



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXX

Број: 7/2015

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“
Година: XXX Свеска: 7

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

Уређивачки одбор:

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

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

Редакција:

Проф. др Владимир Катић, уредник
Проф. др Жељен Трповски, технички
уредник
Проф. др Зора Коњовић

Проф. др Драгољуб Новаковић
Мр Мирослав Зарић
Бисерка Милетић

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

Техничка обрада: Графички центар ГРИД

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

Председник Савета: проф. др Радослав Радивојевић

CIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)
62

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

Двомесечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

Пред вама је седма 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 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 13.06.2015. до 31.07.2015. год., а који се промовишу 21.09.2015. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер радова. Део радова већ раније је објављен на некој од домаћих научних конференција или у неком од часописа.

У Зборнику су ови радови дати као репринт уз мање визуелне корекције.

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

У овој свесци, са редним бројем 7, објављени су радови из области:

- машинства,
- електротехнике и рачунарства и
- саобраћаја.

У свесци са редним бројем 8. објављени су радови из области:

- грађевинарства,
- графичког инжењерства и дизајна,
- архитектуре и
- геодезије и геоматике.

У свесци са редним бројем 9. објављени су радови из области:

- инжењерског менаџмента,
- инжењерства заштите животне средине и
- математике у техници.

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

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

„Високо место у друштву најбољих“

Уредништво

SADRŽAJ

	Strana
Radovi iz oblasti: Mašinstvo	
1. Maja Čordaš, Sebastian Baloš, PRIMENA NANO ČESTICA U TEHNOLOGIJI ZAVARIVANJA	1115
2. Jelena Tatalović , SIMULACIJE KAO METODA OPTIMIZACIJE	1119
3. Marko Manevski, TEHNO - EKONOMSKA ANALIZA UVOĐENJA SOLARNOG SISTEMA KAO DODATNOG IZVORA ENERGIJE U STAMBENOM OBJEKTU	1123
4. Zoltan Alfaši, TEHNOEKONOMSKA ANALIZA OPRAVDANOSTI PRIMENE RAZLIČITIH TIPOVA TOPLOTNIH PUMPI ZA GREJANJE	1127
5. Muruj Alzobaydi, Branko Škorić, NANOMATERIALS	1131
6. Vladimir Kojić, ANALIZA MERA ZA POVEĆANJE SNAGE AMONIJAČNOG ISPARIVAČA POMOĆU RAČUNARSKOG MODELA	1135
7. Немања Воркапић, Драган Живанић, ОПИС, ПРОРАЧУН ГЛАВНИХ МЕХАНИЗАМА И МОДЕЛИРАЊЕ РОБОТА „МИЛИ”	1139
8. Miloš Knežev, Aleksandar Živković, RAČUNARSKA SIMULACIJA UREĐAJA ZA MERENJE I KONTROLU VIBRACIJA KOTRLJAJNIH LEŽAJA	1143
Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo	
1. Dušan Simonović, Željen Trpovski, MREŽNE TEHNOLOGIJE ZA DISTRIBUCIJU IPTV SADRŽAJA	1147
2. Vojica Injac, Željen Trpovski, APLIKATIVNA PROGRAMSKA SPREGA ZA AUTOMATSKO IZVRŠAVANJE TESTOVA	1151
3. Vladimir Jovičić, Željen Trpovski, RAZVOJ TELEKOMUNIKACIONIH SISTEMA U RURALNIM SREDINAMA	1155

4. Dragan Rakita, Ištvan Pap, Milivoj Božić, Saša Vukosavljev, INTEGRATION OF SMART HOMES IN GLOBAL SYSTEM FOR CONTROL AND MONITOR OVER INTERNET , konferencija OTEH 2014, Beograd, oktobar 2014.	1159
5. Goran Stupar, Dejan Nađ, Aleksandar Beserminji, Istvan Papp, ONE SOLUTION OF STB USERS CLOUD BASED PROFILING , konferencija ICCE, Berlin, septembar 2014.	1163
6. Dejan Nađ, Milan Knežević, Nenad Jovanović, Milan Bjelica, Integracija video reprodukcije u 3D grafički korisnički interfejs za set-top boks uređaje , konferencija ETRAN, Srebrno Jezero, juni 2015.	1166
7. Nevena Jovanov, Djordje Kovacevic, Stefan Pejic, Gordana Velikic, ONE SOLUTION OF VISUALIZING INTERNET BASED EPG DATA COMBINED WITH ADDITIONAL INTERNET CONTENT ON AN ANDROID BASED SET-TOP BOX , konferencija ICCE, Berlin, septembar 2014.	1170
8. Milan Knežević, Stefan Pejić, Nevena Jovanov, Dejan Stefanović, ISPITIVANJE HORIZONTALNO PROŠIRIVIH REŠENJA ZA SKLADIŠTENJE PODATAKA U SISTEMU ZA PRIKUPLJANJE I PREPORUKU MULTIMEDIJALNOG SADRŽAJA , konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2014.	1173
9. Helena Peić Tukuljac, Đorđe Kovačević, Dejan Nađ, Nikola Teslić, ONE SOLUTION OF DTV STREAM DATA ACQUISITION SYSTEM , konferencija ICCE, Berlin, septembar 2014	1176
10. Aleksandar Lugonja, Ištvan Papp, Roman Pavlović, Milan Vidaković, Predlog rešenja programske podrške za realizaciju DTV sekundarnog ekrana na iOS platformi , konferencija ETRAN, Vrnjačka Banja, juni 2014.	1180
11. Ivan Bogdanović, Ištvan Papp, Roman Pavlović, Bojan Mrazovac, Analiza dekodovanja i prikaz performansi različitih okruženja za obradu video sadržaja na iOS operativnom sistemu , konferencija ETRAN, Vrnjačka Banja, juni 2014.	1184
12. Ognjen Munjin, ALAT ZA SIMULACIJU OPTEREĆENJA SISTEMA	1188
13. Milutinović Aleksandar, Popović Bojan, Popov Nikola, STIM – PROGRAMSKI JEZIK ZA KONTROLU FUNKCIONALNE ELEKTRIČNE STIMULACIJE , konferencija ETIKUM, Novi Sad, juni 2014.	1192
14. Saša Marjanović, Vasa Radonić, Jovan Matović, Vesna Crnojević-Bengin, Stabilization of the Jet in Cone-Jet Mode in Electrospraying for Microfluidic Applications , konferencija ETRAN, Srebrno Jezero, juni 2015.	1196
15. Srđan Sladojević, Branislav Stanić, Vladimir Todorović, Vladimir Gajinov, Nenad Knežev, ONE SOLUTION OF WEB VIDEOCONFERENCING APPLICATION BASED ON WEBRTC OPEN PROJECT , konferencija IS 14, Novi Sad, oktobar 2014.	1200
16. Jožef Marton Jung, PORTAL ZA PRETRAGU ODREĐENOG INTERNET DOMENA	1204
17. Velibor Stevanović, Milan Savić, Bojan Škipina, Damir Kličković, ONE SOLUTION FOR DVB STREAM DATA PROCESSING WITH ADDITIONAL INTERNET SUPPORT , konferencija ETRAN, Vrnjačka Banja, juni 2014.	1208
18. Vladan Jovanović, DIMENZIONISANJE RASKLOPNE OPREME U PRENOSNIM MREŽAMA	1213
19. Nenad Široki, Željko Trpovski, ULOGA FEMTOĆELIJA U RAZVOJU MOBILNIH MREŽA ZA PRENOS PODATAKA	1217
20. Jovan Vuković, UPRAVLJANJE ŽALUZINAMA PRIMENOM FAZI LOGIKE ZA OPTIMALNO ISKORIŠĆENJE SOLARNE ENERGIJE	1221
21. Jelena Apostolović, OPTIMIZACIJA KLIMATIZACIJE UPOTREBOM FUZZY REGULATORA	1225
22. Михаил Лукић, ГЕНЕРИЧКИ ГРАФИЧКИ ЕДИТОР DSL ИСКАЗА ЗА МОБИЛНЕ ПЛАТФОРМЕ	1229

