaciteta 500 kupaca.



Slika 6. Borkovačka dolina-riblji restoran

Posetioci rekreativnog centra Borkovac mogu provesti vreme i u šetnji oko jezera. To im omogućuje projektovana šetna staza oko jezera. Duž cele šetne staze postavljen je su klupe na kojima se šetači mogu odmoriti gledajući u mirnu površinu jezera. Jednim delom staza ide i preko vode a to je obezbeđeno pravljenjem mostića preko uvalica.

U okviru centra predviđeno je bavljenje različitim sportskim aktivnostima. Pored sportova na vodi koji su zastupljeni uglavnom u najtoplijem periodu godine, moguće je bavljenje sportom i na drugim površinama. Projektom je predviđena izgradnja:

- terena za fudbal
- pet kombinovano rukometna-košarkaško-odbojkaška terena
- pet teniskih terena (Slika 7)
- trim staze
- tri terena za badminton
- tri kuglane
- sale za stoni tenis
- 4 otvorena bazena.



Slika 7. Teniski tereni u okviru kompleksa

Uz sve terene planira se izgradnja velike svlačionice sa tuševima, sanitarnim čvorom i rekvizitarnicama za iznajmljivanje potrebnih rekvizita za sport. Jedan od bitnih elemenata sportsko-rekreativnog centra Borkovac jesu zelene površine. Iz tog razloga pri projektovanju zelenila, najveća pažnja posvećena je odabiru vrsta koje će odgovarati postojećim ekološkim

uslovima, zatim pružiti prijatnu sliku predela sa estetske strane i biti u skladu sa namenom površina izgrađenih objekata (Slika 8).



Slika 8. Vidikovac

Svaki održivi urbani prostor trebalo bi da obezbedi socijalnu aktivnost, stvori prostor za aktivno učestvovanje na nivou posmatrača ili učesnika. Maksimalno iskorišćavanje lokacije, prirodnih energija Sunca, vode, zemljišta, zelenila da bi isplativost objekata bila na dugoročnom nivou. Prilikom projektovanja vodilo se računa i o nameni objekata i slobodnih površina, tako da se njihova funkcija održi i u budućnosti.

6. ZAKLJUČAK

Zbog svoje lepote, funkcionalnosti i značaja ovo područje postaće novo mesto okupljanja korisnika iz različitih krajeva Srbije. Važnost ovakvog centra, ne samo za Rumu, već kako za region tako i celu Srbiju je gotovo neprocenjiva. Različiti profili korisnika ovde će pronaći sve što im je potrebno za odmor, sport i rekreaciju, a pri tome priroda neće biti ugrožena.

7. LITERATURA

[1] www.arch2o.com

[2] www.greenbuilding.com

[3] Krnjetin, S, *Graditeljstvo i zaštita životne sredine*, FTN, Novi Sad 2008.

[4] Radović, Ranko, *Forma grada*, Građevinska knjiga, Beograd 2009.

Kratka biografija:



Marija Pavlović, rođena je u Novom Sadu 1988. godine. Nakon završene Gimnazije „Stevan Puzić” u Rumi 2006. godine, upisuje Fakultet tehničkih nauka, odsek za arhitekturu i urbanizam. Diplomski rad iz oblasti Arhitekture brani u maju 2011. godine.



Doc. dr Darko Reba, rođen je 1968. godine u Novom Sadu. Doktorirao je 2005. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Od 2007. godine izabran je na mesto Direktora Departmana za arhitekturu i urbanizam.

ALARMNI UREĐAJ ZA MOTOCIKLE**ALARM DEVICE FOR MOTORCYCLE**Dragan Vlah, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MEHATRONIKA**

Kratak sadržaj – Predmet ovog master rada je razvoj i praktična realizacija alarmnog uređaja namenjenog za daljinski nadzor i dojavu alarma putem GSM mreže, u slučaju krađe motocykla. Mogućnost upravljanja alarmom vrši se pomoću mobilnog telefona koji ujedno služi kao identifikator trenutnog stanja alarma.

Abstract – This paper describes development and practical implementation of the alarm device for remote monitoring and alarm alert via GSM network, in the case of motorcycle theft. Mobile phone is used as device to manage the alarm and also as identifier of the current state of alarm.

Ključne reči: Automatizacija, GSM, Alarm.

1. UVOD

U okviru ovog master rada postavljen je zadatak za izradu alarmnog uređaja za motocikle povezanog putem GSM (Global System for Mobile Communications) mreže sa mobilnim telefonom, kao i praktična realizacija celog uređaja što podrazumeva izradu hardvera i softvera kao i izbor komponenata koje bi se primenile u ovom konkretnom slučaju. Pod alarmnim uređajem podrazumeva se onaj uređaj koji na vizuelni ili drugi željeni način obaveštava da li je došlo do neželjenog događaja. U ovom konkretnom slučaju alarmni uređaj obaveštava pozivom na mobilni telefon u slučaju krađe motocykla.

2. RAZVOJ ALARMNOG UREĐAJA ZA MOTOCIKLE

Predmet ovog master rada je razvoj i praktična realizacija uređaja namenjenog za daljinski nadzor i dojavu alarma putem GSM mreže. Finalni uređaj će biti u mogućnosti da pozivom na mobilni telefon korisnika obavesti u slučaju pokušaja krađe motocykla, čime se na jednostavan, jasan i nedvosmislen način korisnik upozorava u slučaju kada dođe do neovlašćenog pristupa nadziranom motornom vozilu. Ovaj uređaj može imati mogućnost široke primene, uz minimalne hardverske ili softverske promene.

2.1. Idejno rešenje

Prilikom osmišljavanja idejnog rešenja javila su se dva pravaca razvoja sistema. Jedno rešenje bilo je realizacija sistema uz pomoć nekog jeftinijeg modela mobilnog telefona sa Android operativnom sistemom, pri čemu bi se pisao namenski softver za android sistem, odnosno razvila android aplikacija.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Gordana Ostojić, docent.

Funkcionisanje čitavog sistema u ovom slučaju bi zavislilo isključivo od pouzdanosti softvera i načina na koji je program definisan. Tu se javlja problem napajanja, konverzije napona sa akumulatora i pouzdanosti akcelerometra integrisanog u samom mobilnom telefonu. Iako je ovo rešenje mnogo jednostavnije jer se sastoji isključivo od pisanja softvera, od ovakvog rešenja se odustalo zbog nemogućnosti proširenja datog sistema za neke druge potrebe. Drugo rešenje je razvoj posebnog uređaja koji bi u sebi imao integrisan GSM modem, mikrokontroler i akcelerometar. Ovakvo rešenje je složenije zato što zahteva projektovanje kompletnog hardvera i razvoj mikrokontrolerskog softvera. Međutim, ovakav sistem će biti jeftin, kompaktan, malih dimenzija i imaće mogućnost napajanja sa već postojećeg akumulatora na motocyklu ili u slučajevima neke sekundarne upotrebe-baterijskog napajanja. Moći će da radi samostalno ili kao deo nekog složenijeg sistema. Biće pogodan za proizvodnju u manjim serijama i mogao bi da „oživi“ kao komercijalni proizvod. Ovo rešenje je odabrano kao konačno. Na slici 1 je prikazano idejno rešenje projekta.

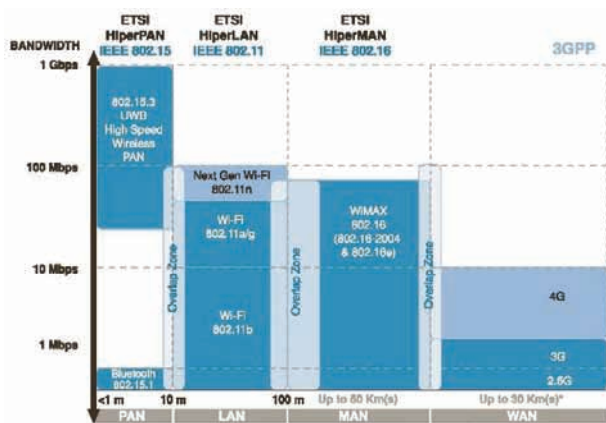


Slika 1. Idejno rešenje projekta

3. TEHNOLOGIJE ZA BEŽIČNU RAZMENU PODATAKA

Pre početka opisivanja bežične tehnologije za prenos podataka, treba spomenuti da se tehnologije za prenos podataka prema tipu medija kojim se prenose podaci mogu podeliti na žičnu i bežičnu. Žična predstavlja lokalne sisteme u kojima su uređaji međusobno spojeni

pomoću bakarnih provodnika ili optičkog kabla. Ovaj način povezivanja karakteriše velika brzina prenosa podataka, od 100 Mb/s za bakarne provodnike pa do 1000 Mb/s kolika je maksimalna brzina prenosa podataka pomoću optičkih kablova. Takođe ih karakteriše otpornost na smetnje i sigurnost podataka pri prenosu. Međutim imaju i dosta mana, kao što su cena, količina utrošenog materijala za povezivanje uređaja, potrebne su velike izmene sistema u slučaju proširenja i ograničen domet. Bežični sistemi predstavljaju komunikacijske sisteme koji koriste bežične medije, kao što je tehnologija radio talasa za slanje i primanje podataka, minimizirajući potrebu za žičanom vezom. Na ovaj način moguće je prenositi podatke na kratkim udaljenostima od nekoliko metara, kao npr. televizijski daljinski upravljač, ili velikim udaljenostima od 1000 ili čak milion kilometara, što je u slučaju radio komunikacije. Bežične mreže često se koriste kao dopuna klasičnim žičanim mrežama. Prednosti ovog tipa povezivanja su: manja ulaganja u početnoj implementaciji i kasnijem proširivanju jer zahteva dosta manju infrastrukturu, a održavanje je tehnički manje zahtevno. Na slici 2 prikazana je podela bežičnih mreža prema dometu uređaja i brzini prenosa podataka.



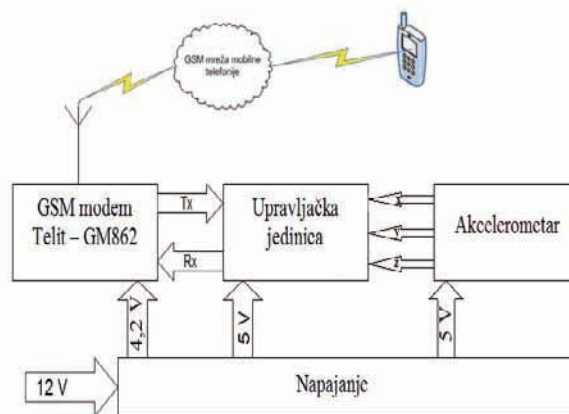
Slika 2. podela bežičnih mreža prema dometu uređaja i brzini prenosa podataka [8]

Mobilna telefonija je poznata pod nazivom GSM. Sistem je na engleskom jeziku poznat i pod opštim nazivom *cellular phone technology*. GSM sistem se sastoji od mobilne stanice (*Mobile Station*, MS) koju većina ljudi popularno naziva mobilni telefon. To je jedini deo sistema s kojim je korisnik u kontaktu i koji je zapravo vidljiv za korisnika. Kako taj uređaj sadrži mnogo više funkcija od običnog telefona bolje ga je zvati mobilna stanica. Mobilna stanica u sebi ima ugrađenu SIM (*Subscriber Identity Module*) karticu. U SIM kartici su snimljeni pozivni brojevi mobilne stanice i nekoliko drugih podataka koji služe sistemu za identifikaciju mobilne stanice, šifriranju signala, provjeru da li je mobilna stanica ukradena itd.

4. PRAKTIČNA REALIZACIJA

Alarmni uređaj za motocikle se sastoji iz hardvera i softvera. Na slici 3 dat je prikaz, blok dijagrama uređaja. Kao što se može primetiti sa slike, uređaj se sastoji iz nekoliko funkcionalnih celina. Osnovu uređaja čine mikrokontroler ATmega 16, GSM modem Telit GM862 i akcelerometar. Za napajanje kontrolera je potrebno

stabilnih 5 V koji se dobijaju iz izvora napajanja napona od 12 V, preko linearnog stabilizatora LM78T05. Napajanje GSM modema se takođe vrši sa istog stabilisanog napona od 5 V, stim da se napon spušta za 0,7 V do 0,8 V pomoću redno vezane diode između stabilizatora i modema. Za napajanje modema korisno bi bilo da se izprojektuje prekidačko napajanje, zbog stabilnog napona, smanjenog zagrevanja i malih dimenzija.



Slika 3. Blok dijagram uređaja

Kao što se može primetiti sa slike, uređaj se sastoji iz nekoliko funkcionalnih celina. Osnovu uređaja čine mikrokontroler ATmega16 [1], GSM modem Telit GM862 [2] i akcelerometar ADXL 330. Mikrokontroler se napaja sa stabilnih 5 V preko linearnog regulatora napona LM7805 [3]. Za napajanje GSM modema potrebno je 4.2 V. U ovom slučaju je iskorišten regulator napona LM7805 sa redno vezanom usmeračkom diodom od 0.7 V na izlaz regulatora. Time je obezbeđen potreban napon za napajanje GSM modula. Postoji i još jedna mogućnost napajanja GSM modema koja je bolja u odnosu na prethodno rešenje, a to je upotreba BUCK konvertora (prekidačko napajanje). Frekvencija prekidanja je 500 kHz. U osnovi prekidačkog napajanja je integrisano kolo BD9778HFP [4]. Prekidačko napajanje je dosta složenije od linearnog i zahteva dosta opreza prilikom projektovanja. Ovakav način napajanja može biti upotrebljen kako sastavni deo krajnjeg komercijalnog rešenja uređaja.

5. ORGANIZACIJA SOFTVERA

Softver kontrolera je podeljen na četiri osnovna funkcionalna bloka, a to su: inicijalizacija kontrolera, inicijalizacija GSM modema, prekidne rutine i glavni program.

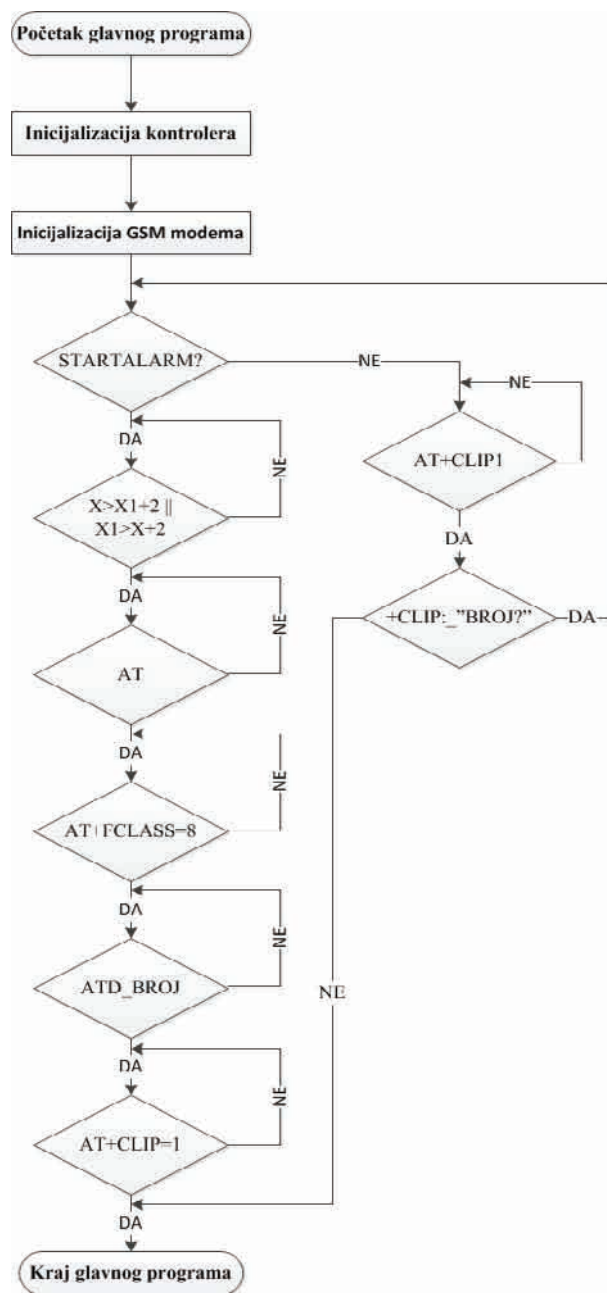
5.1 Inicijalizacija kontrolera

Na početku glavnog programa potrebno je izvršiti inicijalizaciju kontrolera. To predstavlja preporučeno upisivanje unapred određenih vrednosti u registre kontrolera čime se podešavaju ulazno – izlazni pinovi kontrolera, parametri seriske komunikacije, postavljanje uslova za globalne prekide i omogućavanje rada glavnog programa. Za ovaj rad smo usvojili da serijska komunikacija ima sledeće parametre: brzina prenosa

19.200 bps, format podatka sa 8 bita, 1 stop bitom i bez kontrole parnosti, 8N1 format.

5.2 Inicijalizacija GSM modema

Posle inicijalizacije kontrolera ostvaren je uslov da može da se uradi i inicijalizacija GSM modema. Način inicijalizacije je takav, što se putem serijske komunikacije šalju AT (*attention command*) komande. Detaljan spisak AT komandi sa dodatnim objašnjenjima se nalazi u literaturi [5]. Takođe dodatna objašnjenja softvera ovog modula se nalaze u literaturi [6]. Prilikom inicijalizacije prvo se izbrišu svi stari podaci iz prihvatnog niza rx. Niz rx služi kao bafer za prikupljanje pristiglih podataka sa serijske komunikacije. Nakon uspešnog brisanja niza šalju se AT komande. Nakon svake komande se proverava da li je uspešno modem primio i obradio komandu, a ukoliko nije, inicijalizacija se ponavlja ispočetka. Algoritam rada main funkcije je predstavljen na slici 4.



Slika 4. Algoritam rada main funkcije

6. PODEŠAVANJE I INICIJALIZACIJA UREĐAJA

Podešavanje i instalacija uređaja će biti predstavljena u pet podglavlja, u kojima će se opisati koraci kako instalacije uređaja tako i samog korišćenja od strane korisnika. Ukoliko bi ovakav uređaj bio korišćen kao komercijalni proizvod, uputstvo bi moglo da se preuzme sa zvanične web adrese samog proizvođača i/ili bi se dobijalo uz sam proizvod. Naravno svi potrebni parametri bi bili unapred podešeni.

6.1 SIM Kartica

Da bi uređaj bio spreman za rad, potrebno je ubaciti SIM karticu, na predviđeno mesto u GSM modulu. Vrsta SIM kartice nije od značaja za funkcionisanje uređaja. Ukoliko se upotrebljava "Pre Paid" tip kartice, potrebno je samo voditi računa o dopuni kredita i o vremenskom ograničenju trajanja kredita. Posebni zahtevi u vezi odobrenja za korišćenje nisu neophodni obzirom da uređaj koristi isključivo standardne servise mobilnog operatera. PIN kodovi moraju biti isključeni.

6.2 Ugrađene LED indikacije

Ugrađenje LED indikacije koje se mogu videti na samom uređaju su:

Status LED:

- Treperi u ritmu 0,5 sek. uključen - 3 sek. isključen ukoliko je GSM modul prijavljen na GSM mrežu i vitalni parametri GSM modula operativni (SIM kartica, jačina signala itd.)
- Treperi u ritmu 0,5 sek. ukoliko je GSM modul u procesu pronalaženja GSM mreže (prilikom inicijalizacije) ili neki vitalni parametar GSM modula nije operativan
- Isključen kada je GSM modul isključen

Napon LED:

- Indikacija da je pravilno napajan uređaj i da je spreman za rad
- Zelena dioda koja je konstantno uključena

Start LED:

- Na početku je ugašena.
- Nakon 30 sekundi se uključuje i označava da je alarm aktivan i spreman za rad.
- Njeno stanje se menja ukoliko korisnik pozivom aktivira/deaktivira uređaj.

Aktiv LED:

- Crvena dioda koja svojom indikacijom vizuelno signalizira korisniku stanje alarma.
- Njen status se menja iz uključenog u isključen u zavisnosti da li je došlo do pomeraja.
- Direktno je vezana za stanje kada je alarm aktivan i nakon toga sledi poziv korisnika.

6.3. Uputstvo za upotrebu i način funkcionisanja

Uređaj je potrebno priključiti na već postojeći akumulator motocikla, žicama sa ne manjim prečnikom od 1 mm². Uređaj poseduje grecov spoj tako da ne treba obraćati posebnu pažnju na koje klemne se priključuje, bitno je samo da bude ostvaren čvrst kontakt. Nakon pravilnog priključenja napajanja zasvetleće zelena led dioda koja pokazuje da je napajanje pravilno priključeno i da je uređaj spreman za rad.

Nakon 30 sekundi uključuje se narandžasta start dioda što govori da je inspekcija počela i da se od tog trenutka

uređaj nalazi u aktivnom stanju. Ukoliko dođe do neovlašćenog korišćenja motocykla (krađa), alarm poziva korisnika na mobilni telefon čiji je broj prethodno unet u mikrokontrolerski kod i na taj način obaveštava korisnika da je u toku krađa.

Ukoliko sam korisnik želi da upravlja motocyklom potrebno je samo da odbije taj poziv i na taj način se identifikuje kao ovlašćeni korisnik čime daje do znanja alarmnom sistemu da je upoznat sa trenutnim stanjem.

U slučaju da korisnik ne odgovori odbijanjem na prvi poziv, alarmni uređaj ga poziva iznova sve dok korisnik ne odbije poziv i na taj način obavesti alarm da je prihvatio informaciju.

Ovakav postupak je opravdan iz prostog razloga što postoji mogućnost da korisnik nije video ni čuo prvobitno upozorenje.

Kada se korišćenje motocykla od strane korisnika završi, alarmu nije potrebno nikakvo obaveštenje od strane korisnika za ponovnu aktivaciju. Dovoljno je samo da motocykl bude u mirnom stanju tokom 30 sekundi i alarm će se automatski aktivirati.

Ovim se u velikoj meri pojednostavljuje korišćenje, što čini ovaj uređaj pogodnim i jednostavnim za svakodnevnu čestu upotrebu.

Ukoliko korisnik želi da na neko duže vreme deaktivira svoj uređaj dovoljno je samo da pozove broj kartice koja se u njemu nalazi i alarm će preći u neaktivno stanje. Da ne bi došlo do slučajnih neželjenih isključenja dektivacija i aktivacija se može izvršiti samo kada je motocykl u neradnom stanju. Ovim se sprečava da korisnik ni na koji način ne može deaktivirati alarm u toku vožnje.

Potrebno je napomenuti da se alarmni sistem napravljen po ovom projektu može aktivirati/deaktivirati isključivo sa broja telefona koji je unapred definisan u mikrokontrolerskom kodu. Time se sprečava upravljanje uređajem od strane trećeg lica kao i kopije uređaja tj. njegova neovlašćena proizvodnja.

7. ZAKLJUČAK

Alarmni sistem za daljinski nadzor motocykla i kontrolu neovlašćenog pristupa putem GSM mreže se pokazao kao pouzdano i jeftino rešenje. Daljim usavršavanjem moguće je napraviti sistem koji bi predstavljao kvalitetno komercijalno rešenje. Sistem se može izraditi i od SMD komponenti, što bi ga činilo pogodnim za masovnu proizvodnju, jer bi veliki deo proizvodnog procesa mogao biti automatizovan. Automatizacijom proizvodnog procesa bi se u ovom slučaju dobila veća produktivnost i ujednačen kvalitet proizvedenih uređaja.

Ovakav sistem za daljinski nadzor motocykla i kontrolu pristupa putem GSM mreže može imati široke mogućnosti primene, jer je jednostavan za upotrebu i instalaciju. Moguća je upotreba na bilo kojoj tački na Zemlji, gde je dostupna GSM mreža. Najveća mana ovog sistema je to što zavisi od dostupnosti i pouzdanosti GSM mreže, međutim poznato je da se GSM mreža odlikuje velikom pouzdanošću i da je dostupna skoro svuda i skoro u svakom trenutku. Ako se posmatra gruba podela, dalji razvoj sistema bi mogao da se odvija u tri pravca:

- primena na druge tipove vozila, praćenje bitnih parametara.
- industrijske aplikacije, GPRS prenos podataka.
- bezbednosne aplikacije i kontrola pristupa.

Takođe, daljim razvojem softvera i minimalnim izmenama u softverskom smislu moguće je unapređivati uređaj do tačke pogodne za višeserijsku proizvodnju.

8. LITERATURA

- [1] ATmega16 datasheet, Atmel - www.atmel.com
- [2] GM862-GPS hardware user guide - www.telit.com
- [3] LM7805 datasheet, ST microelectronics
- [4] B9778HFP datasheet, ROHM
- [5] Telit AT command reference - www.telit.com
- [6] Telit modules software user guide – www.telit.com
- [7] Six common reasons for power supply instability, Switching Power Magazin, 2006. Comet electronics 2009, katalog elektronskih komponenti - www.comet.co.yu
- [8] Nicholas Kemp, Home automation application guide, CreateSpace 2011.
- [9] John McGowan, Direct digital control: A guide to distributed building automation, Fairmont Pr 1995. god.
- [10] <http://www.mikroe.com/sr/tools/accel/>

Kratka biografija:



Dragan Vlah je rođen 05.08.1987. god. u Novom Sadu. Posle završene osnovne škole upisuje srednju školu ETŠ "Mihajlo Pupin" u Novom Sadu, smer elektrotehničar računara. Srednju školu završava 2006. godine i iste godine upisuje Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek mehatronika, smer mehatronika, usmerenje mehatronika, robotika i automatizacija. Dobija zvanje diplomirani inženjer mehatronike 2011. godine.

RAZVOJ MODULA LUMBALNOG DELA KIČME ZA HUMANOIDNE ROBOTE

LUMBAR SPINE DEVELOPMENT FOR HUMANOID ROBOTS

Marko Penčić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazan je razvoj i predlog rešenja za realizaciju modula lumbalnog (slabinskog) dela kičme sa dva stepena slobode po modulu. Dat je pregled postojećih rešenja konstrukcije kičmenog stuba. Izvršena je analiza problema i postavljenih zahteva. Dat je opis realizovane lumbalne strukture. Predloženo je rešenje za proširenje stepena slobode i izgradnju celokupne kičme.

Abstract – This paper presents the development and solution proposal for modules of lumbar (lumbar) spine elements with two degrees of freedom each. An overview of existing solutions of the spinal column is presented, as well as analysis of the imposed requirements. It is also proposed solution how to increase number of the degrees of freedom and the design of the entire spinal column.

Cljučne reči: Humanoidni robot, lumbalna struktura, modul, kičma, pršljen, diskus, mehanička konstrukcija

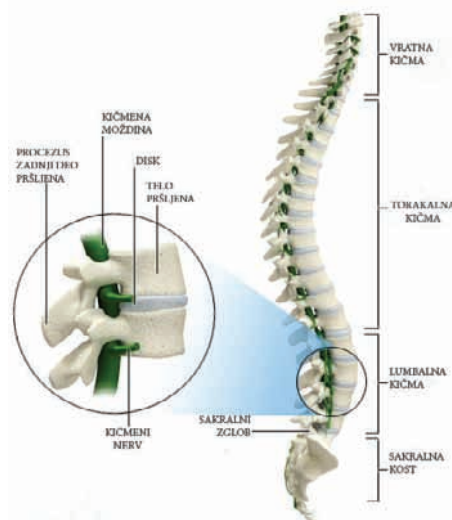
1. UVOD

U okviru republičkog projekta “Razvoj robota kao sredstva za pomoć u prevazilaženju teškoća u razvoju dece” nalaže se potreba za projektovanjem lumbalne kičme, sa akcentom na pokrete lateralne fleksije i rotacije. Ovaj rad se koncentriše na konstrukciju i izgradnju serijski povezane strukture lumbalnog dela kičme sa više stepeni slobode, jer su pokreti robota sa fleksibilnom kičmom mnogo bliži ljudskim pokretima. Zahvaljujući fleksibilnoj kičmi roboti mogu da apsorbuju mehaničke udare i samim tim su sigurniji prilikom fizičkih kontakata sa ljudima ili predmetima [1]. Skoro svi humanoidi koji su napravljeni imaju kruta tela, a njihova pokretljivost je često ograničena i zbog toga neprimodna. Fleksibilnost kičme je neophodna za ostvarivanje pokreta nalik čoveku i za realizaciju dovoljnog i efikasnog broja stepeni slobode u praktične svrhe. Fleksibilnost će biti ključna u sledećim etapama istraživanja humanoida [2].

1.1. Kičmeni stub i njegova pokretljivost

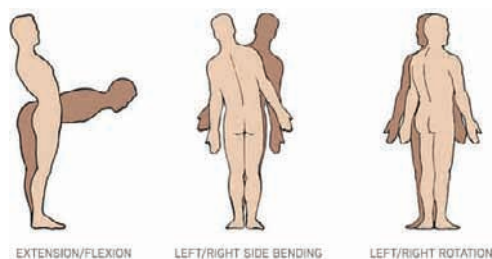
Kičmeni stub ili kičma (*columna vertebralis*) je osnovni deo skeleta i pruža se zadnjom stranom vrata i trupa (slika 1.1) [3]. Kičmeni stub je izgrađen od kostiju, naslaganih jedna na drugu, koje se nazivaju pršljenovi. Pršljenovi nisu međusobno jednaki i razlikuju se. Pokreti kičmenog stuba su omogućeni međupršljenjskim zglobovima i međupršljenjskim kolotovima - diskusima, koji se umeću

između dva susedna pršljena (slika 1.1) [4]. Zahvaljujući elastičnom delu ovih kolotovih omogućene su pokretačke aktivnosti kičmenog stuba i bolja amortizacija.



Slika 1.1 Anatomija kičmenog stuba

U predelu kičmenog stuba mogu se izdvojiti sledeći pokreti (slika 1.2): pregibanje ili fleksija (pokretanje unapred), opružanje ili ekstenzija (unazad), bočno savijanje ili lateralna fleksija (pokretanje levo-desno) i torzija (rotacija).



Slika 1.2 Pokreti kičmenog stuba

Pokretljivost lumbalnog dela kičme u sagitalnoj ravni (bočno) iznosi za pokrete fleksije oko 40°, a pokrete ekstenzije oko 30°. Ukupan pokret lateralne fleksije ili bočnog naginjanja je oko 50°, odnosno po 25° na levu i desnu stranu. Pokreti torzije (rotacije) iznose oko 20°, što iznosi po 10° za svaku stranu [5].

1.2. Pregled zahteva za realizaciju

Za robot koji se razvija u okviru pomenutog projekta potrebno je konstruisati modul lumbalnog dela kičme, pri čemu se zahtevaju pokreti lateralne fleksije i rotacije. Pokreti fleksije i ekstenzije su sekundarnog karaktera, jer se naginjanje tela prema napred do ugla od 45° odvija u zglobovima kukova. Grudni ili torakalni deo kičme biće

NAPOMENA:

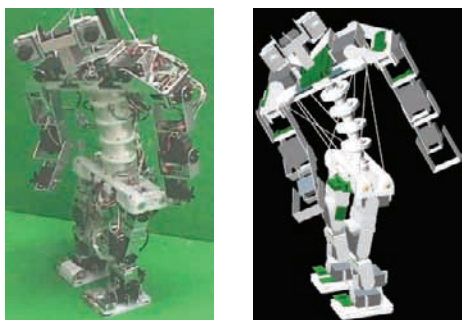
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Branislav Borovac, red.prof.

nepokretan i predviđen je za smeštaj neophodne elektronike, te opseg pokretljivosti lumbalnog dela treba uzeti veći no što je to prethodno opisano. U okviru projekta su postavljeni sledeći zahtevi i ograničenja:

- pretpostavljena masa iznad lumbalnog dela: 25 kg,
- dužina lumbalnog dela: maksimalno 200 mm,
- pokretljivost lumbalnog dela: lateralna fleksija $\pm 30^\circ$, a rotacija $\pm 45^\circ$,
- konstruisati modul zaodravanje ma kojeg položaja bez utroška energije,
- za pogon upotrebiti DC motore (za jedan stepen slobode jedan aktuator) i
- lumbalni deo predstaviti sa više od jednog modula (poželjno sa tri).

2. PREGLED POSTOJEĆIH REŠENJA

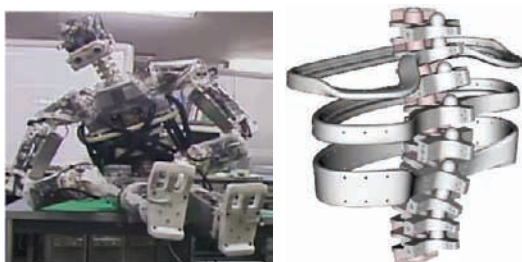
U [1] je prikazan razvoj fleksibilne kičme robota „Cla“ (slika 2.1). Autori predlažu konstrukciju robota sa promenljivom fleksibilnom strukturom trupa, pri čemu se ugrađuje „meka“ kičma u trup. Kičma se sastoji iz pet sfernih zglobova, pri čemu je zbir svih stepena slobode 15. Između svaka dva zgloba nalazi se deo od silikonske gume koji se ponaša kao diskus kod ljudske kičme.



Slika 2.1 Robot „Cla“ – realan prikaz i CAD model

Visina svakog gumenog dela je malo veća nego rastojanje između dva susedna zgloba. Na gornjim i donjim krajevima kičme postoje dva dela, poput ključne kosti i karlice u kojima je smešteno osam motora koji zatežu užad (tetine). Ovakvu strukturu kičme je teoretski nemoguće upravljati, jer je broj stepeni slobode veći nego što to mogu da aktauraju motori.

U [2] je dat razvoj humanoidnog robota „Kenta“ (slika 2.2) sa fleksibilnom kičmom. Konstrukcija kičme ovog humanoida prati osnovnu strukturu ljudske kičme, pri čemu autori nastoje da oponašaju konstrukciju i funkcionalnost kičme u najvećoj mogućoj meri.