23.	Mladen Ilić, Miloš Janković, Milko Leporis, JEDNO REŠENJE SISTEMA ZA REPRODUKCIJU MULTIMEDIJALNOG SADRŽAJA PUTEM DLNA PROTOKOLA NA ANDROID OS, konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2012. ...	1233
24.	Al-Bahluol Dakhil, REGULACIJA NIVOVA U SISTEMU REZERVOARA U POGONU ALKOHOLNE EKSTRAKCIJE ZASNOVANA NA RASPLINUTOJ LOGICI	1236
25.	Milica Ećimović, Predrag Vidović, UTICAJ NEUTRALNOG PROVODNIKA NA VREDNOST STRUJA KRATKIH SPOJEVA	1240
26.	Radislav Mihajlović, Vladimir A. Katić, STANJE IZGRADNJE VETROELEKTRANA U SRBIJI	1244
27.	Miroslav Jevtić, Vladimir Katić, Zoltan Čorba, MALE SOLARNE ELEKTRANE I KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE – PRIMER "FTN NOVI SAD"	1248
28.	Nebojša Stojiljković, LINEARNI OPTIMALNI REGULATORI PRIMENA NA ROBOTE SA INVERZIM KLATNOM	1252
29.	Павле Дакић, ИЗБОР ОПТИМАЛНИХ ВРЕДНОСТИ И ПОЗИЦИЈА КОНДЕНЗАТОРСКИХ БАТЕ- РИЈА У ДИСТРИБУТИВНИМ МРЕЖАМА ПРИМЕНОМ ГЕНЕТСКОГ АЛГОРИТМА	1256
30.	Darko Opala, IMPLEMENTACIJA EDITORA ZA PRIKUPLJANJE ZAHTEVA U OKVIRU KROKI ALATA	1261
31.	Avram Zeković, TEKSTUALNI DSL I INTERPRETER TOKA POSLOVA BAZIRAN NA ARPEGGIO PARSERU	1265
32.	Nenad Nikolić, DETEKCIJA I PRAĆENJE SPORIH OBJEKATA POMOĆU BESPILOTNE LETELICE PARROT AR DRONE 2.0	1269

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1.	Jelena Mijailović, KVALITET U KOMBINOVANOM TRANSPORTU	1273
2.	Никола Росић, ТЕХНИЧКИ АСПЕКТ И ЕФЕКТИ ПРИМЕНЕ СИСТЕМА У ВОЗИЛУ ЗА ПРИЛАГОЂАВАЊЕ БРЗИНЕ У САОБРАЋАЈУ	1277
3.	Mihaela Milaković, UPRAVLJANJE TRANSPORTNIM RIZICIMA U LANCIMA SNABDEVANJA	1281
4.	Милена Нинић, МЕТОДИ ПРОСТОПНЕ АНАЛИЗЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА СА ПЕШАЦИМА	1285
5.	Зоран Будаков, ИСТРАЖИВАЊЕ УСПОРЕЂА ТРАНСПОРТНИХ САСТАВА ПРИЛИКОМ КОЧЕЊА	1289
6.	Драган Буљешевић, СИСТЕМИ ЗА ПРАЋЕЊЕ ПОШИЉАКА У ГЛОБАЛНИМ ЛАНЦИМА СНАБДЕВАЊА: ПРИМЕР КУЕННЕ + NAGEL	1293
7.	Predrag Beloš, STAVOVI VOZAČA PUTNIČKIH AUTOMOBILA PREMA RIZICIMA U SAOBRĆAJU	1297
8.	Наташа Ивковић, НИВО КОРИШЋЕЊА СИГУРНОСНИХ ПОЈАСЕВА У ВОЗИЛУ	1301
9.	Марко Црнобрња, ПРИМЕНА КЛАСТЕР МЕТОДЕ У АНАЛИЗИ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА	1305

PRIMENA NANO ČESTICA U TEHNOLOGIJI ZAVARIVANJA

THE APPLICATION OF NANO PARTICLES IN WELDING

Maja Čordaš, Sebastian Baloš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj- U radu je prikazano ispitivanje uticaja nanočestica TiO_2 na obrazovanje mikrostrukture, a samim tim i na mehaničke osobine metala šava pri ručnom elektrolučnom zavarivanju niskougljeničnog čelika. Korišćene su celulozne elektrode za zavarivanje u čije su obloge infiltrirane hidrofilne nanočestice TiO_2 . Vremena infiltracije nanočestica u oblogu elektroda su različita. Upoređivanjem sa rezultatima metalografskih i mehaničkih ispitivanja zavarenih spojeva izvedenih nemodifikovanim celuloznom i rutilnom elektrodom ustanovljeno je da prisustvo nanočestica u elektrodnoj oblozi povoljno utiče na mikrostrukturu i mehaničke osobine metala šava.

Abstract- In this study, the influence of TiO_2 nanoparticles on microstructure and mechanical properties of low carbon steel weld metal using shielded metal arc welding is shown. Cellulose coated electrodes modified by the infiltrated hydrophilic TiO_2 nanoparticles were used. Different exposure times were tested. It has been determined that TiO_2 nanoparticles presence in cellulose electrode coating has beneficial influence on microstructure and mechanical properties of weld metal, both compared to an unmodified cellulose and rutile electrodes.

Ključne reči: ručno elektrolučno zavarivanje, obložene elektrode, nanočestice TiO_2 , mikrostruktura i mehaničke osobine metala šava.

1. UVOD

Ručno elektrolučno zavarivanje je postupak zavarivanja topljenjem pri čemu je izvor toplote električni luk koji se uspostavlja između topljive obložene elektrode i osnovnog materijala [1]. Obložene elektrode sastoje se iz metalnog jezgra cilindričnog oblika i obloge čiji hemijski sastav zavisi od traženih osobina materijala šava. Za postizanje adekvatnih mehaničkih osobina zavarenog spoja potrebno je posebnu pažnju posvetiti mikrostrukтури metala šava.

Pri zavarivanju niskougljeničnih čelika mikrostrukturu metala šava čine alotriomorfni ferit, Widmanstätten-ov ferit i igličasti ferit [2]. Mogu da se pojave i martenzit, zaostali austenit i izmenjeni perlit kod koga se nije obrazovala lamelarna struktura. Utvrđeno je da vrlo male količine određenih hemijskih elemenata mogu značajno da utiču na formiranje mikrostrukture, a time i na mehanička svojstva.

NAPOMENA:

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

Dakle, poboljšanje mehaničkih osobina šava metala podrazumeva formiranje odgovarajuće mikrostrukture što zahteva da se posebna pažnja posveti hemijskom sastavu metala šava. Jedan od načina uticaja na hemijski sastav metala šava je i preko izbora elektrode za zavarivanje ili preciznije preko sastava obloge elektrode na takav način da se omogući obrazovanje onog tipa uključaka na kojima će nastati intragranularni igličasti ferit [3]. Igličasti ferit značajno utiče na poboljšanje mehaničkih osobina metala šava i omogućava postizanje optimalnog odnosa čvrstoće i žilavosti. Zbog male veličine zrna i visokougane granice zrna ovaj oblik morfologije predstavlja snažnu barijeru širenju prslina. Naime, prslina menja pravac svaki put pri prelazu iz jedne pločice igličastog ferita u drugu jer su međusobno različito orijentisane [4]. Titanovi oksidi TiO , Ti_2O_3 i TiO_2 pokazali su se kao efikasni u formiranju mikrostrukture intergranularnog ferita u niskolegiranim čelicima i metalu šava. Na primer, fini uključci titan oksida ravnomerno raspoređeni unutar austenitnih zrna mogu se obezbediti upotrebom obloženih elektroda koje sadrže nano čestice TiO_2 [5]. Primenom nano čestica TiO_2 kod obloženih elektroda mogao bi se poboljšati njihov kvalitet, upotrebne karakteristike, kao i mehaničke osobine zavarenih spojeva.

Cilj ovog eksperimentalnog istraživanja je ispitivanje obrazovanja mikrostrukture i mehaničkih osobina metala šava pri ručnom elektrolučnom zavarivanju niskougljeničnog čelika uz upotrebu celulozne obložene elektrode modifikovane nano česticama TiO_2 .

2. EKSPERIMENTALNI RAD

Tokom eksperimentalnog istraživanja upotrebljeni su sledeći materijali:

- osnovni materijal za zavarivanje je čelični lim S275JR debljine $d=4$ mm,
- dodatni materijali za zavarivanje su celulozne elektrode Elvaco EL E58C prečnika $d_e=2,5$ mm i rutilne elektrode Elvaco EL E27R prečnika $d_e=2,5$ mm
- hidrofilne nano čestice Aeroxide TiO_2 P25 Evonik Degussa USA.

Tabela 1. Hemijski sastav osnovnog materijala (%)

C	Si	Mn	S	Cr	P
0,11	0,16	0,52	0,039	<0,002	0,011
Al	Cu	Mo	Ni	Ti	
0,006	0,35	0,012	0,083	<0,002	

Mehaničke osobine osnovnog materijala:

$R_m = 457$ MPa, $R_{p0,2\%} = 339$ MPa, HV5 = 162

Priprema elektroda za zavarivanje obuhvata infiltraciju nano čestica Aeroxide TiO_2 P25 u elektrodnu oblogu celuloznih elektroda, obeležavanje elektroda i sušenje

elektroda u sušilici. Da bi se izvršila infiltracija nano čestica u oblogu celuloznih elektroda pripremljena je homogena disperzija hidrofilnih nano čestica Aeroxide TiO₂ P25, tako što je u staklenoj posudi napravljena smeša od 5 mg hidrofilnih Aeroxide TiO₂ P25 nano čestica i 95 ml destilovane vode, koja je izložena delovanju ultrazvuka u trajanju od 10 min na sobnoj temperaturi u ultrazvučnoj kadi.

Pripremljena disperzija usuta je u sud ultrazvučne kade Emmi-5 Emag i u nju su potopljene celulozne elektrode. Tri grupe elektroda izložene su infiltraciji nano čestica TiO₂ iz disperzije.