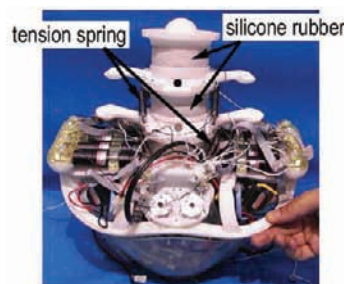


Slika 2.2 Robot „Kenta“ i CAD prikaz kičme

Struktura kičme se sastoji iz 10 sfernih zglobova, pri čemu svaki zglob ima tri stepena slobode. Delovi od koji se sastoje zglobovi mogu se uporediti sa pršljenovima

ljudske kičme. Između svaka dva susedna pršljena nalazi se diskus napravljen od elastične silikonske gume i „ligamenti“ napravljeni od zateznih opruga. Gumeni diskovi vrše pritisak na zglobove, a ligamenti ih zatežu. Pršljenovi su realizovani sa suprotnim nagibima od po 10° , a njihovom kombinacijom je postignut „S“ oblik kičme. Svih 10 zglobova kičme pokreću se posredstvom 40 tetiva koje su opremljene senzorima pritiska. Za pokretanje kičme predviđeno je 40 motora koji su smešteni u ramenom bloku i u kukovima.

U [6] je predstavljen koncept i razvoj humanoidnog robota „Kotaro“ sa fleksibilnom kičmom (slika 2.3). Telo robota je fleksibilno i sastoji se iz višezglobne strukture kičme, delova od silikonske gume i zateznih opruga između zglobova što povećava pokretljivost.



Slika 2.3 Muskulatura fleksibilne kičme „Kotaro“ robota

Fleksibilna kičma se sastoji iz pet sfernih zglobova. Svaki od tri gornja pršljena ima rebra čija je funkcija odvajanje „mišića“ od centra rotacije čime se povećava krak sile, odnosno obrtni moment, kao i da omogući smeštaj neophodnih delova (poput motora i štampanih ploča) u grudni koš. Svaki pršljen ima barem četiri tačke za pričvršćivanje „mišića“, što omogućava pokretanje svakog zgloba nezavisno. Na slici 2.3 prikazani su gumeni diskovi i zatezne opruge ugrađeni u kičmu „Kotaro“ robota. Elastični elementi generišu silu koja se suprotstavlja gravitaciji i i time „pomažu“ aktuatorima. Osim toga, prednost elastičnih elemenata je u ostvarivanju znatne sile u trenutku oslobađanja akumulirane energije.

3. LUMBALNA STRUKTURA

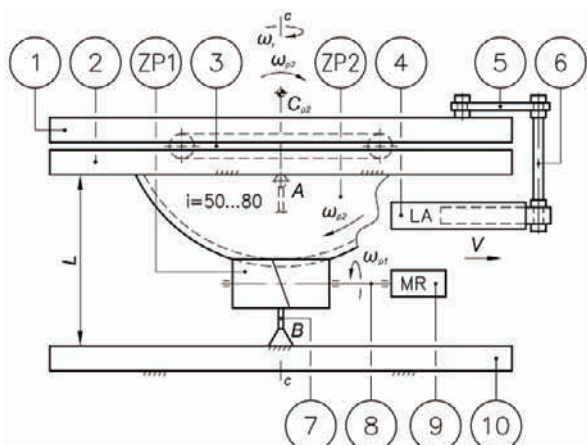
3.1. Izbor rešenja

U toku procesa koncipiranja razmotreno je 16 varijantnih rešenja, i to 12 varijanti lateralne fleksije i 4 varijantna rešenja rotacije. Iz skupa predloženih varijanti, a na osnovu odgovarajućih tehničkih i ekonomskih kriterijuma izabrano je varijantno rešenja koje je prikazano na slici 3.1.

Ploča 1 i međuploča 2 su zapravo delovi aksijalnog ležaja 3, koji je izveden kao radijalni ležaj.

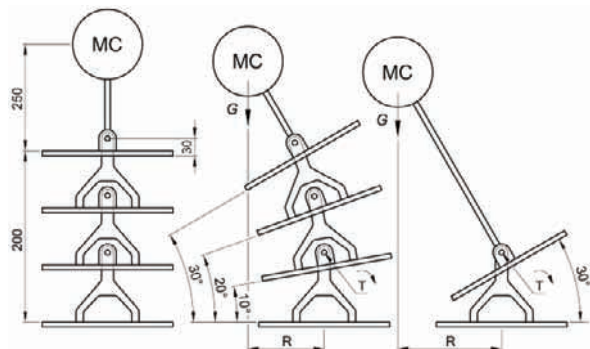
Na taj način dobijen je pouzdan i aksijalno nerastavljiv sklop. Pokreti lateralne fleksije omogućeni su upotrebom pužnog para (na Sl. 3.1 obeležen sa ZP1 i ZP2) koji karakteriše veliki prenosni odnos, dobra upravljačka i regulaciona svojstva, samokočivost (odravanje ma kojeg položaja bez utroška energije), tih i bešuman rad, velika nosivost i pouzdanost u radu, mali gabariti, ali i nizak stepen iskorišćenja. Pokreti rotacije ostvareni su pomoću linearnog aktuatora 4 koji je pozicioniran unutar modula i

posredstvom osovine 6 i poluge 5 vrši zakretanje ploče 1 u odnosu na međuploču 2. Na taj način omogućeni su pokreti rotacije lumbalne strukture.



Slika 3.1 Usvojena koncepcija modula: 1-gornja ploča, 2-međuploča, ZP1-puž, 3-ležaj, ZP2-pužni zupčanik, 4-linearni aktuator, 5-poluga, 6-osovina, 7-nosač, 8-vratilo, 9-motor-reduktor i 10-donja ploča

Na slici 3.2 prikazane su lumbalne strukture nagnute pod uglom od 30° u odnosu na horizontalnu ravan. Prva je predstavljena sa tri modula, pri čemu je svaki modul nagnut, jedan prema drugom, za ugao od 10° , što daje zbir od 30° . Druga je predstavljena sa jednim modulom, nagnutim pod uglom od 30° .

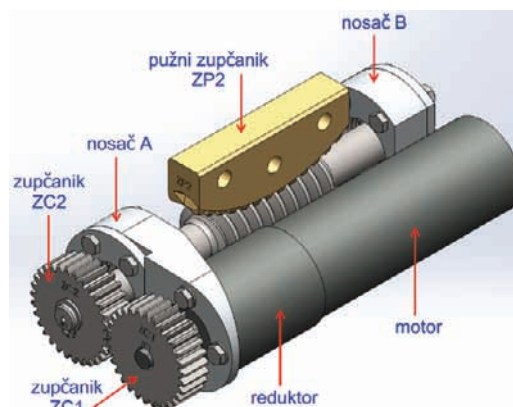


Slika 3.2 Lumbalna struktura, korišćena kao referencaza za dimenzionisanje modula, sa tri i jednim modulom

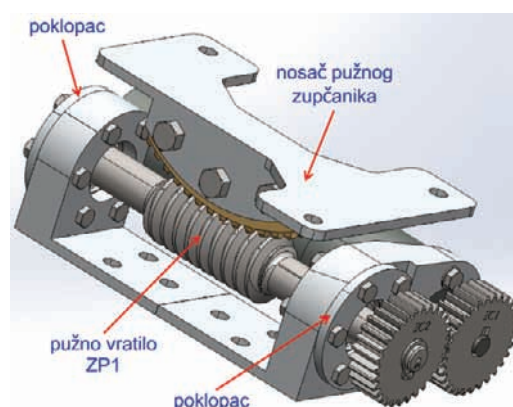
Sa slike 3.2 se može zaključiti da je krak sile veći za lumbalni deo koji je predstavljen sa jednim modulom, a znatno manji ukoliko se lumbalni deo predstavi sa više modula. Upravo u ovoj konstataciji leži odgovor kako postići širi opseg pokretljivosti, odnosno kompaktnu, snažnu i pouzdanu lumbalnu strukturu malih gabarita sa većim brojem modula. Radi dodatnog smanjenja obrtnog momenta potrebnog za pokretanje lumbalne strukture pužni zupčanik je tako projektovan da se koristi samo jedan njegov deo – segment, pri čemu se centar rotacije nalazi znatno iznad modula (slika 3.1).

3.2. Struktura pogona

U pogon predviđen za pokrete lateralne fleksije uvodi se cilindrični zupčasti par (na Sl. 3.3 obeležen sa ZC1 i ZC2), kako bi motor mogao da se smesti paralelno sa pužem. Na slici 3.3 i 3.4 prikazan je pogon lateralne fleksije koji omogućava lateralne pokrete modula od $\pm 10^\circ$.

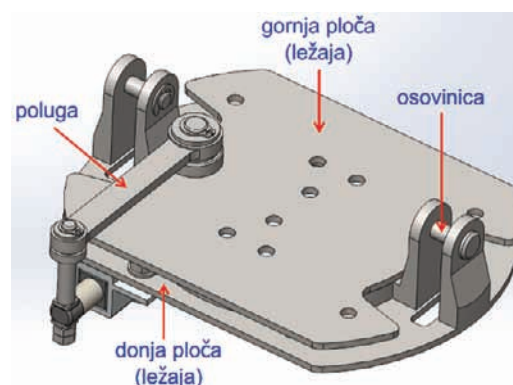


Slika 3.3 Pogon lateralne fleksije

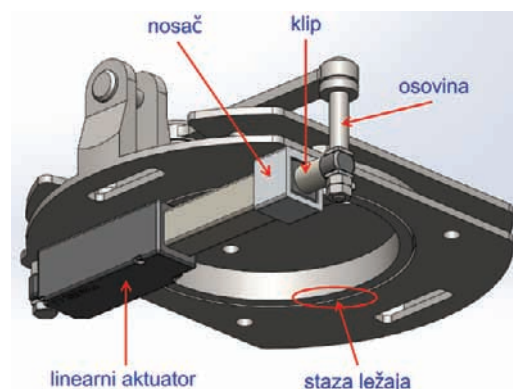


Slika 3.4 Pogon lateralne fleksije

Na slici 3.5 i 3.6 prikazan je pogon za pokrete rotacije lumbalne strukture, gde se gornja ploča zakreće u odnosu na donju ploču, za ugao od $\pm 15^\circ$.



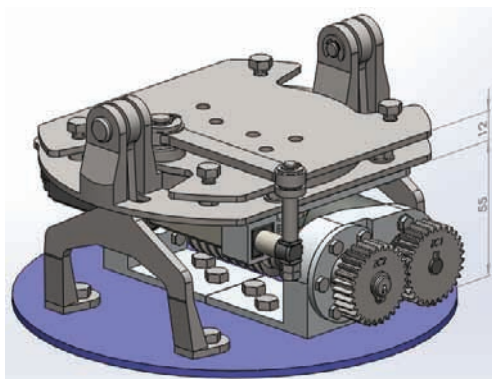
Slika 3.5 Pogon za pokrete rotacije



Slika 3.6 Pogon za pokrete rotacije

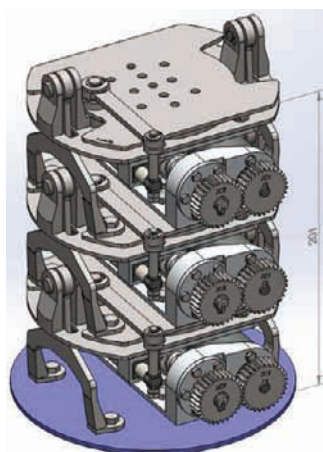
3.3. Modul lumbalne strukture

Na slici 3.7 prikazano je predloženo rešenje modula lumbalne kičme čije dimenzije odgovaraju definisanim.



Slika 3.7 Modul lumbalne kičme

Na slici 3.8 prikazana je lumbalna kičma sa tri modula, čija je ukupna visina 201 mm, prečnik 150 mm, a masa 6 kg (što je 2 kg po modulu). Za ovako prikazanu strukturu izvršena je analiza naponskog stanja metodom konačnih elemenata pri opterećenju masom 25 kg, na rastojanju 250 mm od lumbalne strukture za vertikalni i nagnut položaj (ugao 30°).



Slika 3.8 Lumbalna kičma

Radni naponi se kreću se u granicama od $2,8 \text{ N/mm}^2$ do $15,7 \text{ N/mm}^2$, pri čemu je faktor sigurnosti u opsegu od 73 do 13, zavisno od položaja strukture. Dobijene vrednosti napona su osnovni pokazatelj naponskog stanja strukture i znatno su manji od kritičnih.

S obzirom da je modul projektovan u domenu pretpostavljenih opterećenja, svakako da postoji mogućnost uštede materijala i umanjenje mase i prečnika modula, međutim prostor unutar modula će i dalje biti uslovljen dimenzijama motora-aktuatora. Projektovanom lumbalnom strukturom omogućeni su pokreti lateralne fleksije $\pm 30^\circ$ i rotacije $\pm 45^\circ$, što je i zahtevano. Kičma je opremljena sa šest motora, i to tri motora Maxon RE 30 (snage 60 W) koji uključuje isto toliko planetarnih reduktora Maxon GP 32 C i enkodera Maxon Encoder MR L, i sa tri linearna aktuatora Firgelli L16-50-35-12-S.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu izvršeno je projektovanje modula lumbalnog dela kičme sa dva stepena slobode. Pokreti rotacije ostvareni su upotrebom linearnog aktuatora, a za pokrete

lateralne fleksije upotrebljena su tri prenosnika. Pužnim prenosnikom, pored pokretačkih funkcija, omogućena su dobra upravljačka i regulaciona svojstva modula, relativno velika nosivost i pouzdanost u radu, minimalne dimenzije uz kompaktnost konstrukcije i samokočivost sistema.

Ovom koncepcijom modula, uz odgovarajuće izmene, mogu se ostvariti pored pokreta lateralne fleksije i rotacije, i pokreti ekstenzije i fleksije jednostavnim rotiranjem srednjeg modula (slika 3.8) za ugao od 90° , pri čemu se proširuje broj stepeni slobode, a time i opseg položaja kičme.

Rekonstrukcijom modula i prilagođavanjem pokretima obima 3° do 6° moguće je formirati kompletnu kičmu. Umesto čeličnih trebalo bi upotrebiti mnogo lakše, a jednako čvrste materijale. Vrednost obrtnog momenta koji je najveći za pokretanje poslednjeg (donjeg) modula, bila bi upola manja no što je sada slučaj. Na taj način se može formirati fleksibilna struktura kičme sa 6 do 10 modula, sa promenljivim dimenzijama čime bi se povećala funkcionalnost kičme, a pokreti učinili prirodnijim. Najveća ograničenja u realizaciji takve kičme bile bi dimenzije motora - aktuatora.

5. LITERATURA

- [1] Mizuuchi I., Inaba M. and Inoue H.: "A Flexible Spine Human-Form Robot – Development and Control of the Posture of the Spine –", *Proceedings of the 2001 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 2099–2104, Maui, Hawaii, 2001.
- [2] Mizuuchi I., Tajima R., Yoshikai T., Sato D., Nagashima K., Inaba M., Kuniyoshi Y. and Inoue H.: "The Design and Control of the Flexible Spine of a Fully Tendon-Driven Humanoid "Kenta",", *Proceedings of the 2002 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 2527–2532, Lausanne, Switzerland, 2002.
- [3] Mihalj M.: *Anatomija čoveka*, Educa, Novi Sad, 2001.
- [4] Obradović D., Mijatov-Ukropina Lj. i Stojišić Lj.: *Osteologija za studente medicine*, Zmaj, Novi Sad, 2003.
- [5] Nikolić D.: *Kineziologija*, Autor i Visoka medicinska škola strukovnih studija, Čuprija, 2007.
- [6] Mizuuchi I., Yoshikai T., Sodeyama Y., Nakanishi Y., Miyadere A., Yamamoto T., Niemela T., Hayashi M., Urata J., Namiki Y., Nishino T. and Inaba M.: "Development of Musculoskeletal Humanoid Kotaro", *Proceedings of the 2006 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, pp. 82–87, Orlando, Florida, 2006.

Kratka biografija:



Marko Penčić rođen je u Zaječaru 1984. god., gde 2003. god. završava Tehničku školu i upisuje Tehnički fakultet u Boru, elektromašinski odsek. Po diplomiranju upisuje master studije na Fakultetu tehničkih nauka, odsek mehatronika. Master rad iz oblasti "neindustrijska robotika" odbranio je 2012. god.

**КРЕИРАЊЕ И АНАЛИЗА ОБЛАКА ТАЧАКА ДОБИЈЕНОГ
ФОТОГРАМЕТРИЈСКОМ МЕТОДОМ****CREATING AND ANALYSIS OF POINT CLOUDS OBTAINED BY DIGITAL
PHOTOGRAMMETRY**

Бојана Бановић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГЕОМАТИКА

Кратак садржај – У раду је описан поступак креирања и обраде облака тачака добијеног фотограметријском методом у програму Erdas Imagine. За добијање облака тачака коришћено је девет аерофотограметријских снимака високе резолуције (величина пиксела 10 cm). У програму Terrasolid извршено је упоређење добијеног облака тачака са облаком тачака добијеног ласерским скенирањем.

Abstract – This paper describes the process of creating and processing point cloud obtained by photogrammetric method in Erdas Imagine software. For obtaining the point cloud, nine high-resolution aerial photographs (pixel size 10 cm) were used. Comparison between obtained point cloud and point cloud obtained by laser scanning is done in Terrasolid software.

Кључне речи - Фотограметрија

1. УВОД

У последњих пар деценија фотограметрија се запажено развија и трансформише у дигиталну фотограметрију. [1] Нагло развијање рачунарских система и хардверских компоненти, смањење цена и нагла експанзија софтверских компоненти позитивно је утицала на појаву дигиталне фотограметрије. Употреба рачунара као дигиталне фотограметријске машине (станице) постала је стандардна. Додатни периферни уређаји, као што су скенери и плотери, такође се употребљавају. Напредан начин коришћења дигиталних “алата” и аутоматизација процеса обраде у значајној мери смањује трошкове и редукује време процесирања.

Овакав систем у потпуности је заменио стари начин прикупљања и обраде фотограметријских снимака. Задатак овог рада јесте добијање облака тачака на основу авиоснимака, у програмском пакету Erdas Imagine (LPS, eATE), као и оцена тачности тако добијених података. Подручје за које је вршено авио-снимање је Београд – Славија.

Подручје од интереса покривено је са девет снимака који се међусобно преклапају. Снимање је извршено Intergraph-овом Z/I Imaging DMC digital mapping камером, а просечна висина лета је 1 000 м.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је проф. др Миро Говедарица.

По извршеном снимању измерено је десет контролних тачака у Гаус Кригеровој пројекцији.

Оцена тачности се врши упоређивањем висина облака тачака добијених аерофотограметријским снимањем и облака тачака истог подручја добијеног ласерским скенирањем.

2. ТЕХНОЛОШКЕ ОСНОВЕ

Основ за аерофотограметрију је пар снимака, добијених снимањем из летелице аналогном или дигиталном камером, који се међусобно преклапају. За потребе одређивања иницијалне оријентације користе се глобални позициони и инерцијални системи. На овај начин обезбеђују се подаци за фотограметријску обраду.

2.1. Фотограметрија

Фотограметрија је уметност, наука и технологија добијања поузданих информација о физичким објектима и околини кроз процес снимања, мерења и интерпретације фотографских снимака. Слика објекта се ствара тако што се део рефлектованих електромагнетних таласа “хвата” одговарајућим сензорима и складишти на одређен начин. Најједноставнији пример коришћења фотограметрије био би одређивање дужине између две тачке на снимку мерењем дужине, уколико је позната размера снимака. Фотограметрија се дели на:

- Блископредметну фотограметрију;
- Аерофотограметрију;
- Дигиталну фотограметрију;
- Аналогну и аналитичку фотограметрију;
- Стереофотограметрију;
- Монофотограметрију.

2.2. Фотограметријске камере

Камере које се користе у фотограметријском снимању се деле на основу технологије, типа снимка, области примене и конструкције, према методологији и оригиналној намени, те према дефиницији и унутрашњој оријентацији.

2.2.1. Аналогне камере

Код аерофотограметријске методе снимања за потребе картографије и интерпретације дуго времена као основне коришћене су аналогне камере (Слика 1) великих димензија формата 23 x 23 cm (9 x 9 инча).

Овакве камере су дизајниране посебно за употребу у авионима. Већина авиокамера су фрејм камере код којих је фрејм изложен кроз објектив који је фиксиран релативно у односу на жијну раван камере. Оне “хватају” фотографије фрејм по фрејм, што значи да је свака слика добијена као појединачна слика, а одговара једној површини снимања пројектованој на фокалну плочу у тренутку експонирања. Ова површина дефинише формат камере који варира у димензијама и облику, а зависи од дизајна камере. [2]



Слика 1: Аналогна фрејм камера Leica RC10

2.2.2. Дигиталне камере

Дигиталне фотографије се добијају коришћењем фамилије инструмената који могу систематски видети делове земљине површи, те распознати фотоне који се рефлектују. Елементи који чине дигиталну фотографију познати су као пиксели. Једну фотографију могу да сачињавају милиони пиксела поређаних у пикселску матрицу, а невидљиви су за људско око.[3] Пример дигиталне камере је Digital Mapping Camera (Слика 2).



Слика 2: Digital Mapping Camera (DMC)

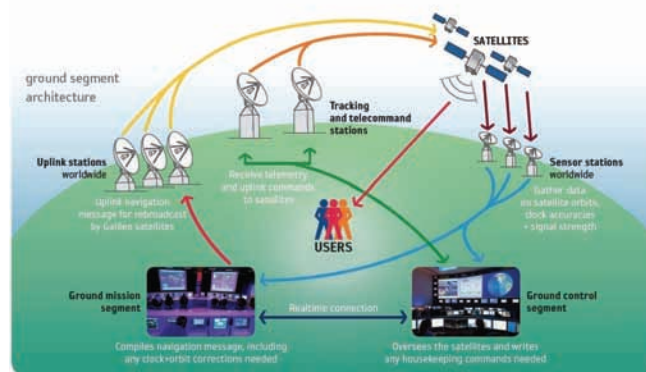
Дигиталне камере користе детекторе који су позиционирани на фокалној равни и служе за “хватање” електронског записа слике. Ови детектори су осетљиви на светлосне супстанце које генеришу електронске импулсе при прихватању слике кроз објектив дигиталне камере. Дакле, слика се креира од матрице осветљења, која је пропорционална јачини електронских импулса који стижу до фокалне (фокусне) равни.

2.3. Концепт Глобалног позиционог система

Глобални позициони систем (ГПС) је првобитно развијен у Сједињеним Америчким Државама (САД) за војне потребе. Развојем технологије прерастао је у комерцијални систем који се користи на светском нивоу.

Састоји се од три сегмента (Слика 3):

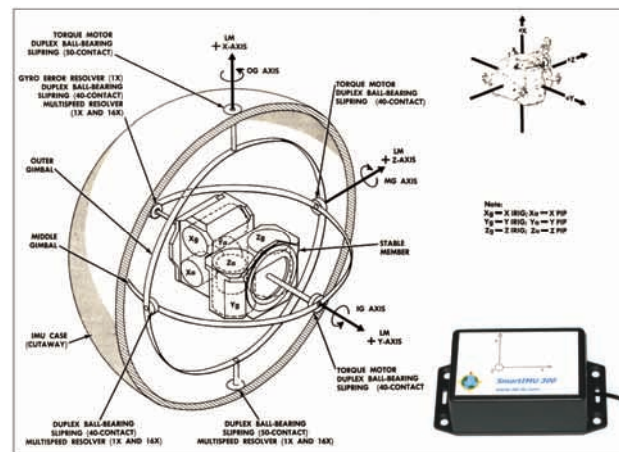
1. Космички
2. Контролни
3. Кориснички



Слика 3: ГПС сегменти

2.4. Концепт инерцијалног система

Инерцијални систем за навигацију (Слика 4) развијен је за потребе навигације летелица или бродова. Инерцијална навигација може бити дефинисана као одређивање путање покретних објеката у реалном времену користећи сензоре засноване на Њутновом закону гравитације. У суштини, овај закон описује динамику тела у инерцијалном референтном систему. Уколико не постоје спољне силе тело ће остати у стању мировања или у форми праволинијског кретања. Уколико постоје спољне силе убрзање је директно пропорционално сили деловања. На основу мерења убрзања може се одредити растојање и позиција објекта. У зависности од степена слободе, сет од три акцелометра се најчешће користи за мерење линеарног убрзања у три димензије. Ово омогућава тродимензионално позиционирање возила. [4].



Слика 4: Инерцијални систем за навигацију

3. ОБРАДА ПОДАТАКА

Као што је већ речено, обрада података аерофотограметријског снимања извршена је за подручје Славије.

Циљ обраде јесте добијање и класификација облака тачака из фотограметријских снимака и упоређење добијених резултата са облаком тачака истог подручја добијених ласерским скенирањем.

Улазни подаци неопходни за обраду су:

- Аерофотограметријски снимци
- Фајл са координатама пројекционих центара и подацима потребним за иницијалну спољну оријентацију
- Потврда о калибрацији камере са подацима унутрашње оријентације
- Контролне тачке
- Фајл са подацима у тренутку експонирања
- Подаци експортирани из IMU уређаја

Након извршеног аерофотограметријског снимања прешло се на процес обраде добијених снимака и добијања облака тачака.

Обрада се вршила у софтверским пакетима који су намењени овој врсти обраде. Један од софтвера је Erdas Imagine са додацима:

- Leica Photogrammetry Suite
- eATE

4. ЛАСЕРСКО СКЕНИРАЊЕ

Ласерско скенирање из ваздуха је једна од метода даљинске детекције за прикупљање података без непосредног контакта са објектом за дигитално моделирање терена. Ласерско скенирање обезбеђује велике сетове података у дигиталном облику, што је услов за квалитетно описивање тродимензионалних својстава реалних објеката.

Ова метода је почела да се примењује почетком деведесетих година двадесетог века, а у протеклих десетак година се афирмисала и као аутоматизована и ефикасна метода прикупљања просторних података. Ова технологија се назива LIDAR (Light Detection And Ranging) или ALS (Airbone Laser Scanning), а користи ласерску светлост за одређивање растојања од сензора до објекта у простору.

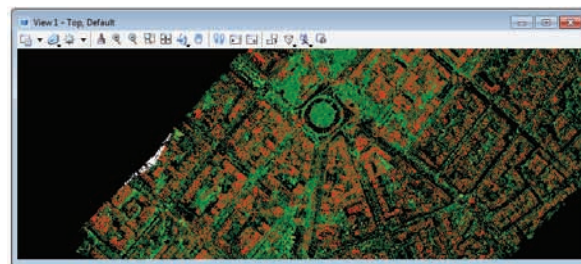
LIDAR се, поред одређивања поларних координата, користи и за праћење физичких процеса у атмосфери.

6.1. Обрада облака тачака

Авионско ласерско скенирање је извршено паралелно са аерофотограметријским снимањем.

Добијени облаци тачака, ласерском методом и фотограметријском обрадом упоређени су ради добијања оцене тачности.

Пре саме оцене неопходно је оба облака тачака ишчистити, извршити класификацију (Слика 5) и креирати дигиталне моделе терена.



Слика 5: Класификација тачака

7. ОЦЕНА ТАЧНОСТИ

Контролом квалитета треба показати колика је постигнута тачност интерполованих висина из облака тачака добијеног фотограметријском методом. Контрола квалитета се врши упоређивањем висина контролних тачака добијених интерполацијом облака тачака ласерског скенирања и висина тачака добијених фотограметријом.

Предуслов за рачунање оцене тачности је да су контролне тачке одређене са већом тачошћу од очекиване тачности интерполованих висина.

За рачунање оцене тачности користе се следеће формуле:

$$\Delta_i = Z_i^T - Z_i^I, i = 1 \dots n$$

Где је:

Z_i^T - дата висина контролне тачке

Z_i^I - висина тачке добијене интерполацијом

n - број контролних тачака

На основу ових формула могу се добити следећи статистички подаци:

- средње одступање:

$$\bar{\Delta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_i$$

- просечно одступање:

$$\Delta_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\Delta_i|$$

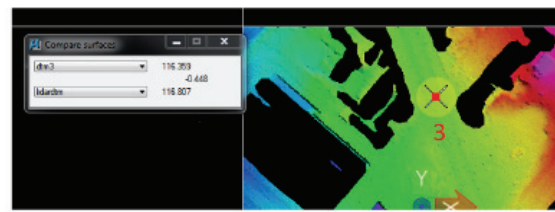
- средња квадратна грешка:

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2 / n - 1}$$

- стандардна девијација:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\Delta_i - \bar{\Delta})^2 / n - 1}$$

За рачунање оцене тачности подручја Славије узето је 30 тачака, које су упоређене у TerraModeler-y (Слика 6).



Слика 6: Пример упоређења тачака

На основу контролних тачака добија се следеће:

- средње одступање је 0.33 m;
- просечно одступање 0.33 m;
- средња квадратна грешка 0.42 m;
- стандардна девијација 0.24 m.

5. ЗАКЉУЧАК

У овом раду приказана је процедура за аутоматизовано добијање облака тачака из фотограметријских снимака, обрада облака тачака, те упоређење са облаком тачака добијеним авионским ласерским скенирањем.

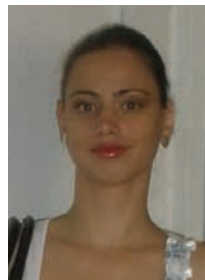
Обрада добијеног облака тачака је вршена у апликацији TerraSolid која је намењена за обраду података добијених ласерским скенирањем. Алгоритми које ова апликација користи нису намењени за обраду облака тачака добијених фотограметријском методом. Примена ових алгорита на добијеном облаку тачака је показала да се не може извршити квалитетна класификација земље, а самим тим није било могуће креирати квалитетан дигитални модел терена. Из овог се може закључити да оцена тачности није могла дати добре резултате.

Коначан закључак је да је још увек веома тешко постићи велику тачност обрадом облака тачака добијеног фотограметријском методом. Напредком технологије биће могућа једноставнија и тачнија обрада ових података.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Kasser, M. и Egels, Y., Digital Photogrammetry, CRC Press, 2001.
- [2] Др Говедарица М., Фотограметрија и даљинска детекција, http://ccd.uns.ac.rs/aus/gis2/Fotogrametrija_DD.htm
- [3] Sandau, R., Digital Airbone Camera, Springer, 2010
- [4] Wolf, P., DeWitt, B., Elements of Photogrammetry with Applications, McGraw-Hill Science, 2000

Кратка биографија



Бојана Бановић је рођена у Љубљани 1985. године. Дипломски – Мастер рад на Факултету техничких наука из области Геодезије и геоматике – Геоматика одбранила 2012. године.

EKSPROPRIJACIJA ZA POTREBE IZGRADNJE AUTOPUTA BANJA LUKA - DOBOJ
EXPROPRIATION FOR THE CONSTRUCTION OF THE HIGHWAY BANJA LUKA-DOBOJ

Vojin Gavrić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - GEODEZIJA I GEOMATIKA

Kratak sadržaj - U radu je razmatrana problematika fenomena eksproprijacije, sa konkretnim primjerom eksproprijacije za potrebe izgradnje autoputa Banja Luka - Doboj.

Abstract - This paper emphasizes the phenomenon of expropriation, with the specific example of expropriation for the construction of the highway Banja Luka - Doboj.

Ključne riječi: eksproprijacija, autoput

1. UVOD

Pravo vlasništva je najšire zaštićeno posjedovanje, korišćenje i raspolaganje nekom stvari u skladu sa njenom prirodom i namjenom, tako da je međunarodno-pravnim aktima, kao i državnim zakonodavstvima, predviđeno kao jedno od osnovnih prava sa visokim stepenom zaštite.

Međutim, ovo pravo nije neograničeno i na njega se može uticati, ukoliko društvena zajednica smatra da je to potrebno. Zato se u nekim slučajevima mogu izgraditi ceste, željezničke pruge, brane, bolnice, škole, kao i ostali objekti koji su od opšteg društvenog interesa.

Za potrebe izgradnje autoputa Banja Luka-Doboj potrebno je prethodno eksproprijisati nepokretnosti, a da bi se eksproprijacija uspješno sprovedla potrebno je izvršiti geodetske radove i riješiti imovinsko-pravne odnose duž trase autoputa.

Za područje kroz koje prolazi trasa autoputa Banja Luka-Doboj u službenoj upotrebi je katastar zemljišta, uspostavljen na osnovu podataka novog premjera.

2. ISTORIJSKI RAZVOJ INSTITUTA EKSPROPRIJACIJE

Eksproprijacija nepokretnosti nije tvorevina savremenog društva, ona je postojala i ranije. Istorijski posmatrano, eksproprijacija ima korijene još u sumerskom pravu kada je sumerski kralj Ahab ponudio izvjesnom Nabothu naknadu za oduzimanje njegovog vinograda. Eksproprijacija kao pravni institut postojala je i u rimskom pravu, a isto tako i u srednjem vijeku. Savremena ideja eksproprijacije javlja se u toku XVII vijeka u školi prirodnog prava u djelima Huga Grotiusa i Samuela Pufendorfa. Kao početak uvođenja instituta eksproprijacije u sadašnjem značenju može se smatrati odredba člana 17. francuske Deklaracije o pravima čovjeka i građanina iz 1789. godine koja je i službeno priznala vlasnicima pravo na naknadu za oduzetu imovinu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Milan Trifković, red. prof.

Do potpunijeg uređenja došlo se Napoleonovim zakonima o eksproprijaciji 1810. godine, dok su Sjedinjene Američke Države uvele institut eksproprijacije Petim amandmanom na njihov Ustav 1791. godine.