Vremena infiltracije su:

I grupa	t=1 min
II grupa	t=5 min
III grupa	t=10 min

Pripremljene elektrode su obeležene i stavljene na sušenje u sušilicu Instrumentaria ST-05, gde su zagrevane na temperaturu od 50°C u trajanju od 30 minuta, a zatim na 100°C u trajanju od 30 minuta. Nakon toga je sušilica ugašena i elektrode su hladene do sobne temperature unutar sušilice.

Uzorci osnovnog materijala isečeni su na dimenzije (150x40x4) mm. Zavarivanje je izvedeno postupkom ručnog elektrolučnog zavarivanja obloženom elektrodom. Spoj je sučeoni, a položaj zavarivanja horizontalan. Izveden je I-šav sa razmakom jednakim prečniku jezgra elektrode (2,5 mm), u dva prolaza. Za zavarivanje je upotrebljen aparat Iskra Avtomatika E10.

Parametri režima zavarivanja isti su za sve uzorke i dati su u tabeli 1.

Tabela 2. Parametri režima zavarivanja

Prečnik elektrode d _e [mm]	Napon luka U [V]	Jačina struje I [A]	Brzina zavarivanja v _z [mm/s]	Vrsta struje
2,5	22	80	1,68	DC(+)

Zavarivanjem je izrađeno pet uzoraka:

- **Uzorak 0** – zavareni spoj izveden celuloznim elektrodama Elvaco EL E58C koja nije izlagana infiltraciji nano čestica TiO₂
- **Uzorak 1** – zavareni spoj izveden celuloznim elektrodama Elvaco EL E58C koje pripadaju grupi I elektroda koje su izlagane infiltraciji nano čestica TiO₂,
- **Uzorak 5** – zavareni spoj izveden celuloznim elektrodama Elvaco EL E58C koje pripadaju grupi II elektroda koje su izlagane infiltraciji nano čestica TiO₂,
- **Uzorak10** – zavareni spoj izveden celuloznim elektrodama Elvaco EL E58C koje pripadaju grupi III elektroda koje su izlagane infiltraciji nano čestica TiO₂,
- **Uzorak R** – zavareni spoj izveden rutilnim elektrodama Elvaco EL E27R prečnika d_e=2,5 mm.

Nakon zavarivanja izvršena su ispitivanja hemijskog sastava, mikrostrukture, zatezne čvrstoće, napona tečenja i tvrdoće metala šava. Ispitivanje hemijskog sastava osnovnog materijala i metala šava izvedeno je na optičko-emisionom spektrometru ARL-2460. Ispitivanje mikrostrukture izvršeno je na svetlosnom mikroskopu Leitz Orthoplan, a analizirane su mikrostruktura osnovnog materijala i mikrostruktura metala šava. Izvršena je standardna priprema uzoraka za metalografska ispitivanja na opremi Struers: isecanje, zatapanje uzoraka

u autopolimerizirajući akrilat, brušenje vodobrusnim papirima granulacije P150-P2500, poliranje uzoraka tkaninama za poliranje dijamantskim suspenzijama 6 μm, 3 μm i 1 μm i nagrizanje Nitalom (3% HNO₃ i 97% etanol).

Ispitivanje zatezanjem je izvedeno na mehaničkoj kidalici WPM ZDM 5/91 na sobnoj temperaturi. Epruvete za ispitivanje zatezanjem isečene su iz osnovnog materijala i svakog zavarenog spoja, poprečno u odnosu na šav sa suženjem koje obezbeđuje lom, odnosno ispitivanje samog metala šava. Ispitivanje tvrdoće izvršeno je na poprečnom preseku zavarenog spoja po Vickersu pri opterećenju od 5 kg na uzorcima za analizu mikrostrukture po završetku mikrostrukturne analize.

3. REZULTATI ISPITIVANJA

3.1. Hemijski sastav

Rezultati ispitivanja hemijskog sastava metala šava dati su u tabeli 3.

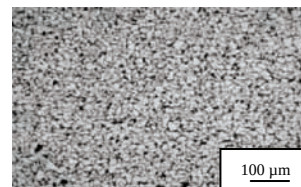
Tabela 3. Hemijski sastav metala šava (%)

	C	Si	Mn	S	Cr	P	Al	Mo	Ti
U0	0,15	0,20	0,442	0,014	0,028	0,014	0,006	0,003	0,001
U1	0,14	0,15	0,350	0,027	0,044	0,013	0,007	0,007	0,012
U5	0,13	0,15	0,361	0,028	0,067	0,015	0,005	0,009	0,011
U10	0,13	0,17	0,404	0,033	0,066	0,012	0,005	0,010	0,009
UR	0,08	0,28	0,402	0,027	0,055	0,014	0,005	0,0121	0,001

Sadržaj ugljenika u metalu šava uzoraka 0, 1, 5, 10 je viši nego u osnovnom materijalu, dok je kod uzorka R niži, jasno pokazujući karakter obloga elektroda. Sadržaj silicijuma u uzorcima 1, 5, 10 koji su zavarivani modifikovanim elektrodama je niži nego u uzorcima 0 i R koji su zavarivani nemodifikovanim elektrodama. Uzorci 1 i 5 imaju niži sadržaj silicijuma nego uzorak 10. Sadržaj mangana u uzorcima 1, 5, 10 je niži nego u uzorku 0. Sadržaj mangana u uzorcima 1 i 5 je niži nego u uzorku 10. Uzorci 1, 5, 10, imaju viši sadržaj titana nego uzorci 0 i R, što je u skladu sa vremenima infiltracije.

3.2. Mikrostruktura

Osnovni materijal ima mikrostrukturu koja se sastoji od ferita i perlita (slika 1.).



Slika 1. Mikrostruktura osnovnog materijala

Mikrostruktura stubičaste zone završnog prolaza šava prikazana je na slici 2.

Mikrostrukture dobijene različitim tipovima elektroda:

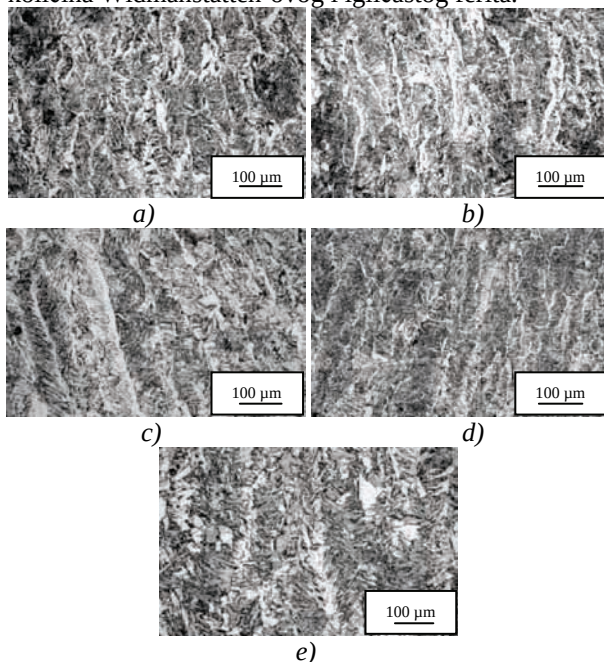
-**Uzorak 0** : grubozrnasti Widmanstätten-ov ferit i igličasti ferit,

-**Uzorak 1** : alotriomorfni ferit smešten po granicama zrna, igličasti ferit i mala količina Widmanstätten-ovog ferita,

-**Uzorak 5** : alotriomorfni i igličasti ferita sitnijeg zrna i male količine Widmanstätten-ovog ferita,

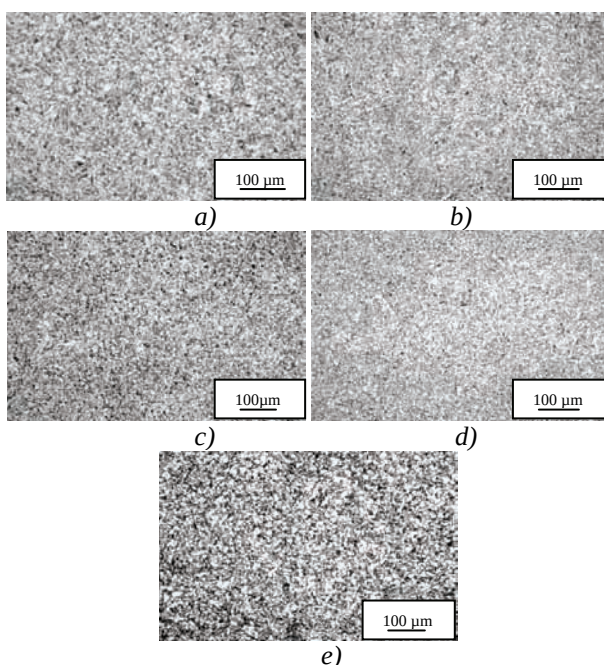
-**Uzorak 10:** sitnozrnasti igličasti i alotriomorfni ferit smešten po granicama zrna i veoma mala količina Widmanstätten-ovog ferita.

-**Uzorak R :** alotriomorfni ferit grubog zrna i mala količina Widmanstätten-ovog i igličastog ferita.



Slika 2. Mikrostruktura stubičaste zone završnog prolaza šava: a) Uzorak 0, b) Uzorak 1, c) Uzorak 5, d) Uzorak 10, e) Uzorak R

Mikrostruktura prvog prolaza šava, normalizovana završnim prolazom, za svaki uzorak prikazana je na slici 3.



Slika 3. Mikrostruktura prvog prolaza šava normalizovana završnim prolazom a) Uzorak 0, b) Uzorak 1, c) Uzorak 5, d) Uzorak 10, e) Uzorak R

Uzorci zavareni modifikovanim elektrodama imaju mikrostrukuru koja se odlikuje sitnijim zrnom u odnosu na mikrostrukuru zavarenih spojeva izvedenih

nemodifikovanim elektrodama. Najfiniju feritnu mikrostrukuru ima uzorak 10 koji je izveden modifikovanim celuloznom elektrodom sa najdužim vremenom infiltracije.

3.3. Zatezna čvrstoća i napon tečenja

Srednje vrednosti zatezne čvrstoće i napona tečenja zavarenih uzoraka date su u tabeli 4.

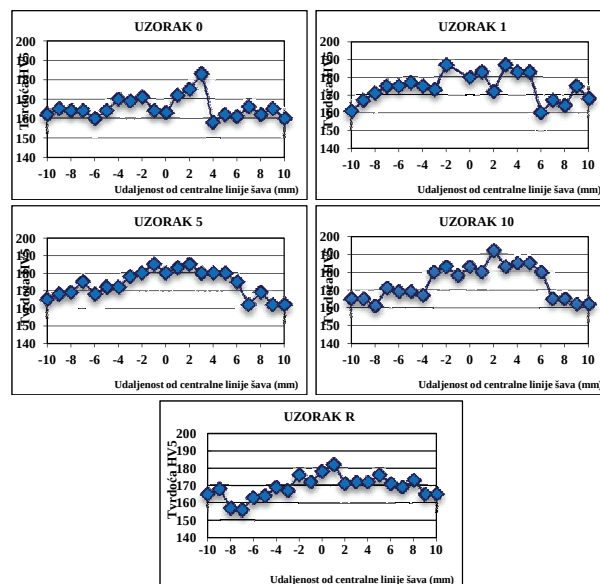
Tabela 4. Zatezna čvrstoća i napon tečenja zavarenih uzoraka

	Zatezna čvrstoća R_m [MPa]	Napon tečenja $R_{p0,2\%}$ [MPa]
Osnovni materijal	457	339
Uzorak 0	441	350
Uzorak 1	475	358
Uzorak 5	496	395
Uzorak 10	514	400
Uzorak R	472	362

Napon tečenja i zatezna čvrstoća uzoraka 1, 5, 10, izvedenih modifikovanim elektrodama viši su nego kod uzoraka 0 i R izvedenih nemodifikovanim elektrodama. Kod uzoraka 1, 5, 10 napon tečenja i zatezna čvrstoća rastu sa porastom vremena infiltracije nano čestica TiO_2 .

3.4. Tvrdća

Promene tvrdoće u zavisnosti od rastojanja od ose simetrije šava za sve uzorke prikazane su dijagramima na slici 4. Uzorci 1, 5, i 10 koji su zavarivani modifikovanim elektrodama imaju izražen porast tvrdoće u metalu šava u odnosu na osnovni materijal u poređenju sa uzorcima 0 i R koji su zavarivani nemodifikovanim elektrodama.



Slika 5. Dijagrami promene tvrdoće u zavisnosti od udaljenosti od centralne linije šava

4. DISKUSIJA

Povišen sadržaj ugljenika u metalu šava kod uzoraka 0, 1, 5 i 10 zavarivanih celuloznim elektrodama posledica je dospeća ugljenika iz elektrodne obloge u rastopljeni metal šava tokom zavarivanja. Sadržaj silicijuma i mangana kod uzoraka 1, 5, 10 zavarivanih modifikovanim elektrodama

niži je u odnosu na uzorke 0 i R zavarivane nemodifikovanim elektrodama što je posledica hemijskih reakcija koje su rezultat povišenog sadržaja kiseonika u atmosferi zavarivačkog luka, zbog redukcije TiO_2 :



U uzorcima 1, 5, 10, koji su zavarivani modifikovanim elektrodama, povišen sadržaj Ti i O utiče na dodatnu oksidaciju zone topljenja. Naime, zbog visoke temperature zavarivačkog luka dolazi do redukcije TiO_2 usled čega se u metalu šava javlja velika količina kiseonika. Taj kiseonik uzrokuje nastanak titanovih oksida. Obzirom da ima najvišu tačku topljenja-očvršćavanja, prvi se formira Ti_2O_3 na temperaturi 2130°C ($\text{TiO} - 1750^\circ\text{C}$, $\text{TiO}_2 - 1843^\circ\text{C}$, $\text{MnO} - 1945^\circ\text{C}$, $\text{SiO}_2 - 1600^\circ\text{C}$).



Zatim se oko oksidnog uključka Ti_2O_3 obrazuje sloj manganovog oksida (MnO), oko kojeg se obrazuje sloj silicijum dioksida (SiO_2), nakon što se Mn iz okoline "potroši" na oksidaciju oko Ti_2O_3 .

Prisustvo nano čestica TiO_2 u rastopljenom metalu pospešuje obrazovanje oksidnih uključaka i formiranje mikrostrukture igličastog ferita kroz mehanizam inokulacije tokom procesa kristalizacije [4]. Veličina zrna u normalizovanoj mikrostrukтури prvog prolaza šava uslovljena je veličinom zrna u stubičastoj zoni završnog prolaza šava. Uzorak 10 ima najfiniju sitnozrnastu strukturu u normalizovanoj zoni u poređenju sa ostalim uzorcima. Što je vreme infiltracije nano čestica TiO_2 duže to je u mikrostrukтури metala šava prisutna veća količina igličastog ferita. Efikasnosti zavarenih spojeva po zateznoj čvrstoći i naponu tečenja date su u tabeli 5.

Tabela 5. Efikasnost zavarenih spojeva po naponu tečenja i zateznoj čvrstoći

	$(R_{mZS}/R_{m0}) \cdot 100$ [%]	$(R_{p0,2\%ZS}/R_{p0,2\%0}) \cdot 100$ [%]
U1	108	102
U5	112	113
U10	117	114

Najvišu efikasnost po zateznoj čvrstoći i naponu tečenja ima zavareni spoj na uzorku 10 kod koga je vreme infiltracije nano čestica najduže. Obzirom da uzorci 1, 5, 10, imaju više mehaničke osobine nego uzorci 0 i R, konstatuje se da prisustvo nano čestica TiO_2 u elektrodnoj oblozi utiče na poboljšanje mehaničkih osobina zbog prisustva sitnozrnaste mikrostrukture. Ta veza između veličine zrna i napona tečenja iskazana je Hall-Petch-ovom relacijom [6]:

$$R_{p0,2\%} = \sigma_0 + K \cdot d^{-1/2} \quad (4)$$

$R_{p0,2\%}$ – napon tečenja u [MPa],

σ_0 – naprezanje koje je potrebno primeniti da se savlada trenje rešetke i izazove klizanje u unutrašnjosti zrna u [MPa],

K – Hall-Petch-ova konstanta u [$\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$],

d – prečnik zrna u [m].

Porast tvrdoće u metalu šava kod uzoraka 1, 5, 10 u odnosu na osnovni materijal može objasniti činjenicom da

je kod ovih uzoraka zbog prisustva nanočestica TiO_2 došlo do promena u mikrostrukтури i usitnjavanja zrna u metalu šava što povoljno utiče na poboljšanje mehaničkih osobina i porast tvrdoće.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu predstavljenih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Nano čestice TiO_2 koje iz elektrodne obloge dospevaju u rastopljeni metal šava utiču na porast sadržaja titana i snižavanje sadržaja mangana i silicijuma usled procesa oksidacije i dezoksidacije.
- U mikrostrukтури stubičaste zone kod modifikovanih elektroda opada udeo Widmanstätten-ovog ferita, a raste udeo igličastog ferita.
- Prisustvo nano čestica TiO_2 podstiče usitnjavanje zrna ferita u normalizovanoj zoni što dovodi do poboljšanja mehaničkih osobina metala šava kod uzoraka zavarivanih modifikovanim elektrodama u odnosu na uzorke zavarivane nemodifikovanim elektrodama.

6. LITERATURA

- [1] Palić V., "Zavarivanje", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1987.
- [2] Bhadeshia H. K. D. H., "Case Study: Weld Microstructure", Department of Material Science & Metallurgy, University of Cambridge, izvod sa predavanja
- [3] David S. A., Babu S. S., Vitek J. M., "Advances in welding science and technology", Metals and Ceramics Division, Oak Ridge National Laboratory, 1995.
- [4] Prokić-Cvetković R., Milosavljević A., Popović O., Kovačević K., "Acikularni ferit metala šava niskougljeničnih čelika", Integritet i vek konstrukcija, Vol.5 br.1, 2005., str. 31-43
- [5] Fattahi M., Nabhani N., Vaezi M. R., Rahimi E., "Improvement of impact toughness of AWS E 6010 weld metal by adding TiO_2 nanoparticles to the electrode coating", Materials Science and Engineering A 528, 2011., str. 8031-8039
- [6] Šiđanin L., "Mašinski materijali III", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, izvod sa predavanja.