Savremena kapitalistička država se sve naglašenije javlja kao nosilac „opšteg interesa”, uz sve češće ustavne i političke proklamacije da privatna svojina treba da služi opštem dobru. Na ovakvoj političkoj filozofiji kapitalističkih država sprovode se ne tako mala ograničenja korišćenja i upotrebe privatne svojine, do mjera za koju se može reći da se izjednačava sa faktičkom eksproprijacijom nepokretnosti. [1]

3. ZAKON O EKSPROPRIJACIJI REPUBLIKE SRPSKE

Zakon o eksproprijaciji (Službeni glasnik Republike Srpske: 112/ 06) je objavljen 23. novembra 2006. godine, a stupio je na snagu 1. decembra 2006. godine. Danom stupanja na snagu tog zakona prestao je da važi raniji Zakon o eksproprijaciji iz 1996. godine sa izmjenama i dopunama. Ovim zakonom su uređeni uslovi, način i postupak eksproprijacije nepokretnosti za izgradnju objekata od opšteg interesa, odnosno izvođenje radova od opšteg interesa. Pored navedenog Zakon sadrži i detaljne odredbe o planskoj i drugoj dokumentaciji.

Prema Zakonu o eksproprijaciji Republike Srpske, eksproprijacija je oduzimanje ili ograničenje prava vlasništva na nepokretnostima uz pravičnu naknadu. Pravična naknada ne može biti niža od tržišne vrijednosti nepokretnosti. Predmet eksproprijacije su nepokretnosti u vlasništvu fizičkih i pravnih lica.

4. EKSPROPRIJACIJA-TEORIJSKE OSNOVE

Korisnik eksproprijacije može biti samo Republika Srpska i jedinica lokalne samouprave (opština i grad).

Nepokretnost se može eksproprijisati kod izvođenja ili izgradnje objekata ekonomske infrastrukture, saobraćajne, telekomunikacijske, vodoprivredne, energetske, objekata za potrebe vojske, objekata za zaštitu od elementarnih nepogoda, istraživanja i eksploatacije rudnog i drugog bogatstva. Izuzetno se nepokretnost može eksproprijisati za potrebe stambene i poslovne izgradnje, i za uređenje zemljišta za te potrebe.

Do eksproprijacije može doći nakon što se utvrdi opšti interes za izgradnju objekta. Vlada Republike Srpske donosi Odluku o utvrđivanju opšteg interesa na osnovu prijedloga podnijetog od strane korisnika eksproprijacije i pribavljenog mišljenja skupštine jedinica lokalne samouprave na čijoj teritoriji se grade ili izvode radovi, u skladu sa odgovarajućim planskim aktom, koja se objavljuje u „Službenom glasniku”.

Kada je u pitanju stambena izgradnja i utvrđivanje zemljišta za te potrebe, na području za koje je donesen regulacioni plan ili urbanistički projekat, smatra se da je opšti interes utvrđen tim planom. Takođe, smatra se da je opšti interes utvrđen ukoliko je posebnim zakonom propisano da je izgradnja određenih objekata ili izvođenje radova od opštih interesa.

Korisnik eksproprijacije dužan je da uz prijedlog priloži plan eksproprijacije i uslove uređenja prostora. Plan eksproprijacije se izrađuje u skladu sa prostornim planom. Uz njega se prilažu i podaci o vlasnicima čija se nepokretnost ekspropriše.

Predviđena je i obaveza izlaganja plana eksproprijacije na javni uvid u trajanju od 15 dana, kao i mogućnost davanja primjedbi ogranu koji je utvrdio uslove uređenja.

Uslovi uređenja prostora mogu da se izmijene prihvatanjem primjedbi, nakon čega se donosi konačan plan eksproprijacije i obavještenje o tome koje se objavljuje u službenom glasilu jedinice lokalne samouprave.

U slučaju da za područje za koje se predlaže eksproprijacija postoji sprovediv urbanistički plan, plan eksproprijacije nije potreban.

Aktom o utvrđivanju opšteg interesa Vlada određuje i korisnika eksproprijacije. Ovaj akt je vremenski ograničen na rok od dvije godine od dana njegovog donošenja. Protiv ovog akta nije moguće pokrenuti upravni spor [3].

5. GEODETSKI RADOVI I POSLOVI RJEŠAVANJA IMOVINSKO-PRAVNIH ODNOSA U POSTUPKU EKSPROPRIJACIJE ZA POTREBE IZGRADNJE AUTOPUTA BANJA LUKA-DOBOJ

U cilju što efikasnije realizacije poslova sačinjen je plan aktivnosti sa dinamikom njegove realizacije. Prilikom izrade ovih dokumenata maksimalno se vodilo računa da se izvrši optimizacija realizacije svake od pojedinih aktivnosti i to uzimajući u obzir sledeće aspekte:

- vremenski (optimizacija dinamike izvođenja radova),
- sinhronizacija realizacije pojedinih aktivnosti (međusobno usklađivanje dinamike realizacije pojedinih aktivnosti),
- vremenski u smislu meteoroloških uslova (terenski radovi su trebali biti realizovani najvećim dijelom u periodu zime, što je u svakom slučaju otežavajuća okolnost ako se uzme u obzir priroda i karakter geodetskih mjerenja - precizni instrumenti osjetljivi na vremenske uslove i sl.) i
- ekonomski (da poslovi budu realizovani sa što manjim troškovima) itd.

Ovde se odmah može uočiti da je nemoguće maksimalno optimizovati jedan aspekt (npr. vrijeme izvođenja u smislu brzine realizacije aktivnosti), a da se ne naruši optimalna vrijednost drugog aspekta (npr. troškovi). U skladu s navedenim pokušalo se višekriterijumski optimizovati realizacija svake od pojedinih aktivnosti, tako da su u postupku realizacije poslova učestvovali kako Republička uprava za geodetske i imovinsko-pravne poslove (u daljem tekstu Uprava), tako i angažovane privatne geodetske organizacije, a u zavisnosti od procjene u datom momentu u smislu što efikasnije realizacije posla.

5.1. Digitalizacija katastarskih planova

Da bi eksproprijacioni pojas bio što bolje prilagođen situaciji na terenu i konačno da bi imovinsko-pravni odnosi bili što brže i efikasnije riješeni, bilo je potrebno da se odmah po dobijanju preliminarne trase autoputa Banja Luka-Doboj pristupi realizaciji projekta „Digitalizacija planova katastarskih opština kroz koje prolazi trasa autoputa Banja Luka-Doboj”.

Izvođenje predviđenih poslova vršiće se po sledećoj proceduri:

1. Preuzimanje katastarskih planova i drugih neophodnih podataka iz područne jedinice,
2. Skeniranje, georeferenciranje katastarskih planova i kontrola parametara transformacije,
3. Formiranje radilišta (projekta),
4. Formiranje granice katastarske opštine,
5. Unos tačaka geodetske osnove,
6. Vektorizacija sadržaja katastarskih planova,
7. Kreiranje površina parcela, objekata i dijelova parcela,
8. Interna kontrola digitalizacije,
9. Pregled baze od strane lica zaduženog za nadzor i postupanje po uočenim primjedbama,
10. Predaja baza DKP-a i projekta izvedenog stanja (tehničkog izvještaja) i
11. Kontrola i verifikacija

Izvođač radova pismenim putem traži postojeće planove i drugu dokumentaciju od Područne jedinice. U tom smislu stavljaju mu se na raspolaganje sledeći podaci:

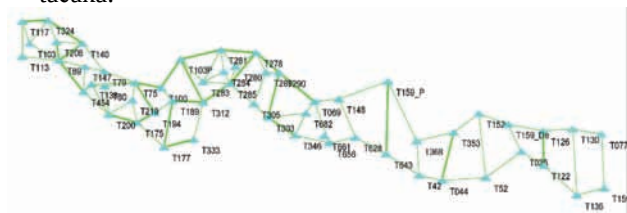
- analogni ili skenirani katastarski planovi,
- pregledna skica podjele na listove detalja,
- već digitalizovane granice susjednih katastarskih opština,
- koordinate stalnih geodetskih tačaka,
- koordinate međnih tačaka (ako postoje),
- postojeće podatke katastarskog plana u digitalnom obliku,
- dodatni materijal za ažuriranje i ispravke:
 - fotokopije i skice premjera,
 - spiskove promjena i
 - ostali potrebni podaci,
- katastarski operativni predmetni katastarskih opština u elektronskom obliku. [2]

Utvrđeno je da je ukupna površina koju treba digitalizovati 21587 ha i da su svi planovi u razmjeri 1:2500. Nakon što su prikupljeni ovi podaci urađen je projektni zadatak za digitalizaciju.

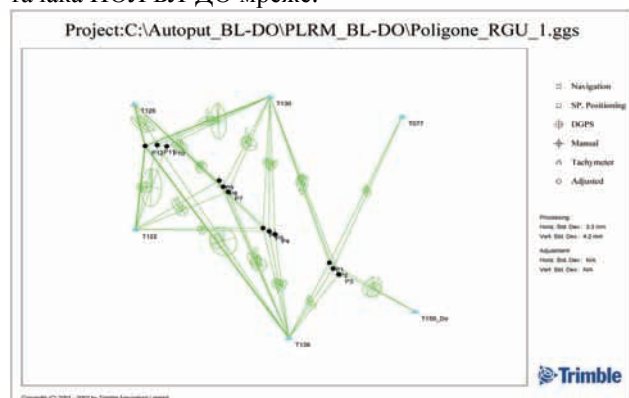
S obzirom na hitnost realizacije projekta, odlučeno je da se kroz pregovarački postupak ugovori realizacija dijela projekta sa privatnom geodetskom firmom Prosan-Geoastor i to za nedigitalizovane dijelove opština: Laktaši, Prnjavor i Derventa ukupne površine 12137 ha. Odjeljenje za informacioni sistem Uprave je već od 16.12.2008. angažovalo sve svoje ljudske, hardverske i softverske kapacitete na preuzimanju, skeniranju i georeferenciranju planova, kao i na digitalizaciji preostalog, nedigitalizovanog dijela kroz opštinu Doboj, ukupne površine 9450 ha. Utvrđeno je da rok za završetak projekta bude kraj januara 2009. i da već početkom februara budu donesena rješenja o stavljanju u službeni upotrebu baza digitalnih katastarskih planova za nabrojene katastarske opštine.

5.2. Geodetska osnova

- Analiza stanja postojeće geodetske osnove (otkrivanje tačaka trigonometrijske mreže duž trase u pojasu od 5 km lijevo i desno od projektovane trase autoputa),
- Realizovana je Prostorna lokalna referentna GPS mreža (PLRM BL-DO) od 56 poznatih trigonometrijskih tačaka (slika 1.),
- Određeni su parametri transformacije između sistema WGS84 i državnog koordinatnog sistema i
- Realizovana je poligonska mreža (POL BL-DO), tako što je na svakih 1.5 km trase izvršena stabilizacija 3 poligonske tačke na prosječnom međusobnom rastojanju od 150 do 250 m, što na dijelu trase na kome je radove izvodila Uprava čini ukupno 60 poligonskih tačaka.



Таčke полигонске мреже су одређене у WGS84 систему методом глобалног позиционирања, ослањањем на таčke PLRM BL-DO. Обрада података је вршена по данима опажања (слика 2.), тако да су рачунања извршена за сваки од четири дана колико су трајала опажања тачака ПОЛ БЛ-ДО мреже.



Pomoću parametara transformacije izvršena je transformacija koordinata tačaka iz elipsoidnog WGS84 sistema u ravanski sistem Gaus-Krigerove projekcije gdje su maksimalna odstupanja po koordinatnim osama X i Y iznose oko 20 cm, dok maksimalna visinska odstupanja iznose oko 17 cm. Analizirajući dobijene rezultate, može se konstatovati da nam ova odstupanja ukazuju na činjenicu da je postojeća trigonometrijska mreža koja je realizovana u prethodnom periodu određena sa relativno visokom tačnošću i pored činjenice da PLRM BL-DO čine tačke 5 različitih trigonometrijskih srezova i da se mreža prostire na dužini od oko 63 km.

- Stvoreni su preduslovi za izvođenje GPS mjerenja i računanje koordinata u državnom koordinatnom sistemu u jednom homogenom transformisanom koordinatnom sistemu duž cijele projektovane trase autoputa Banja Luka-Doboj i
- Izbjegnuta je mogućnost pojavljivanja „rascjepa” na granicama transformacionih polja.

5.3. Prenos konačnog pojasa eksproprijacije na teren

Dužina projektovanog autoputa iznosi 72 064 m.

[illegible]

Projektom su predviđeni sledeći radovi:

- Prenosanje granice kompleksa eksproprijacije,
- Snimanje granične linije eksproprijacije i
- Izrada terenskog elaborata.

Prenošenje na teren granice kompleksa eksproprijacije vršiće se na osnovu urbanističko tehničkih uslova ili plana parcelacije.

Prenošenje na teren granice kompleksa eksproprijacije izvršiti na sledeći način:

- izvršiti prenošenje i obilježavanje lomnih tačaka linije eksproprijacije i
- izvršiti obilježavanje presjeka linije eksproprijacije sa granicom parcela

Kao biljege za obilježavanje međnih linija zemljišta i objekata mogu se upotrebiti:

- betonski stub dimenzija 10x10x40 cm i
- gvozdeni klin dužine 10 cm, prečnika 2 cm, ugrađen u stenu, beton i sl.,

5.4. Priprema podataka za potrebe utvrđivanja opšteg interesa

U postupku pripreme podataka potrebnih za utvrđivanje opšteg interesa izvršeno je sledeće:

- izdavanje prepisa posjedovnih listova i dostavljanje istih Pravobranilaštvu RS (1791 posjedovni list),
- identifikacija parcela novog i starog premjera (2763 parcele) i
- na zahtjev Pravobranilaštva RS izrada Prijedloga Odluke o utvrđivanju opšteg interesa i dostavljanje iste Vladi RS na usvajanje.

5.5. Kancelarijski radovi

U periodu od 01.04.2009 god do 15.04.2009 god. a u cilju provođenja promjena u katastru zemljišta i zemljišnoj knjizi izvršena je obrada terenskih podataka dobijenih uviđajem na licu mjesta, odnosno izvršeno je sledeće:

- kartiranje i iscrtavanje snimljenih promjena na DKP-u (novi premjer) i na planovima austrijskog premjera(stari premjer),
- računanje površina katstarskih parcela,
- identifikacija parcela novog i starog premjera,
- izrada prijavnih listova A,B i C,
- dostavljanje prijavnih listova A sa kopijama katastarskog plana nadležnim osnovnim sudovima-zemljišnoknjižnim kancelarijama na provođenje,
- provođenje promjena u katastarskom operatu katastra zemljišta na osnovu prijavnog lista B,
- dostavljanje prijavnog lista C komisijama za rješavanje imovinsko pravnih odnosa i
- izdavanje prepisa posjedovnih listova Pravobranilaštvu RS potrebnih za podnošenje prijedloga za eksproprijaciju.

Utvrđene količine potrebne za obračun naknade, a koje se odnose na kancelarijske poslove:

- dužina linije eksproprijacije 162 566 m,
- broj posjednika 2369,
- broj posjedovnih listova u promjeni 1791,
- broj parcela starog stanja 2763 i
- broj parcela novog stanja 6577.

5.6. Rješavanje imovinsko-pravnih odnosa

Na dionici puta autoputa Banja Luka-Doboj, postupak rješavanja imovinsko-pravnih odnosa vođen je u 1650 predmeta, u periodu od 15.04. do 26.06.2009. godine, među kojima je bilo potpune eksproprijacije nekretnina sa objektima, a ostalo je bilo građevinsko, poljoprivredno i šumsko zemljište.

U postupku eksproprijacije učestvovala je 21 Komisija u sastavu od: diplomiranog pravnika, geometra i zapisničara, a u svim predmetima, u cilju utvrđivanja činjeničnog stanja i donošenja pravilne i na zakonu zasnovane odluke korištena je stručna pomoć vještaka različitih struka (agronoma, građevinaca, saobraćajaca, ekonomista i sl.). S tim u vezi u nekim predmetima rasprave su održavane i po nekoliko puta. Sve ove radnje odvijale su se na terenu pod otežanim atmosferskim prilikama i veoma često protivljenjima vlasnika eksproprijisanih nekretnina, a to sve je iziskivalo određene troškove postupka raspravljanja navedenih imovinsko-pravnih odnosa.

Prema odredbama Zakona o opštem upravnom postupku, a u vezi Zakona o eksproprijaciji, troškove postupka

eksproprijacije snosi korisnik, u ovom slučaju Republika Srpska. U cilju preciznijeg regulisanja ovih troškova i eventualne refundacije istih Upravi, voditelji postupka donijeli su zaključke o troškovima organa i stranaka u svakom pojedinačnom slučaju, a koji troškovi se odnose na posebne izdatke u gotovom novcu organa koji vodi postupak, kao što su putni troškovi službenih lica, izdaci za svjedoke, prevodioce, uviđaj, oglase i sl., a koji su nastali provođenjem postupka eksproprijacije. Ti troškovi određeni su po 150,00 KM po jednom predmetu iako u pojedinim predmetima izdaci organa prelaze ovaj iznos. U sjedištu Uprave djelovalo je Koordinaciono tijelo na čelu sa direktorom, pomoćnicima Sektora i Načelnikom odjeljenja za eksproprijaciju, čija je uloga bila da svako u svom resoru prati efikasno izvršavanje ovog posla, na način pružanja tehničke i stručne pomoći komisijama na terenu, što je svakako rezultiralo dobrim uspjehom.