Kratka biografija:



Maja Čordaš rođena je u Mostaru 1969. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstvo – Materijali i tehnologije spajanja odbranila je 2015. god.



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

SIMULACIJE KAO METODA OPTIMIZACIJE

SIMULATION AS A METHOD OF OPTIMIZATION

Jelena Tatalović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Rad opisuje simulacije kao alat savremenih inženjera kao i pristup rešavanju problema primenom ovog alata. Predstavljen je softver za simulacije tokova materijala, *Enterprise Dynamics (ED)*. Naveden je primer simulacije i optimizacije pogona za flaširanje vode. Opisan je način na koji je kreiran model, tok eksperimenta i rezultati simulacija trenutnog stanja kao i predlozi unapređenja sistema nakon simulacije.

Abstrakt - This paper describes simulation as a tool of modern engineers and reached via solving problems by using this tool. Presented is a software simulation, *Enterprise Dynamics (ED)*. A case of simulation and optimization of the bottling plant. It describes how the model was created, current experiments and the results of the actual situation and after simulation.

Ključne reči – simulacije, tokovi materijala, optimizacija.

1. UVOD

2

Usled globalizacije i sve razvijenije tehnike i nauke i sve većeg broja proizvoda koje treba dostaviti sa jednog kraja sveta na drugi, postoji potreba za brzim prilagođavanjem zahtevima tržišta, što iziskuje brzo prepakivanje i prosleđivanje robe sledećoj kariki u lancu snabdevanja i dobru organizaciju rada. Težnja da troškovi budu minimalni je uvek prisutna, a nepotrebne je poželjno eliminisati. Simulacije su alat koji prikazuje dešavanja unutar nekog sistema u definisanom vremenu i otkriva prostor za optimizaciju tokova materijala.

U ovom radu predstavljene su simulacije na način da čitalac stekao sliku o prednostima korišćenja simulacija. Predstavljen je softverski program **Enterprise Dynamics (ED)**, kao alat za simuliranje tokova materijala. Usklađenost kapaciteta nekog pogona igra vrlo važnu ulogu kako sa ekonomskog aspekta, tako i sa tehničkog, ukoliko postoje neka ograničenja uslovljena radom ostalih mašina u proizvodnom lancu. U ovom radu opisane su simulacije kao alat savremenih inženjera kao i pristup rešavanju problema primenom ovog alata. Opisan je primer simulacije i optimizacije pogona za flaširanje vode. Opisan je način na koji je kreiran model, tok eksperimenta i rezultati simulacije trenutnog i stanja nakon predloženih unapređenja pogona.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Milosav Georgijević

2. SIMULACIJE KAO ALAT

U ovom radu predstavljene su simulacije kao alat za optimizaciju. Optimalno rešenje je diskutabilno ako problem posmatramo sa duže vremenske distance. Stoga se optimizacija sagledava kao večiti i trajan proces. Mogućnost sagledavanja promena u realnom vremenu upravo daju simulacije. Variranjem parametara u razumnim granicama odstupanja dobijaju se različita ponašanja sistema. Simulacijama se mogu pratiti i dinamički procesi u fazama planiranja, projektovanja, konstruisanja i eksploatacije. Primena simulacija u procesu optimizacije obavlja se u nekoliko koraka :

1. Uočavanje problema ili postavljanje konkretnog cilja od upravljačkog sektora;
2. Početne analize i testiranje graničnih uslova;
3. Predlozi rešenja, analize istih i testovi prihvatljivosti;
4. Predhodne tehnološko-ekonomske analize radi konačne ocene prihvatljivosti.

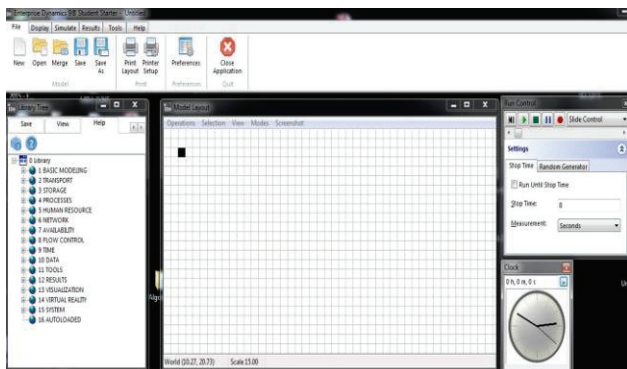
2.1. Računarski softver *Enterprise Dynamics (ED)* kao alat za simuliranje

Programski paket ED namenjen je za simulacije tokova materijala u proizvodnim linijama, skladišnim sistemima, aerodromima, transportnim sistemima, ugostiteljskim objektima itd. Pre izvršenja simulacije potrebno je kreirati virtualni model od zadovoljavajućeg broja elemenata tvz. atoma, međusobno povezanih u funkcionalnu celinu. Verodostojnost virtualnog modela u odnosu na realan zavisi od preciznosti korišćenih parametara (polaznih podataka). Parametri iz realnog sistema zadaju se preko parametara matematički razumljivih programu u nekom vremenskom intervalu.

Vrednosti zadatih parametara određuju stohastiku tokom simulacije (slaganje verovatnoće u vremenskom intervalu) i samog rezultata na kraju. Virtualni model treba da sadrži one elemente realnog sistema koji imaju uticaj na sam tok procesa.

Istim atomom se mogu predstaviti različiti procesi.

”Po aktiviranju ED, na monitoru se pojavljuje prozor sa tri celine: Tool bar, Library Tree i Model Layout, kako je pokazano na slici 1. U Tool bar-u su smeštene ikonice sa atomima i alati za rad u softveru. Odmah ispod njega, na levoj strani prozora, nalazi se Library tree. To je lista svih atoma korišćenih za gradnju modela. Sadrži 16 grupa u okviru kojih su razvrstani atomi prema funkciji” [3]



Slika 1. ED Korisnički interfejs

Radni prozor softvera sadrži i prozor za izradu modela, sat za merenje proteklog vremena i prozor za podešavanje toka simulacije.

Praćenje rezultata obavlja se na četiri načina:

1. Putem zbirnog izveštaja;
2. Putem grafikona;
3. Putem grafičkih monitora;

Putem informacija na samom atomu tokom simuliranja.

3. PRIMENA SIMULACIJA NA PRIMERU FLAŠIRANJA VODE

Pogon za flaširanje vode ima tri nezavisne linije za punjenje ambalaže različite zapremine. Na prvoj liniji vrši se punjenje boca zapremine 0,25 l, 0,5 l i 1,5 l. Na drugoj liniji vrši se punjenje ambalaže zapremine 5l, a na trećoj zapremine 18,9 l.

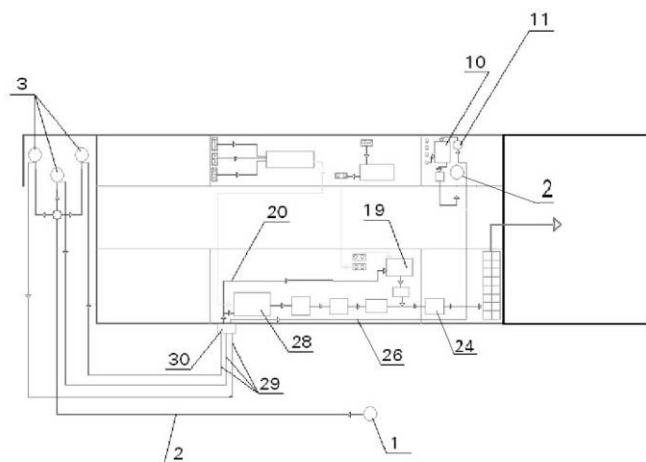
Prva linija sadrži sledeće mašine: duvaljku (proizvodnja ambalaže iz predformi), vazdušni transporter (transport praznih boca vazdušnom strujom do mašine za punjenje), monoblok (mašina za ispiranje, punjenje i zatvaranje), mašinu za etiketiranje, liniju za termopakovanje (sadrži separator, mašinu za pakovanje paketa u foliju i tremotunel), paletizer. Pločasti transporter transportuju pune boce do naredne mašine.

Druga linija sadrži sledeće mašine: duvaljku (proizvodnja ambalaže iz predformi), monoblok (mašina za ispiranje, punjenje i zatvaranje), mašinu za etiketiranje i paletizer. Proizvedenu praznu ambalažu za dalji tok procesa priprema operator. Transport pune ambalaže vrši se pločastim transporterima. Isti paletizer opslužuje prvu i drugu liniju.

Treća linija sadrži sledeće mašine: monoblok (mašina za ispiranje, punjenje i zatvaranje), paletizer. Transport punih paleta vrši se paletnim kolicima.

Na slici 2 prikazan je dispozicioni crtež i tok sirovine od izvora do mesta punjenja. Data je skica zgrade fabrike, cevovod, označeno je mesto izvora i rezervoari. Sirovina (voda) iz izdava (1), pumpom se uvodi u cevovod (2) i transportuje do rezervoara (3), gde se vrši akumulacija. Kasnije se cevovodom (4) sprovodi do mesta račvanja (30). Odatle jedan vod sprovodi sirovinu do linija za

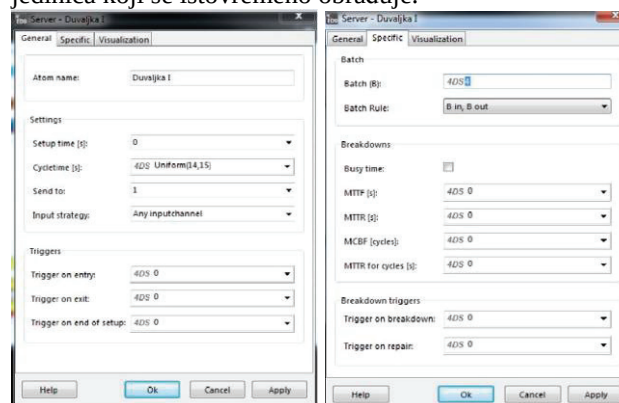
punjenje I i II (28) i (19). Drugi vod sproveden je do linije III (10).



Slika 2. Dispozicioni crtež toka sirovine od izvora do skladišta

3.1. Kreiranje modela

Predstavljena su vremena trajanja ciklusa (kapacitet mašina), stohastika ulaza i izlaza iz mašina, transportera i međuskladišta. U modelu je prikazan tok boce od stanja predforme do gotovog proizvoda u skladištu. Mašine su predstavljene atomima Server, vazdušni transporter atomima ne akumulirajućeg transportera i pločasti transporteri, Non Accumulating Conveyor,. Operatori su predstavljeni viljuškarima, Transporter i Advanced Transporter na drugoj liniji i transporter na trećoj. Na drugoj liniji je korišćen atom Advanced Transporter jer pruža mogućnost podešavanja broja komada koji se istovremeno transportuje. Opsluživanje paletizera i skladišta vrši viljuškar, te je predstavljen atomom Transporter. Na slici 3 prikazan je radni prozor sa opcijama za promenu parametara za mašinu za formiranje ambalaže. Definisano je polje Cucletime, gde je određeno vreme trajanja ciklusa, Batch Rule, gde je određen broj jedinica koji se istovremeno obrađuje.



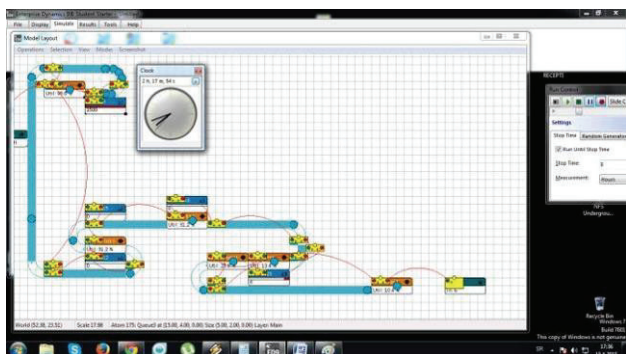
Slika 3. Prikaz radnog prozora sa opcijama za promenu parametara; duvaljka na liniji I

3.2. Osmišljavanje toka eksperimenta

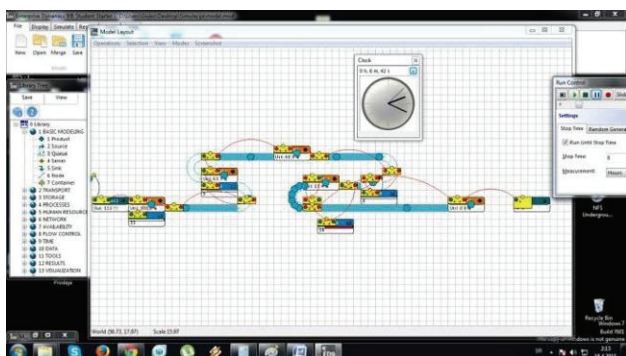
Tok ekperimenta je usmeren od postavljanja realnog stanja pogona ka uočavanju uskih grla, neusklađenosti kapaciteta mašina i transportera, dužine transportera, prostornog rasporeda mašina. Puštanjem probne simulacije uočavaju se problemi.

Tokom simulacije primećeno je zagušenje na ulazu u vazdušni transporter, što predstavlja problem za preostale mašine u nizu jer ne ostvaruju svoj pun kapacitet. Dužina vazdušnog transportera je velika što dodatno utiče na neiskorišćenost preostalih mašina. Na slici 4 prikazan je kreiran model jedne linije za flaširanje od faze skladištenja predforme do gotovog proizvoda spremnog za otpremanje.

Optimizacija je urađena na prostornom rasporedu. Mašina za proizvodnju ambalaže – duvaljka je premeštena na pravac monobloka i time znatno skraćena dužina vazdušnog transportera. Promenom ovog uslova preostale mašine u nizu ostvaruju skoro pun kapacitet. Na slici 5 prikazan je izgled modela nakon optimizacije.



Slika 4. Model prve linije od proizvodnje ambalaže do skladišta



Slika 5. Model prve linije od proizvodnje ambalaže do skladišta nakon optimizacije

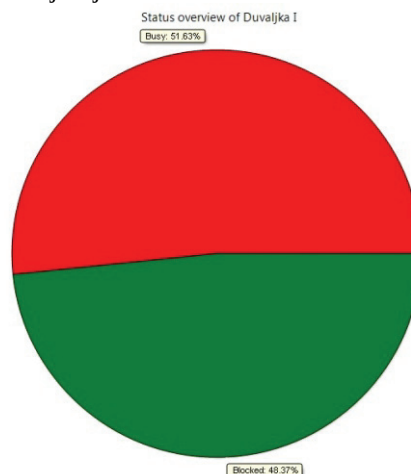
3.3. Rezultat simulacije

Nakon simuliranja rada pogona u trajanju od 8 časova dobijeni su rezultati koji su prikazani dijagramima. U ovom radu prikazani su dijagrami za duvaljku na prvoj liniji.

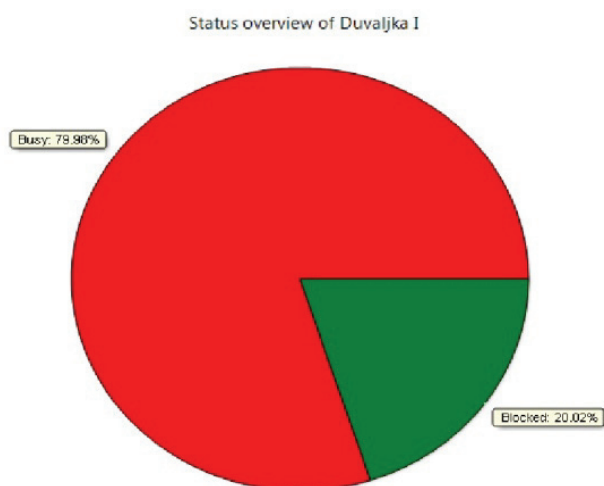
Na slici 6 prikazan je dijagram iskorišćenosti duvaljke na prvoj liniji pre optimizacije. Dijagram prikazuje da je mašina 51,63% zauzeta, a 48,37% blokirana, što praktično ukazuje na zagušenje koje se javlja na izlazu iz duvaljke. Posledica je neiskorišćen kapacitet mašine.

Na slici 7 prikazan je dijagram iskorišćenosti duvaljke nakon optimizacije. Dijagram prikazuje da je iskorišćenost mašine 79,98%, a 20,02% vremena je blokirana rad. Uzrok blokade je tehnička i tehnološka

nesavršenost vazdušnog transportera. Drugi vid transporta u ovom tehnološkom procesu i obimu proizvodnje nije ekonomski opravdan, te nije ni uzet u razmatranje kao predlog poboljšanja.



Slika 6. Dijagram iskorišćenosti duvaljke na prvoj liniji pre optimizacije



Slika 7. Dijagram iskorišćenosti duvaljke na prvoj liniji nakon optimizacije

4. ZAKLJUČAK

Zahtevi savremenog načina života i globalizacija ljudi i robe postavljaju pred inženjere i logističare velike izazove. Logistika je složena oblast proučavanja i od velikog značaja je pravilan pristup problemu. Tokovi materijala imaju veliki značaj. Kratki vremenski rokovi sa jedne strane, a velika očekivanja za preciznošću davanja vremenskih rokova i delovanja sa druge strane, postavlja velike izazove posedovanja palete znanja i veština kako bi odgovorili na zahteve današnjice.

Simulacije su moćan alat savremenih inženjera. Neophodno je dobro poznavanje softvera i kreativnost inženjera. Sa druge strane mogućnosti koje pružaju simulacije su velike. Kao što je već navedeno, simulacije pružaju mogućnost smanjenja troškova ili izbegavanje nepotrebnih, što u velikim sistemima ima znatan uticaj.