U ovom postupku bili su angažovani radnici iz većeg broja Područnih jedinica od Trebinja do Kneževa za koje je plaćan hotelski smještaj, dnevnice, korištenje službenih automobila, mobilni telefoni u cilju svakodnevne komunikacije sa sjedištem Uprave, te ishrana i sl. Poslovi do faze donošenja prvostepenog rješenja završeni su do 26.06.2009. godine, a nakon toga su u toku postupci sporazumnog određivanja naknade po pravosnažnim rješenjima.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazan je cjelokupan postupak eksproprijacije, od terenskih radova, obrade podataka i pripreme za sprovođenje promjena u službama za katastar nepokretnosti. Ovaj projekat je urađen prema Zakonima koji su važili u tom trenutku. Pored uspješnih eksproprijacija često se javljaju primjeri problematičnih eksproprijacija.

Problemi u toku eksproprijacije uglavnom su nezadovoljni vlasnici zemljišta visinom određene nadoknade i dinamikom isplate novca koji uglavnom kasni. Građani često ne dozvoljavaju početak radova sve dok ne budu isplaćeni jer su dosta puta bili svjedoci samo obećanja.

Za eksproprijaciju je najvažnije dobra priprema i organizacija gdje bi svi bili zadovoljni tj. vlasnici imovine i država kao korisnik eksproprijacije i tada bi moglo na vrijeme da se počne sa planiranim radovima koji su od opšteg interesa za državu, što je kod ovog projekta bio slučaj.

7. LITERATURA

- [1] Богдановић Б., „Аграрне операције”, Beograd 1989
- [2] Trifković M., „Савремени концепт просторног планирања и урбанистичког планирања”, Beograd 1989
- [3] *Zakon o eksproprijaciji Republike Srpske*(Sl. G. R. Srpske: 112/ 06), 2006.

Kratka biografija:



Vojin Gavrić rođen je u Baljkovici, opština Zvornik 1973. god. Diplomski - bachelor rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Geodezije – »Održavanje katastra zemljišta u područnoj jedinici Zvornik«, odbranio je 2011.god.

ULOGA GEODEZIJE U PROSTORNOM I URBANISTIČKOM PLANIRANJU**THE ROLE OF GEODESY IN SPATIAL AND URBAN PLANNING**

Milorad Matić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GEODEZIJA

Kratak sadržaj - U radu je dat prikaz istorijskog razvoja planiranja u Evropi i Srbiji sa primerima, a u drugom delu rada posebna pažnja posvećena je izradi planova detaljne regulacije i projekata parcelacije i preparcelacije u kojima geodezija ima ključnu ulogu. Prikazana je izrada plana detaljne regulacije za K.O. Belo Polje.

Ključne reči: podaci o topografiji terena te o vlasničkim odnosima nad nekretninama koje se na njemu nalaze su osnovni parametri od kojih se kreće kod prostornog planiranja, projektovanja i izgradnje različitih građevinskih objekata.

Summary- In this work we are showing historical development of planning in Europe and Serbia, illustrating it with examples, and in the second part of the work we will give special emphasis to making detailed regulation plans and projects of parceling and preparceling in which geodesy has a key role. We showed making detailed regulation plan for cadastre municipality Belo polje.

1. U V O D

Skladan prostorni razvoj je nezamisliv bez odgovarajućih planskih dokumenata. Takođe, nedostaju i odgovarajući planski preduslovi za skladan i brži prostorni razvoj na nivou strateškog odlučivanja, kao što su regionalni planovi, prostorni planovi opština, generalni planovi naselja i sl. Ovi planovi daju osnov za brži privredni razvoj i privlačenje stranih investicija, ravnomerniji regionalni razvoj, obezbeđuju koordinaciju sektorskih i prostornih planova na lokalnom nivou i efikasnije korišćenje prostora.

Glavni razlozi stagnacije u pripremi i donošenju planova su: nedostatak finansijskih sredstava, nedostatak geodetskih i drugih podloga i dug i skup postupak izrade planova. Ovo je često nepremostiv problem za siromašne i nerazvijene opštine, kojima je potrebna podrška Republike Srbije da bi pripremile obavezujuće planske dokumente. Gospodarenjem, zaštitom i planskim upravljanjem prostorom ostvaruju se uslovi za društveni i privredni razvoj tj. zaštitu okoline, racionalno korišćenje prirodnih i istorijskih dobara po načelu pristupa u planiranju prostora.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milan Trifković, vanr. prof.

2. PROSTORNO UREĐENJE KROZ ISTORIJU

Prostorno planiranje rešava optimalan raspored ljudi, dobara i delatnosti na teritoriji radi njegove optimalne upotrebe. Urbanističko planiranje je skup delatnosti koje se zajednički bave fizičkim planiranjem naselja, u prvom redu gradova, proučavanjem njihove strukture razvoja. Za razliku od urbanističkog planiranja urbanizam je nauka koja proučava razvitak gradova, njihovu fizičku i socijalnu strukturu; a tek u užem smislu delatnost izrade urbanističkih planova.

2.1. Istorijski razvoj naselja

Da bismo mogli položiti nove temelje urbanog života moramo najpre shvatiti istorijsku prirodu grada i razgraničiti njegove prvobitne funkcije, one koje su iz njega proizašle, od onih koje se, možda, tek sada javljaju. Iako predistorijska naselja još nisu imala prava obeležja gradova, ona su morala udovoljiti nekim egzistencijalnim potrebama zaštite od divljih životinja i vodene stihije, a kasnije zaštite od neprijateljskih plemena. Grad kao razvijena forma predistorijskog razdoblja dobija složenu strukturu stanovništva, mnogo značajnih zanimanja koja u selu nisu postojala. Najkarakterističnija od tih zanimanja su: trgovac, vojnik, bankar i sveštenik. Ovakva, sve složenija, struktura stanovništva u gradovima dovela je do toga da je grad postao jezgro čitavih tehničkih izuma i unapređenja (posebno u razvoju građevinarstva).

2.2. Prostorno planiranje u Grčkoj

Grčki gradovi klasičnog perioda bili su umerene veličine, građeni na obalama mora.

Svi grčki gradovi klasičnog perioda, među kojima se ističu oni osnovani po poznatom graditelju gradova Hipodamu (Hipodamos) izgrađeni su na temelju ortogonalne šeme ulica i gradova.

Opšta obeležja grada su: grad je delo građana, a ne posledica volje vladara, izbor mesta za grad prema kriterijumima: mogućnost odbrane, zadovoljavanje gospodarskih i životnih potreba, estetska obeležja, zoniranje grada, razvojno urbanističko zakonodavstvo.

Prema tipologiji graditeljske struke grčke gradove delimo na: pravilne gradove - gradove kolonije, nepravilne gradove - gradove na grčkom kopnu i gradove svetilišta.

2.3. Planiranje u rimskom carstvu

Rimsko carstvo, koje je kroz više vekova bila najjača država u Evropi i Sredozemlju ostavilo je bogato nasleđe graditeljstva i veliki broj gradova koji se prostirali sve do Britanskih ostrva, Rajne, Dunava, Crnog mora, Male Azije, Palestine i Severne Afrike

Rim karakteriše veliki broj hramova i objekata javne namene kao što su javna kupatila (terme), amfiteatri, arene, cirkusi i sl. Veliki broj trgovačkog i javnog, a posebno političkog života odvijao se na trgovima.

3. DOPRINOS KOMASACIJE ODRŽIVOM RAZVITKU RURALNOG PROSTORA U SREDNJOJ I ISTOČNOJ EVROPI U NOVOM VEKU

3.1. Stanje u istočnim državama

Stanje u svim srednjevropskim državama se ogledalo u sledećem:

1. Poljoprivredno zemljište svih tih država je usitnjeno;
2. Poljoprivredne parcele su malih površina, po pravilu manje od 1 ha;
3. Zakonodavna regulativa tog područja rada ili je slaba ili je uopšte nema;
4. Komasaacija je usmerena na veću proizvodnju hrane, ali ne i u uređenje zemljišta u konceptu ruralnog razvika prostora;
5. Komasaacija se sprovodi nedemokratskim postupcima, što izaziva nepoverenje ljudi;
6. U sklopu komasaacije obično se jedino uređuje mreža puteva za poljoprivredne potrebe, ali ne i za druge namene;

3.2. Stanje u zapadnim i srednjoevropskim zemljama

Značajni postupci komasaacije u ovim zemljama je:

1. potpuno demokratski postupci, pa vlasnici aktivno učestvuju u preuređenju prostora, i to radom i finansijskim sredstvima;
2. komasaacija je sredstvo realizacije drugih planova i projekata, pa je instrument celovitog rešavanja zemljišta i prostora;
3. komasaacija je sredstvo za modernizaciju evidencije nekretnina (novi premer);
4. u sklopu komasaacije provodi se obnova i razvitak sela;
5. zbog sve veće upotrebe zemljišta za urbane namene, komasaacija je deo celovite zemljišne politike i sredstvo za povećanje pojedinih poljoprivrednih površina;

Primeri uspešno sprovedene komasaacije su u bivšoj Istočnoj Nemačkoj

3.3. Planiranje u Holandiji

Zakon o komasaaciji (Land Consolidation Act) iz 1954. godine imao je ograničen delokrug jer se odnosi samo na poljoprivredu tj. grupisanje rscepkanih poseda uz novu putnu i kanalsku mrežu.

Kao rezultat razvoja društva posle 1950. godine, porastao je interes za seoski prostor.

Zbog toga, a u cilju statusnog regulisanja odnosa između prostornog planiranja i uređenja seoske teritorije, a zbog racionalne i ekonomske poljoprivredne proizvodnje, socijalno prihvatljivih uslova života, rada i stanovanja na seoskom području, maksimalnog korišćenja seoskog prostora od neseoskog stanovništva i očuvanja životne sredine donet je Zakon o uređenju (razvoju) zemljišta (Land Development Act, 1985)

3.4. Planiranje u Sloveniji

Komasaacija zemljišta se odvija u Sloveniji od 1883. (Prosen, 1993), i to isključivo u oblasti poljoprivrednog zemljišta. Na urbanim površinama u Sloveniji je bilo moguće da se izvrši komasaacija zemljišta samo između dva svetska rata. Zakon 1931. godine, usvojen je i objavljen u Građanskom zakoniku.

U slovenačkom zakonodavstvu, pojam komasaacije definisan je u četiri različita zakona.

1. Zakon o poljoprivrednom zemljištu - ZKZ (1996)
2. Zakon o državnoj granici i prostornim jedinicama (2000)
3. Zakon o prostornom planiranju (2002)
4. Zakon o izgradnji (2002)

4. PROSTORNO I URBANISTIČKO PLANIRANJE

4.1. Planiranje u Srbiji

Zakon o planiranju i izgradnji (Sl. glasnik RS br.72/09, 81/2009-isp, 64/2010-odluka US i 24/2011)

Ovim Zakonom uređuju se: uslovi i način uređenja prostora, uređivanje i korišćenje građevinskog zemljišta i izgradnja objekata; vršenje nadzora nad primenom odredaba ovog Zakona i inspekcijski nadzor; druga pitanja od značaja za uređenje prostora, uređivanje i korišćenje građevinskog zemljišta i za izgradnju objekata. Geodetski radovi u inženjersko-tehničkim oblastima, u smislu ovog Zakona, jesu izrada tehničke dokumentacije, izvođenje i stručni nadzor nad izvođenjem geodetskih radova u inženjersko-tehničkim oblastima za koje je predviđena izrada tehničke dokumentacije.

4.2. Prostorni plan Republike Srbije

Prostorni plan Republike Srbije donosi se za teritoriju Republike Srbije i osnovni je planski dokument prostornog planiranja i razvoja u Republici.

Ostali planski dokumenti moraju biti u skladu sa Prostornim planom Republike Srbije. Prostorni plan Republike Srbije ima strateško-razvojnu i opštu regulatornu funkciju.

4.3. Regionalni prostorni plan

Regionalni prostorni plan se izrađuje kao regionalni prostorni plan područja prostornih jedinica u skladu sa nomenklaturom statističkih teritorijalnih jedinica.

Regionalni prostorni plan je planski dokument koji uz uvažavanje specifičnih potreba koje proizilaze iz regionalnih posebnosti, razrađuje ciljeve prostornog uređenja i određuje racionalno korišćenje prostora, u skladu sa susednim regionima i opštinama.

4.4. Prostorni plan opštine

Prostorni plan jedinice lokalne samouprave donosi se za teritoriju jedinice lokalne samouprave i određuje smernice za razvoj delatnosti i namenu površina, kao i uslove za održivi i ravnomerniji razvoj na teritoriji jedinice lokalne samouprave.



Slika 1. GUP Obrenovac 2021 god

4.5. Prostorni plan područja posebne namene

Prostorni plan područja posebne namene donosi se za područje koje zbog prirodnih, kulturno-istorijskih ili ambijentalnih vrednosti, eksploatacije mineralnih sirovina, iskorišćenja turističkih potencijala i iskorišćenja hidropotencijala ili izgradnje objekata za koje građevinsku dozvolu izdaje ministarstvo nadležno za poslove građevinarstva ili nadležni organ autonomne pokrajine, zahteva zahteva poseban režim organizuje, uređenja, korišćenja i zaštite prostora i koje je kao takvo određeno Prostornim planom Republike Srbije.

5. URBANISTIČKI PLANOVI

Dobra podloga za izradu urbanističko tehničke dokumentacije su katastarsko-topografski planovi koji pružaju potpune i tačne informacije o prostoru. Za izradu planova potreban je što širi raspon podataka o zemljištu i nekretninama, u što bez sumnje ulaze podaci o pravnim odnosima na zemljištu.

Geodetske podloge za građevinska područja gradova i naselja treba da prikazuju različite topografske sadržaje, a koji se zavisno o vrsti i nameni plana ili karte obeležavaju različitim simbolima topografskim znacima.

5.1. Generalni plan

Generalni urbanistički plan se donosi kao strateški razvojni plan, sa opštim elementima prostornog razvoja. Generalni urbanistički plan se donosi za naseljeno mesto koje je sedište jedinice lokalne samouprave, koja ima preko 30.000 stanovnika.

5.2 Plan generalne regulacije

Plan generalne regulacije se obavezno donosi za naseljeno mesto koje je sedište jedinice lokalne samouprave, a može se doneti i za druga naseljena mesta na teritoriji opštine, odnosno grada, odnosno grada Beograda, kada je to predviđeno prostornim planom jedinice lokalne samouprave.

5.3 Plan detaljne regulacije

Plan detaljne regulacije se donosi za neizgrađene delove naseljenog mesta, uređenje neformalnih naselja, zone urbane obnove, infrastrukturne koridore i objekte, izgradnju objekata ili naseljenih mesta u građevinskom području izvan naseljenog mesta, kao i u zaštićenoj okolini nepokretnih kulturnih dobara.

6. ULOGA GEODEZIJE U PROSTORNOM I URBANISTIČKOM PLANIRANJU

Podaci o topografiji terena te o vlasničkim odnosima nad nekretninama koje se na njemu nalaze su osnovni parametri od kojih se kreće kod prostornog planiranja, Projektovanja i izgradnje različitih građevinskih objekata. Zbog zastarelosti, male tačnosti i lošeg stanja u kojem se nalazi većina katastarskih planova u Srbiji u poslednjih godina se inteviziralo izvođenje detaljnih snimanja zemljišta, pre svega u svrhu izrade katastarsko-topografskih planova.

Topografski deo plana sadrži postojeće stanje terena, objekata i vidljivih delova podzemnih instalacija, visinsku predstavu terena, nazive ulica, kućne brojeve, spratnost objekata, a sve u skladu sa Pravilnikom o izradi planova i karata i Topografskom ključu, što je u skladu sa projektnim zadatkom.

6.1. Ciljevi izrade plana detaljne regulacije za deo K.O. Belo Polje

- Uređivanje i regulacija spontane, neformalne i neplanske gradnje na području Plana;
- Usklađivanje daljeg urbanog razvoja i uređenja područja plana sa odredbama i elementima Zakona o planiranju i izgradnji;
- Stvaranje uslova za određivanje javnog i ostalog građevinskog zemljišta;
- Parcelacija i preparcelacija javnog građevinskog zemljišta i stvaranje uslova za parcelaciju i preparcelaciju ostalog građevinskog zemljišta;
- Fleksibilnost i alternativnost u određivanju osnovne i druge namene lokacija i objekata;
- Određivanje pravila za primenu Plana putem definisanja optimalnog stepena izgrađenosti i iskorišćenosti zemljišta, pravila gradnje i određivanja lokacija za izradu Urbanističkog projekta;
- Definisanje uslova i pravila za izgradnju komunalne infrastrukture;
- Određivanje uslova za uređenje i izgradnju slobodnih površina;
- Usklađivanje organizacije, opremanja i uređenja prostora i zemljišta sa potrebama i kriterijumima za zaštitu životne sredine.

7. URBANISTIČKO - TEHNIČKA DOKUMENTACIJA

Urbanistički ptojekat se izrađuje kada je predviđeno urbanističkim planom, prostornim planom jedinice lokalne samouprave, odnosno prostornim planom područja posebne namene, za potrebe urbanističko-arhitektonskog oblikovanja površina javne namene i urbanistiko-arhitektonske razrade lokacija.

Urbanistički projekat se izrađuje za formiranu građevinsku parcelu na overenom katastarsko-topografskom planu i sadrži:

1. uslove izgradnje na građevinskoj parceli, sa svim posebnim uslovima;
2. idejna rešenja i skupni prikaz komunalne infrastrukture sa priključcima na spoljnu mrežu;
3. opis, tehnički opis i objašnjenje rešenja iz urbanističkog projekta;
4. idejna urbanistička i arhitektonska rešenja objekata i pejzažnog uređenja.

Izradom urbanističkog projekta rukovodi odgovorni urbanista arhitektonske struke sa odgovarajućom licencom

7.1. Projekat parcelacije i preparcelacije

Na većem broju katastarskih parcela može se obrazovati jedna ili više građevinskih parcela, na način i pod uslovima utvrđenim u planskom dokumentu, na osnovu projekta parcelacije.

Na jednoj katastarskoj parceli može se obrazovati veći broj građevinskih parcela, na način i pod uslovima utvrđenim u planskom dokumentu, na osnovu projekta parcelacije.

Projekat preparcelacije, odnosno parcelacije izrađuje ovlašćeno privredno društvo, odnosno drugo pravno lice ili preduzetnik koje je upisano u odrovarajući registar.

8. ZAKLJUČAK

Zemljišna usitnjenost pogađa agrarni sektor.

Pravilno sprovedena komasacija doprinosi poboljšanju proizvodnje i konkurentnosti agrarnog sektora. U ruralnom prostoru ona otvara radna mesta, doprinosi boljem planiranju korišćenja zemljišta i boljem upravljanju zemljišta, a podstiče i privatne i javne investicije u ruralni prostor

Urbanizam se radi zbog preoblikovanja parcela građevinskog zemljišta u građevinske parcele, uz istovremeno sređivanje vlasničkih i drugih pravnih odnosa na tom zemljištu.

Kako je za gradnju potrebno opremanje zemljišta različitim infrastrukturnim objektima, to je izrada urbanističkih planova idealan postupak uređenja građevinskog zemljišta.

Naziv dokumentacije	dinaraa
Obezbeđivanje geodetskih podloga	3266532,333
izrada Plana detaljne regulacije	1642254,0
Izrada glavnih projekata-tehničke dokumentacije (za planirane saobraćajnice i infrastrukturu)3%od inv.vred	2134931,0
Izrada glavnih projekata-rehničke dokumentacije zagasifikaciju, 2% od inv.vred.	1970706,0
UKUPNO:	7092923,00

Postupkom se spajaju katastarske parcele građevinskog zemljišta u jednu celinu te dele na građevinske i druge parcele formirane u skladu s detaljnim planom uređenja.

Katastarske parcele, koje su po svom obliku i veličini nepođodne za izgradnju, pretvaraju se u građevinske parcele pođodne za izgradnju.

I za kraj ovog rada iz priložene tabele može se videti koliki je značaj geodezije prilikom planiranja i projektovanja i koliko koštaju geodetski radovi, ali bez kvalitetne podloge nema ni kvalitetnog plana za K.O. Belo Polje u Obrenovcu.

9. LITERATURA

- [1] Dr. Milan Trifković: *Geodetski planovi*
- [2] Krunoslav Mihailović: *Geodezija 2*
- [3] Krsta Vračarić, Krunoslav Mihailović: *Geodezija1*
- [4] Dr. Manojlo Miladinović: *Geodezija u plani-ranju i uređenju prostora i naselja*
- [5] B. Stojkov: *Metode prostornog planiranja*
- [6] www.mzopu.hr
- [7] The Munich Statement(2002):The Munich Statement on land consolidation as a tool for rural development in CEE/CIC countries.- In: Babete Wehrmann, Michael Klaus and Martina Ctrasser (eds.):Documentation of the Internacional Cymposium on>>Land fragmentation and land consolidation in CEEC: A gate towards sustainable rural development in the new millennium<<, Munich, 25-28 februaru 200.2
- [8] <http://www.landentwicklung-muenchen.de/>,123C.
- [9] Technical Dictionary(1996.);Land Consolidation, Volume 14/ed. Baerbel Baer.-Frankfurt am Main ;Berlin;Verlag des Instituts fur Angewandte Geodasie,115P-
- [10] Dr. Marko Gostović: *Uređenje zemljišne teritorije*
- [11]Marinović-UzelacA. "Socijalni prostor grada" 1978.
- [12] Marinović-UzelacA. "Prostorno planiranje", 2001
- [13] Milić B. "Razvoj grada kroz stoljeća I,II i III"
- [14] Wenyler F. "Prostorno planiranje i uređivanje prostora-2 Razvoj gradova kroz povjest"
- [15] Mumford L. "Grad u historiji",
- [16] Pegan S. "Osnove urbanističkog i graditeljskog zakonodavstva", 2006.
- [17] Holger Magel: *100 Jahare Flurbereinigung in Bayern 1886-1986.*
- [18] Zakon o planiranju i izgradnji, Službeni glasnik RS br.72/2009.
- [19] Zakon o državnom premeru i katastru, Službeni glasnik RS br.72/2009.

Kratka biografija:

Milorad Matić rođen u Ubu 13.05.1964. godine. Srednju geodetsku školu završio u Beogradu. Diplomirao na Višoj geodetskoj školi 1987 godine. Na fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu završio osnovne akademske studije–Bachelor 2010. godine. Iz oblasti, studijski program Geodezija i geomatika, odsek Geodezija. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Geodezija i geomatika – Uloga geodezije u prostornom i urbanističkom planiranju.

EKSPROPRIJACIJA ZA POTREBE IZGRADNJE AUTOPUTA E-763 LJIG - POŽEGA
EXPROPRIATION FOR THE CONSTRUCTION OF THE HIGHWAY E-763 LJIG - POŽEGANebojša Spasić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GEODEZIJA**

Kratak sadržaj – U radu je razmatrana problematika fenomena eksproprijacije, sa konkretnim primerom eksproprijacije za potrebe izgradnje autoputa E-763 Ljig - Požega.

Abstract – This paper emphasizes the phenomenon of expropriation, with the specific example of expropriation for the construction of the highway E-763 Ljig - Požega.

Cljučne reči: eksproprijacija, autoput

1. UVOD

Pravo svojine, jedno od osnovnih prava koje je zaštićeno međunarodnim pravnim instrumentima i nacionalnim zakonodavstvom, ipak nije neograničeno i na njega se može uticati, ukoliko društvena zajednica smatra da je to potrebno i ukoliko to zahteva javni interes.

Jedna od najpoznatijih i najčešće primenjivanih mera države, kojima se zadire u privatnu svojину jeste eksproprijacija.

Eksproprijacija predstavlja oduzimanje ili ograničavanje prava svojine na nepokretnostima fizičkih ili pravnih lica, do čega dolazi u javnom interesu aktom nadležnog državnog organa. Skoro da nema države koja ne poznaje institut eksproprijacije, jer se u svakoj zemlji javlja potreba za izgradnjom određenih objekata zbog kojih javni interes ima primat u odnosu na privatni interes dotadašnjih vlasnika neke nekretnine. Po pravilu se eksproprijaciji uvek pristupa zbog nekih objektivnih razloga, koji su načelno formulisani i terminološki označeni kod nas kao javni interes, dok se u nekim pravnim sistemima govori i o opštem interesu ili javnoj koristi. Tako dolazi do sukoba između javnog interesa s jedne strane, i privatnog interesa dotadašnjeg vlasnika nepokretnosti, s druge strane. U tim situacijama prednost dobija javni interes i svojina se može oduzeti i bez saglasnosti dotadašnjeg vlasnika.

2. ZAKON O EKSPROPRIJACIJI REPUBLIKE SRBIJE

Prema Ustavu Republike Srbije, koji je donet 8. novembra 2006. godine, "pravo svojine može biti oduzeto ili ograničeno samo u javnom interesu utvđenom na osnovu zakona, uz naknadu koja ne može biti niža od tržišne. Zakonom se može ograničiti način korišćenja imovine. Oduzimanje ili ograničenje imovine radi naplate poreza i drugih dažbina ili kazni, dozvoljeno je samo u skladu sa zakonom.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je, dr Milan Trifković, red. prof.

U Republici Srbiji eksproprijacija se sprovodi na osnovu Zakona o eksproprijaciji (Službeni glasnik RS, br. 53 od 28. decembra 1995., br. 23 od 6. aprila 2001. (SUS) i br. 20/09 od 19. marta 2009.). [2] Kako je, nakon proglašenja javnog interesa od strane Vlade RS, lokalnim samoupravama povereno vođenje postupaka eksproprijacije, to se na postupak eksproprijacije primenjuje i Zakon o opštem upravnom postupku (Službeni list SRJ br. 33/97, br. 31/2001 i Službeni glasnik RS br. 30/2010).

3. MEĐUNARODNA ISKUSTVA IZ OBLASTI EKSPROPRIJACIJE

Međunarodno pravo priznaje pravo države da oduzme privatnu imovinu radi nacionalne dobrobiti, ali to zahteva da i građani i stranci budu tretirani na isti način. Pitanje naknade u zamenu za eksproprijisanu imovinu razlikuje od države do države. Sjedinjene Države i većina zapadnih zemalja smatra da treba da se plati eksproprijacija ili izvrši adekvatna i efikasna kompenzacija. Svako fizičko ili pravno lice ima pravo na neometano uživanje svoje imovine. Niko nemože biti lišen svoje imovine osim u javnom interesu i pod uslovima predviđenim Zakonom i opštim načelima međunarodnog prava. Prema uspostavljenom precedentnom pravu Suda i bivše Evropske komisije za ljudska prava, obuhvaćena su tri različita pravila:

- prvo pravilo, sadrži opštu garanciju prava na imovinu.
- drugo pravilo, obuhvata lišavanje imovine i subjekata da određenim uslovima.
- treće pravilo, priznaje da države ugovornice imaju pravo, između ostalog, da kontrolišu korišćenje imovine u skladu sa opštim interesom.

Pojam naknade rešavan je na različite načine. Tako je na primer u Urugvaju uveden pojam „kompenzacije“ dok se u nekim zemljama (Čile, Rumunija, Argentina, Kuba i Italija) traži da se naknada utvrdi sudskim putem.

Svaka država je na svoj način zakonom regulisala oduzimanje nepokretnosti od vlasnika, zbog opšte društvenih potreba. Pri rešavanju ovih problema javio se niz pitanja, kao što su: javni interes, zatim ko može biti korisnik eksproprijacije i utvrđivanje visine naknade. [1]

4. REALIZACIJA GLAVNOG PROJEKTA EKSPROPRIJACIJE ZA POTREBE IZGRADNJE AUTOPUTA E-763 LJIG – POŽEGA DEONICA 3 TAKOVO - PRELJINA

Infrastrukturni koridor Beograd-Južni Jadran, predstavlja mogućnost kvalitetnijeg povezivanja saobraćajnog koridora X (Salzburg - Zagreb - Beograd - Niš - Skoplje - Solun) i njegovog kraka Xb (Budimpešta - Novi Sad - Beograd) sa Jadranskim priobaljem, odnosno lukom Bar kao značajnim robno-transportnim centrom u kome se

sustiču drumski, železnički i pomorski saobraćajni sistemi. Postojanje planiranog puta privući će korisnike sa područja srednje, severoistočne i istočne Evrope. Time se naša zemlja, pored razvoja putne infrastrukture na koridoru X (veze Beograda: putem E-70 sa Hrvatskom, putem E-75 preko Subotice sa Mađarskom; veze Niša: putem E-75 sa Makedonijom, putem E-80 sa Bugarskom) dodatno uključuje u mrežu savremenih Evropskih E putnih pravaca.

4.1. Opis deonice 3: Takovo – Preljina

Izgradnja deonice Ljig – Preljina, u koju spada i deonica Takovo – Preljina, počela je 20 aprila 2012. godine. Gradnja se finansira kreditom Azerbejdžana, a glavni izvođač je firma “Azvird” iz Azerbejdžana. Radove će izvoditi i konzorcijum od pet srpskih firmi na čelu sa “Energoprojektom”. Rok za završetak ove deonice je tri godine.

Opis deonice Takovo – Preljina:

- ukupna dužina deonice Takovo – Preljina je 16.81 km.
- reljef je brdsko – planinski i ravničarski uz reku Dičinu.
- 25 mostova, ukupne dužine 1742 metara.
- 3 tunela, ukupne dužine 1707 metara.
- 3 nadvožnjaka.
- petlja Preljina.

Projekrovana su tri tunela:

- Savinac, ukupne dužine 240 metara.
- Šarani, ukupne dužine 980 metara.
- Brđani, ukupne dužine 441 metar.



Slika 1. Trasa deonice Takovo - Preljina

Deonica se završava petnjom „Preljina“ u istoimenom selu. Ova petlja služi kao veza grada Čačka sa autoputem. Povezuje autoput sa magistralnim pravcem M-22 (Ibarska magistrala) a preko njega sa ostalim saobraćajnim pravcima u regionu.

Za potrebe realizacije glavnog projekta eksproprijacije i izrade Elaborata o realizaciji glavnog projekta eksproprijacije zemljišta za izgradnju dela Autoputa E-763 sektor II Ljig – Požega deonica 3: Takovo – Preljina km 100+412.01 – km 117+477.02m, investitor radova „KORIDORI SRBIJE“ d.o.o Beograd angažovao je „MS PREMIER“ Beograd po ugovoru broj 4898/11 od 2.12.2011 godine.

Projekat se realizuje u skladu sa Zakonom o državnom premeru i katastru i upisima prava na nepokretnostima (Službeni glasnik Republike Srbije br. 72/09 i 18/10).

Radovi na realizaciji glavnog projekta eksproprijacije zemljišta za izgradnju dela Autoputa E-763 sektor II Ljig – Požega deonica 3: Takovo – Preljina km 100+412.01 – km 117+477.02 su izvedeni sledećim redosledom:

- pripremni radovi;
- terenski radovi;
- obrada podataka i izrada elaborata za predaju Republičkom geodetskom zavodu, službi za katastar nepokretnosti Gornji Milanovac i Čačak;
- realizacija elaborata od strane Republičkog geodetskog zavoda, službi za katastar nepokretnosti Gornji Milanovac i Čačak.

4.2. Pripremni radovi

U pripremne radove spadaju:

- prijava radova službama za katastar nepokretnosti Gornji Milanovac i Čačak.
- pribavljanje neophodnih podataka o geodetskoj mreži od centra za katastar nepokretnosti Gornji Milanovac i Čačak za katastarske opštine kroz koje prolazi eksproprijacija.
- razrada glavnog projekta eksproprijacije – preuzimanje katastarskih podloga i koordinata trase eksproprijacije od investitora
- izrada baze podataka sa koordinatama poligonih tačaka i koordinatama tačaka na liniji eksproprijacije, za instrument kojim će se vršiti obeležavanje trase.
- zbog bolje orijentacije, snalaženja na nepoznatom terenu i pravljenja plana rada po ekipama, cela trasa je preklapljena na topografske karte 1:25000.
- na osnovu sagledane trase na kartama, obilaskom terena i u razgovoru sa meštanima napravljene su dve ekipe sa po 5 članova. Dva geodetska stručnjaka, jedan vozač traktora, dvojica pomoćnih radnika koji su bušili rupe i ukopavali kamenje.

4.3. Terenski radovi

U terenske radove spadaju:

- otkrivanje tačaka geodetske osnove sa kojih će se vršiti obeležavanje linije eksproprijacije. Kao geodetska osnova za obeležavanje tačaka korišćene su tačke osnovnog operativnog poligona i tačke operativnog poligona geodetske mreže razvijene za potrebe Autoputa.
- otkrivanje tačaka urđeno je GPS instrumentom. Tačke su otkrivane pre početka radova tako da se u toku obeležavanja eksproprijacije nije gubilo vreme na otkrivanje mreže.
- obeležavanje tačaka na liniji eksproprijacije za područje obuhvaćeno realizacijom projekta eksproprijacije katastarski planovi su urađeni u razmeri 1:2500, što znači da su detaljne tačke na liniji eksproprijacije obeležene tako da položajna tačnost bude jednaka ili veća od 0.1*M mm gde je M imenilac razmere plana. Instrument korišćen za obeležavanje je Leica 1103 TCRA. Broj obeleženih tačaka stalne eksproprijacije je 1604, broj obeleženih tačaka privremene eksproprijacije je 119, broj obeleženih tačaka eksproprijacije za energetske i TT objekte vodova je 203 tačke.

- tačke na liniji eksproprijacije stabilizovane su betonskim belegama dimenzija 10*10*40cm i drvenim koljem dimenzija 5*5*40cm. Mereni su frontovi između dve susedne belege ukoliko je konfiguracija terena dozvoljavala.
- snimanje tačaka na liniji eksproprijacije izvršeno je polarnom metodom sa poligone mreže sa koje je izvršeno i obeležavanje. Broj snimljenih tačaka je identičan broju obeleženih.
- dnevno se obeležavalo, ukopavalo i snimalo između 100-120 tačaka eksproprijacije.