U ovom radu je urađena simulacija na primeru pogona za flaširanje vode.

Sistem za flaširanje vode sadrži tri linije za flaširanje ambalaže različite zapremine. Na primeru je urađena simulacija stvarnog stanja pogona, a potom su predložene promene u cilju optimizacije. Urađena je i simulacija pogona sa predloženim promenama. Rad pogona je simuliran u toku rada jedne smene. Obzirom da ne postoje uticajne oscilacije u proizvodnji smatrano je da je jedna radna smena dovoljno vreme za simuliranje.

Analiziranjem uticaja usklađenosti kapaciteta proizvodnog pogona kao i prostorni raspored mašina i transportera, možemo zaključiti da ovi faktori imaju veliki uticaj na efikasnost sistema, a samim tim i ekonomsku opravdanost.

Na liniji postoji usko grlo na ulazu u vazdušni transporter usled nepostojanja pogona boca nakon izlaza iz mašine za duvanje ambalaže, te je potreban operator koji bi otklonio nastalo zagušenje. Sama dužina vazdušnog transportera kao i visina elevacije utiču na efikasnost ostalih mašina u nizu. Prostornim premeštanjem duvaljke kod monobloka I skraćena je dužina vazdušnog transportera i izbagnuta elevacija. Uklanjanje transportne krivine ispred separatora, skraćeno dužina transportera i postavljanje linije za tremopakovanje i paletizera i u istu vertikalnu ravan, rezultiralo dobrim vremenskim iskorišćenjem ostalih mašina u proizvodnom procesu.

Simulacije rada ovog sistema trajale su par minuta. Na osnovu dobijenih rezultata nastavljen je tok ekperimenta, promenjeni su parametri i izvršena optimizacija. Simuliranje rada optimizovanog sistema takođe su trajale par minuta. Iz navedenog jasno se zaključuje da su simulacije koristan alat za brzo i lako sagledavanje rada sistema. Istraživanja bi trebalo nastaviti u pravcu problematike fabričkog skladištenja, regionalnog i kontinentalnog transporta i skladištenja.

5. LITERATURA

- [1] Milosav Georgijević: Simulacije, Univerzitet u Novom Sadu,
- [2] Pavlović Vukašin: Diplomski – Bachelor rad, Projektovanje i optimizacija regalnih skladišta uz primenu simulacija kao metoda za optimizaciju, Novi Sad 2014.
- [3] Radanović Rade: Teorija modeliranja i simulacija, FTN – skripta, Univerzitet u Novom Sadu, 2005.

Kratka biografija:



Jelena Tatalović rođena je u Vršcu 1984. god. Diplomski-master rad je branila na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva - Mašinske konstrukcije, transportni sistemi i logistika, 2015.god.

TEHNO - EKONOMSKA ANALIZA UVOĐENJA SOLARNOG SISTEMA KAO DODATNOG IZVORA ENERGIJE U STAMBENOM OBJEKTU**TECHNO - ECONOMICAL ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF THE SOLAR SYSTEM AS AN ADDITIONAL SOURCE OF ENERGY IN RESIDENTIAL BUILDING**Marko Manevski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj - Cilj ovog rada je utvrđivanje opravdanosti ulaganja u izgradnju solarnog sistema kao dodatnog izvora energije na primeru jednogodišnjeg stambenog objekta.

Abstract - The aim of this Paper is establishing justification of the investment into the implementation of the solar system as an additional source of energy in analyzed single-family residential building

Ključne reči - Tehno - ekonomska analiza, solarna energija, zgradarstvo

1. UVOD

Zbog povećanja cene fosilnih goriva i neophodnosti primene svih ekoloških i inženjerskih mera da se spreči globalno zagrevanje i smanji zagađenje životne sredine, postoji sve veća potreba za korišćenjem obnovljivih izvora energije. Jedan od takvih izvora energije je Sunčeva energija.

1.1 Cilj rada

Cilj ovog rada je da se na primeru jednogodišnjeg stambenog objekta utvrdi koliko je energije potrebne za grejanje i pripremu tople potrošne vode kada objekat koristi konvencionalni sistem grejanja i pripreme TPV i kada se takav sistem kombinuje sa solarnim sistemom kao dodatnim izvorom toplote. Na osnovu uporednog proračuna gubitaka toplote i godišnje potrošnje ova dva sistema, utvrđuje se kolike su uštede u potrošnji energenata, koliko se smanjila emisija CO₂ i za koji vremenski period bi se isplatilo ulaganje u solarni sistem kao dodatni izvor toplote za grejanje i pripremu TPV. Osnovna pitanja kojima se ovaj rad bavi su:

- **Arhitektonski plan kuće** kao i potrebni materijali za izradu zidova.
- **Koliki su gubici u grejanju prostorija**, što je od velikog značaja za izbor kotla.
- **Koliki je broj radijatora** neophodan za zagrevanje prostorije kao i njihova snaga, a da se ne izgubi na komforu same prostorije.
- **Dobijanje parametara** neophodnih za odabir opreme koja će biti ugrađena u sistem grejanja.
- **Uporedni proračun godišnje potrošnje energije, potrošnje goriva i emisije CO₂** dva gore navedena sistema.

- **Određivanje vremenskog perioda** za koji će se isplatiti ulaganje u solarni sistem koji je odgovoran za uštede energije i smanjenje emisije štetnih gasova.

2. UPOTREBA SOLARNE ENERGIJE U ENERGETSKIM SVRHAMA

Na Zemljinoj površini dospevaju dve komponente Sunčevog zračenja: direktno Sunčevo zračenje i indirektno ili difuziono zračenje. Zbog većeg broja oblačnih i maglovitih dana u zimskom periodu, veći deo Sunčevog zračenja na Zemlju dolazi u vidu difuzionog zračenja

Da bi se direktna Sunčeva energija koristila u praksi ona mora da se transformiše u toplotnu, električnu ili hemijsku energiju. Uređaji koji pretvaraju solarnu energiju u električnu energiju nazivaju se fotonaponski solarni paneli, a solarnu u toplotnu energiju - solarni kolektori.

2.1 Solarni kolektori

Solarni kolektori po konstrukciji i načinu funkcionisanja se dele na **ravne i fokusirajuće**. Ravni kolektori skupljaju globalno Sunčevo zračenje i transformišu ga u toplotu do 100 °C, a fokusirajući postižu temperature i do 3.000 °C sistemom ogledala različitih oblika. Za grejanje prostorija i pripremu tople potrošne vode analiziranog stambenog objekta koriste se ravni pločasti kolektori (Slika 1).

Solarni pločasti kolektori se sastoje iz tri dela: apsorbera, toplotne izolacije i zastakljenja. Apsorber je ravna ploča napravljena od materijala koji dobro apsorbuje Sunčevo zračenje i premazana je matcrnom bojom u kojoj teče transportni medijum i odvodi toplotu dobijenu Sunčevim zračenjem. Toplotna izolacija sprečava gubitak toplote iz kolektora na njegovim bočnim stranama, posebno sa donje strane. Zastakljenje može biti jednostuko i dvostruko, a u retkim slučajevima i trostruko, a njegova uloga je formiranje efekta staklene bašte u kolektoru i zaštita kolektora od spoljašnjih meteoroloških promena.



Slika 1 - Ravni pločasti kolektor

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada, čiji mentor je bila doc. dr Branka Gvozdenac-Urošević.

Pored ravnih pločastih kolektora, koriste se i cevni ili vakuumski kolektori, koji imaju vakuumirane cevi, čime su im toplotni gubici ka okolini svedeni na minimum. Transport toplote se vrši direktno, s tim što tečnost struji kroz apsorber, ili indirektno, pomoću grejne cevi. Pogodni su za montažu na krovove sa nepovoljnim nagibom. Cevno – vakuumski kolektori imaju za oko 35% veći stepen iskorišćenja, ali su za oko 70% skuplji od pločastih kolektora.

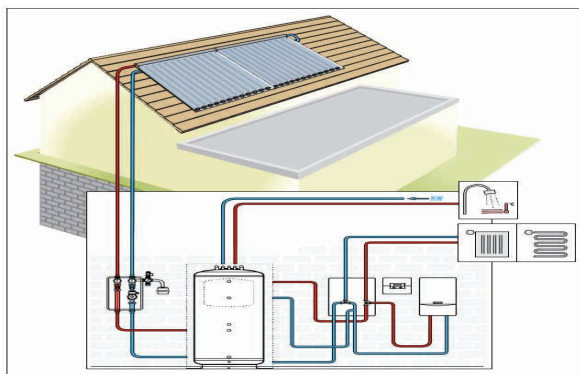


Slika 2 - Cevno-vakuumski solarni kolektor

2.2 Ostali delovi solarnog sistema za grejanje prostorija i pripremu tople potrošne vode

Da bi jedan solarni sistem funkcionisao na pravi način neophodna je dobra usklađenost solarnog kolektora sa solarnim rezervoarom. Postoje dve vrste solarnih rezervoara: bivalentni (dvostruki izmenjivač) ili kombinovani rezervoar.