4.4. Obrada podataka i izrada elaborata

Podaci snimanja su obrađeni i sračunate su koordinate snimljenih tačaka na liniji eksproprijacije u softveru za obradu podataka.

Podela na skice detalja urađena je u okviru detaljnih listova za svaku katastrsku opštinu posebno. Skice su urađene u razmeri 1:2500. Na skicama su brojevi detaljnih tačaka numerisani baš kao u projektu. Tačke linije stalne eksproprijacije numerisane su u okviru svake katastarske opštine od 1 do n, tačke privremene linije eksproprijacije od 1001 do m a tačke linije eksproprijacije za energetske i TT vodove od 2001 do p. Između detaljnih tačaka je ispisana merena vrednost fronta.

Elaborat za svaku katastrsku opštinu posebno predat službama za katastar nepokretnosti Gornji Milanovac i Čačak sastoji se od:

- spiska koordinata poligonskih tačaka
- tahimetrijskog zapisnika
- detaljne skice
- skica, prikaza položaja skice detalja u okviru detaljnih listova planova

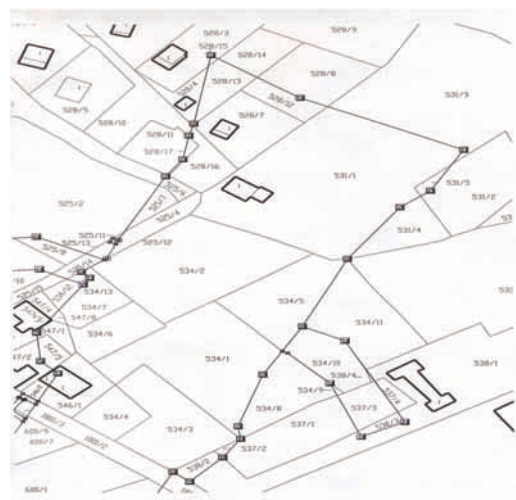
СПИСАК ПОВРШИНА ЗА ЕКСПРОПРИЈАЦИЈУ				
ПОВРШИНА				
ОПШТИНА ГОРЊИ МИЛАНОВАЦ				
К.О. ШАРАНИ	.....	35	ha	55 a 26 m ²
К.О. ТАКОВО	.....	01	ha	39 a 69 m ²
К.О. ДРЕНОВА	.....	01	ha	66 a 03 m ²
К.О. СЕМЕДРАЖ	.....	42	ha	42 a 18 m ²
К.О. БРЂАНИ	.....	30	ha	65 a 61 m ²
УКУПНО	.....	111	ha	68 a 77 m ²
ОПШТИНА ЧАЧАК				
К.О. СОКОЛИЋИ	.....	29	ha	34 a 84 m ²
К.О. РАКОВА	.....	25	ha	46 a 41 m ²
К.О. ПРЕЉИНА	.....	10	ha	85 a 56 m ²
К.О. ЉУБИЋ	.....	00	ha	05 a 79 m ²
УКУПНО	.....	65	ha	72 a 60 m ²
УКУПНО	.....	177	ha	41 a 37 m ²

УКУПНА ПОВРШИНА ЗА ЕКСПРОПРИЈАЦИЈУ		177	ha	41 a 37 m ²
------------------------------------	-------	-----	----	------------------------

Slika 2. Površina koja se ekspropriše

4.5. Realizacija elaborata od strane RGZ-a

Službe za katastar nepokretnosti Gornji Milanovac i Čačak su na osnovu dostavljenih geodetskih elaborata o realizaciji glavnog projekta eksproprijacije zemljišta za izgradnju dela Autoputa E-763 sektor II Ljig – Požega deonica 3: Takovo - Preljina km 100+412.01 – km 117+477.02, izvršile kartiranje trase eksproprijacije na planove za svaku katastrsku opštinu, donele rešenje o nastaloj promenina na katastarskim parcelama koje su ušle u pojas eksproprijacije. Kada su rešenja postala pravosnažna izdale su listove nepokretnosti za katastarske parcele u pojasu eksproprijacije i kopiju plana u digitalnom i analognom obliku.



Slika 3. Iskartirana eksproprijacija na katastarskom planu

4.6. Diskusija

Aktuelni pravni sistem Srbije u domenu eksproprijacije karakteriše otežana realizacija zbog pravnih rešenja koja nisu u skladu sa realnim potrebama i mogućnostima društva i države. Nedostaci propisa i problemi u vezi sa njihovom implementacijom ometaju potpuno i usklađeno ostvarivanje željenih javnih interesa (i sa njima povezanih privatnih), povećavaju troškove i usporavaju aktivnosti privrednih subjekata, građana i državnih organa, odnosno organa koji raspolažu javnim ovlašćenjima.

Vidljivo je da je institut eksproprijacije vrlo složen i kompleksan i da se u njegovoj primeni javlja mnogo dilema i nedoumica, pa mu je zato u budućnosti potrebno posvetiti posebnu pažnju i dogradivati ga u svim segmentima u skladu sa savremenim tendencijama u ovoj oblasti. Institut eksproprijacije može da bude veliki izvor prihoda za određene ineresne grupe.

Poseban problem u procesu eksproprijacije predstavlja utvrđivanje „adekvatne“ tržišne naknade.

U različitim državama Evrope ovaj problem je različito rešen. Uglavnom se vodi računa o realnoj vrednosti nekretnine utvrđene na dan procene.

Bitna novina u odredbama sadašnjeg zakona sadržana je u pitanju naknade za ekspropisane nekretnine. Naknada se određuje prema tržišnoj vrednosti nekretnina, bilo da se radi o naknadi u novčanom obliku ili davanju u zamenu druge nekretnine. Ovako uređenje pitanja naknade za ekspropisane nekretnine ima za cilj da vlasniku osigura isti ekonomski položaj kako je imao pre eksproprijacije.

Visinu naknade za zemljište utvrđuje poreska uprava, dok visinu naknade za biljne kulture i objekte utvrđuju veštaci odgovarajuće struke. Sporazum o naknadi se zaključuje pred nadležnim opštinskim organom.

Po novom zakonu procedura ne prihvatanja ponude ne odlaže eksproprijaciju, jer korisnik eksproprijacije ima pravo, da i pored odbijanja ponude, nastavi sa radovima. Nezadovoljni vlasnici svoja prava mogu ostvariti sudskim putem.

Postupak određivanja visine naknade može imati dve faze: sporazumno određivanje kod upravnog organa i kod suda. Visina naknade za ekspropisane nekretnine određuje se u sudskom postupku, prema okolnostima koje su postojale u vreme donošenja prvostepenog suskog rešenja o naknadi. Nadležni sud po službenoj dužnosti, u

vanparničnom postupku odlučuje o visini naknade za eksproprijisanu nekretninu.

Kod utvrđivanja visine naknade za eksproprijisanu nekretninu sud je dužan uzeti u obzir visinu naknade utvrđenu prilikom sporazumnog utvrđivanja naknade pred opštinskom službom za imovinsko-pravne poslove, ako je većina stranaka zaključila takav sporazum na određenom području.

Ova odredba je možda pogrešna iz razloga što bi sud bio vezan tim sporazumom u svim slučajevima, pa bi bila isključena mogućnost individualizacije pravične naknade. Može da se zaključi da je u Srbiji jedan od osnovnih problema uravnotežiti odnos između pravične i tržišne naknade. Obzirom da zakonska rešenja nisu ovo pitanje adekvatno definisala, uvek ostaje prostor za razne zloupotrebe.

Jedan popularan vid spekulacije je kupovina zemljišta od vlasnika u trenutku kada ona ima nisku cenu i prodaja po višestruko većoj za potrebe izgradnje predmetnog auto-puta. Zakon o planiranju i izgradnji donet je 2003. godine, kojim je dozvoljena legalizacija objekata izgrađenih bez građevinske dozvole. To je dovelo do masovne legalizacije objekata u blizini predmetnog auto-puta. Iz ličnog iskustva, video sam da su pojedini ljudi spremni na svakojače manipulacije ne bili došli do većeg novca za svoje objekte. Postoje slučajevi gde su otvarane prodavnice u sred šume, takođe i kafići, koji nikada nisu faktički ni radili. To je sve rađeno sa znanjem da se poslovni prostor više plaća nego stambeni.

Iz primera auto-puta Beograd-Južni Jadran može se izvesti zaključak da se od eksproprijacije može napraviti unosan posao, dok god država ne bude htela da stane u odbranu svojih interesa i interesa svih poreskih obveznika. Korišćenjem ortofoto planova i snimkom spornih objekata lako se može utvrditi kada su oni napravljeni.

Geodetski radovi na velikim i značajnim projektima zahtevaju veliko znanje i poznavanje ne samo zakona u svojoj struci nego i niz drugih zakona iz ostalih struka, koje su uposlene na projektima. Geodetski stručnjaci neophodni su od faze idejnog projekta pa sve do završetka izvođenja radova. Bitno je da svi geodetski stručnjaci koji učestvuju u realizaciji projekta rade timski, da uvek imaju ažurnu bazu podataka o geodetskoj mreži, tačkama eksproprijacije, podatke o geometriji objekta.

Projekat eksproprijacije je odgovoran i zahtevan posao. Potrebno je od Službi za katastar nepokretnosti naručiti digitalne planove a ako ne postoje onda se naručuju skenirane podloge. Skenirane podloge potrebno je potom georeferencirati. To zahteva posedovanje određenih softvera i primenu određenih veština i znanja. Potom je potrebno izraditi i spisak parcela koje ulaze u eksproprijaciju za svaku katastrsku opštinu i naručiti listove nepokretnosti. Pri izradi projekta eksproprijacije treba i napraviti bazu podataka o tačkama eksproprijacije po katastarskim opštinama, bazu podataka o parcelama i površinama.

Pod realizacijom projekta eksproprijacije podrazumeva se niz aktivnosti koje imaju za cilj da se na terenu izvrši obeležavanje zadatih tačaka eksproprijacije i da se predaju elaborati Službama za katastar nepokretnosti u našem slučaju Gornji Milanovac i Čačak. Službe provode elaborate kroz katastarski operat, kartiraju promene na

planove, računaju površine, izdaju nove posedovne listove sa provedenim promenama. Imovinsko – pravne službe lokalnih samouprava na osnovu planova i listova nepokretnosti vode postupak eksproprijacije.

Primećeni nedostaci su uglavnom vezani za nepostojanje komunikacije izađu izvođača radova i lokalne samouprave. Mnogi meštani nisu bili upoznati da će se izvršiti obeležavanje eksproprijacije. Dužnost izođača radova bila je da na vidna mesta u selu okači obaveštenja u kom vremenskom intervalu će izvršiti obeležavanje pojasa eksproprijacije. Sela kroz koji ide Autoput nisu ušorena i brdska su tako da dobar deo meštana nije bio upoznat sa merenjima. Tu se kao dobar potez pokazalo upošljavanje lokalnog stanovništva. Pošto se radi o malim sredinama i pošto se svi meštani znaju tako da nije bilo problema prilikom obeležavanja, iako nisu svi bili upoznati kada će se radovi na obeležavanju eksproprijacije izvoditi.

5. ZAKLJUČAK

Institut eksproprijacije u današnje vreme sve više dobija na značaju, jer se brzim ekonomskim razvojem nastoje zadovoljiti sve veće potrebe od opšteg interesa za sve građane.

Obzirom da je eksproprijacija dug i kompleksan proces i u njoj učestvuje veliki broj institucija od Vlade RS, Ministarstva finansija, RGZ, Opštinskih uprava, Geodetskih organizacija i Javnih preduzeća, neophodno je obezbediti dobru i odgovornu komunikaciju istih, što često nije slučaj. Jedan od uslova za brže i efikasnije sprovođenje eksproprijacije su ažurne vlasničke evidencije, kao preduslov za brže izdavanje podataka, bolju saradnju sa privatnim agencijama i provođenjem promena nastalih u toku iste.

Prikupljeni geodetski podaci na terenu prilikom eksproprijacije za potrebe formiranja linijskih objekata mogu višestruko da budu iskorišćeni. Ukoliko bi provođenjem kroz zvaničnu evidenciju državne službe za katastar nepokretnosti dobili nivo službenosti, kao takvi bi mogli dalje da posluže kao osnova za formiranje katastra puteva.

6. LITERATURA

- [1] Богдановић Б., „Аграрне операције”, Beograd 1989
- [2] *Zakon o eksproprijaciji Republike Srbije (Sl. G. R. Srbije: 20/09)*, 2009.

Kratka biografija:



Nebojša Spasić rođen je u Valjevu, 1983. god. Diplomski - bachelor rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Geodezije – »Geodetske mreže za premer nepokretnosti«, odbranio je 2010.god.

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2011. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aleksandar Erdeljan	Đorđe Obradović	Milan Narandžić	Radoš Radivojević
Aleksandar Kovačević	Đorđe Vukelić	Milan Simeunović	Radovan Štulić
Bato Kamberović	Đura Oros	Milan Trifković	Rastislav Šostakov
Biljana Njegovan	Đurđica Stojanović	Milan Trivunić	Sebastian Baloš
Bogdan Kuzmanović	Emil Šećerov	Milan Vidaković	Slavka Nikolić
Bogdan Sovilj	Erika Malešević	Milan Zeljković	Slavko Đurić
Bojan Lalić	Filip Kulić	Milenko Kljajić	Slobodan Krnjetin
Bojan Tepavčević	Goran Anđelić	Milenko Sekulić	Slobodan Milovančev
Boris Antić	Goran Sladić	Milica Miličić	Slobodan Morača
Boris Dumnić	Goran Stojanović	Milinko Vasić	Slobodan Navalušić
Boris Jakovljević	Goran Švenda	Milomir Veselinović	Slobodan Tabaković
Boško Ševo	Goran Vujić	Miloš Slankamenac	Sonja Ristić
Branislav Atlagić	Gordana Stojić	Miloš Živanov	Srboljub Simić
Branislav Borovac	Gordana Milosavljević	Milovan Lazarević	Srđan Kolaković
Branislav Marić	Gordana Ostojić	Miljana Prica	Stevan Stankovski
Branislav Nerandžić	Igor Budak	Miljko Satarić	Tanja Kočetov
Branislava Novaković	Igor Karlović	Miodrag Hadžistević	Tatjana Lončar
Branka Nakomčić	Ilija Bašičević	Mirjana Malešev	Todor Bačkalić
Branko Milosavljević	Ilija Kovačević	Mirjana Miloradov	Toša Ninkov
Branko Perišić	Ivan Beker	Mirjana Mišić	Uroš Nedeljković
Cvijan Krsmanović	Ivan Luković	Mirjana Radeka	Valentin Glavardanov
Čedomir Stefanović	Ivan Stanivuković	Mirjana Subotin	Valentina Basarić
Danijela Lalić	Ivan Župunski	Miro Govedarica	Velimir Čongradec
Darko Marčetić	Janko Hodolić	Miroslav Hajduković	Veljko Malbaša
Darko Reba	Jasmina Dražić	Miroslav Kljajić	Vera Lazić
Dejan Vukobratović	Jelena Atanacković	Miroslav Nimrihter	Veran Vasić
Dragan Jovanović	Jeličić	Miroslav Popović	Veselin Avdalović
Dragan Kukolj	Jelena Radonić	Mitar Jcanović	Veselin Perović
Dragan Mrkšić	Jelena Tričković	Mladen Kovačević	Vladan Radlovački
Dragan Popović	Jovan Petrović	Momčilo Kujačić	Vladeta Gajić
Dragan Šešlija	Jovan Tepić	Nađa Kurtović	Vladimir Katić
Dragana Bajić	Jovan Vladić	Nebojša Pjevalica	Vladimir Radenković
Dragana Konstantinović	Kalman Babković	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Srdić
Dragana Šarac	Katarina Gerić	Nemanja Stanisavljević	Vladimir Todić
Dragoljub Novaković	Ksenija Hiel	Nikola Čelanović	Vladimir Vujičić
Dragutin Stanivuković	Laslo Nađ	Nikola Jorgovanović	Vlastimir Radonjanin
Dušan Kovačević	Leposava Grubić Nešić	Nikola Radaković	Vuk Bogdanović
Dušan Dobromirov	Livija Cvetičanin	Nikola Teslić	Zdravko Tešić
Dušan Gvozdenac	Ljiljana Vukajlov	Ognjen Lužanin	Zoran Anišić
Dušan Malbaški	Ljiljana Živanov	Pavel Kovač	Zoran Brujić
Dušan Sakulski	Ljubica Duđak	Pavle Gladović	Zoran Milojević
Dušan Uzelac	Maja Turk Sekulić	Petar Malešev	Zoran Mitrović
Duško Bekut	Marin Gostimirović	Predrag Šiđanin	Zoran Papić
Duško Đurić	Maša Bukurov	Radivoje Dinulović	Željen Trpovski
Đorđe Ćosić	Matija Stipić	Rado Maksimović	Željko Jakšić
Đorđe Lađinović	Milan Martinov	Radoš Radenković	Željko Kanović