Solarna cevna grupa objedinjuje sve sigurnosne i regulaciono - tehničke komponente neophodne za rad solarnog sistema i osigurava prenos apsorbovane Sunčeve energije od solarnih kolektora do solarnog rezervoara (cirkulaciona pumpa, termometri, manometar, sigurnosni ventil, priključak za ekspanzionu posudu ...). Slične karakteristike ima i solarna stanica. Sa solarnom stanicom se povezuje hidraulični blok i ekspanzionu posudu. Veličina ekspanzione posude se određuje na osnovu zbira zapremine kolektora i ekspanzijske zapremine solarne tečnosti.



Slika 3 - Šematski prikaz solarnog sistema za grejanje i pripremu TPV

Solarna regulacija je mozak svakog solarnog sistema, a njena osnovna funkcija je uključivanje solarne cirkulacione pumpe odmah nakon prekoračenja temperaturske razlike između kolektora i rezervoara, tj. smanjena ispod podešenih vrednosti. Ukoliko nema dovoljno Sunca, ona uključuje uređaj za dogrevanje kako bi se voda u solarnom rezervoaru zagrejala na podešenu vrednost.

3. PRIMER PRIMENE SOLARNOG SISTEMA ZA GREJANJE I PRIPREMU TPV

3.1 Opis analiziranog stambenog objekta

Na osnovu arhitektonskog plana kuće, utvrđuje se da je korisna površina kuće oko $63,62 \text{ m}^2 + 44,4 \text{ m}^2$. Kuća je sa prizemljem i grejanim tavanjskim prostorom i ima osam prostorija. Od tavanjskog prostora su napravljene tri prostorije: spavaća soba, WC i ostava koja predstavlja negrejanu prostoriju koja će služiti kao kotlarnica.

U sklopu prizemlja nalazi se pet prostorija: ulazni hodnik sa kuhinjom, kupatilo, dnevna soba, spavaća soba i radna soba. Površine prostorija u prizemlju su: $0,1 - 12,07 \text{ m}^2$, $0,2 - 4,58 \text{ m}^2$, $0,3 - 26,53 \text{ m}^2$, $0,4 - 9,74 \text{ m}^2$, $0,5 - 9,74 \text{ m}^2$. U sklopu tavanjskog prostora nalaze se tri prostorije: spavaća soba, WC i ostava. Površine prostorija u prizemlju su: $1,1 - 26,53 \text{ m}^2$, $1,2 - 6,82 \text{ m}^2$ i ostava – $11,05 \text{ m}^2$. Prizemlje i tavanjski prostor su povezani rasklopivim tavanjskim merdevinama.

3.1.1 Specifikacije zidova i drugih delova

Svi spoljašnji zidovi su od šuplje opeke sa produžnim krečnim malterom debljine 25 cm obloženom Knauf Rock TF izolacijom (tvrda kamena vuna) debljine 10 cm. Kod spoljnog zida u kupatilu nalazi se i sloj keramičkih pločica. Svi spoljašnji zidovi su malterisani sa unutrašnje i spoljašnje strane slojem cementnog maltera. Kuća ima različite tipove unutrašnjih zidova u zavisnosti od debljine, i to:

Unutrašnji zid debljine 25 cm – dva sloja cementnog maltera debljine po 2 cm i YTONG bloka 2,5/0,35 debljine 25 cm (u slučaju kupatila i kuhinje dodaje se sloj keramičkih pločica debljine 1 cm); Unutrašnji zid debljine 12 cm – dva sloja cementnog maltera debljine po 2 cm i YTONG bloka 3,0/0,45 debljine 12 cm (u slučaju kupatila, kuhinje ili WC-a dodaje se sloj keramičkih pločica debljine 1 cm). Pod na tlu je na nabijenoj zemlji debljine 40 cm i tampon šljunka debljine 64 cm između njih je PVC folija. Iznad šljunka je beton debljine 10 cm, meka PVC folija, zatim kamena vuna Knauf Rock Z debljine 10cm, preko koje ide PVC folija i cementni estrih.

Na kraju se postavlja laminat (ulazni hodnik i sobe) ili pločice (kuhinja i kupatilo). Međuspratna konstrukcija između prizemlja i potkrovlja je od cementnog maltera debljine 2cm, YTONG ploča 4,5/0,6 (bela tavanica) debljine 20 cm i cementne košuljice (kod WC i ostave se dodaje sloj hidroizolacije i sloj keramičkih pločica, a kod spavaće sobe sloj laminata debljine 2 cm).

Krovnna konstrukcija je od drveta (bor, smreka) od pune građe. Između rogova je ispunjena sa termoizolacijom od kamene vune u celoj visini. Iznad rogova je daska sa termoizolacijom od mineralne vune Knauf Insulation KR S debljine 10 cm na PVC foliji. Iznad je krovna PVC traka sa dvostrukim letvama 5x3 cm i crepom kao završnim krovnim prekrivačem.

Spoljašnja vrata su od PVC – a, dok su unutrašnja vrata od drveta. Spoljašnji i krovni prozori su od visokokvalitetnog PVC – a sa šestokomornim ramovskim konstrukcijama i zastakljeni sa niskoemisionim dvoslojnim staklopaketom 4+12+4 i ispunom od kriptona.

4. PRORAČUN ENERGETSKIH ZAHTEVA ANALIZIRANOG OBJEKTA

Pre proračuna se utvrđuje koje se prostorije zagrevaju. To su sledeće prostorije: prizemlje – ulazni hodnik i kuhinja, kupatilo, dnevna soba, spavaća soba, radna soba, potkrovlje – spavaća soba i WC. Ostava se ne greje.

Spoljna projektna temperatura prema SRPS U.J5.600 iznosi $t_{sp} = -18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Temperatura tla iznosi $t_{tla} = 3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Unutrašnje projektne temperature prema SRPS U.J5.600 iznose: [1] $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ – sobe za stanovanje, dnevne sobe, spavaće sobe, kuhinja, hodnik; $t = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ – kupatilo; $t = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ – WC – zaseban (bez tuša i kade). Temperature ostalih prostorija koje se ne greju se ili usvajaju iz tablica ili se izračunavaju proračunom. Proračunom je određeno da je: $t_x = t_{ostave} = 10,6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Na osnovu proračuna koeficijenata prolaza toplote za svaki pojedinačni deo, formira se tabela sa njihovim vrednostima (Tabela 1).

Tabela 1 – Usvojene vrednosti koeficijenata prolaza toplote

Pregled usvojenih koeficijenata prolaza toplote		
Naziv pregrade	debljina (cm)	k (W/m ² k)
1. Spoljni zid	40	0,2828
2. Spoljni zid-kupatilo	41	0,2819
3. Unutrašnji zid	29	0,3424
4. Unutrašnji zid- kupatilo i kuhinja	31	0,3398
5. Unutrašnji zid	16	0,6933
6. Pod prizemlja - laminat	132,02	0,2759
6. Pod prizemlja - pločice - kupatilo	131,52	0,2804
7. Pod prizemlja - pločice - kuhinja	131,52	0,2804
8. Pod potkrovlja - laminat	29	0,5337
9. Pod potkrovlja - pločice	28,5	0,5507
10. Krov	32,2	0,1467
11. Spoljašnja vrata PVC		1,2
12. Unutrašnja vrata - drvo		2,3
13. Spoljašnji prozori - PVC		2,3
14. Krovni prozor		1,4

Zatim se vrši proračun potrebne količine toplote za ceo objekat, u vidu sume svih količina toplote prostorija koje se greju. Potrebna količina toplote za grejanje jedne prostorije (Q) je zbir transmisivnih gubitaka (Q_t) i ventilacionih količina toplote (Q_v) [1]:

$$Q = Q_t + Q_v \quad (1)$$

Transmisivni gubici toplote, a ujedno i ventilaciona količina toplote se proračunavaju na osnovu tablica i za svaku prostoriju zasebno. Na osnovu ovoga se dobija količina toplote potrebna za svaku prostoriju a ujedno i za svaki sprat. Dobija se da je potrebna količina toplote za ceo objekat 12.380W.

Zatim se prelazi na odabir veličine i snage radijatora u svakoj prostoriji [1]. Kada se odrede broj i tipovi radijatora u svim prostorijama, dobijena instalisana snaga mora biti veća od proračunom dobijene količine toplote, jer objekat neće biti u mogućnosti da se ugrije.

Pošto se u ovom radu koristi i solarni sistem grejanja, takav sistem će biti efikasan sa režimom grejanja 55/45^oC ili nižim. Na osnovu proračuna je dobijen broj grejnih tela po prostorijama prema tabeli 2.:

Daljim proračunom se dobija da je ukupna instalisana snaga objekta 12.700 W. Na osnovu Tabele 2 pristupa se odabiranju položaja svakog radijatora u prostorijama. Dobijeno je da će u sistemu grejanja u ovom radu biti pet vertikalna:

Tabela 2 – Broj radijatora [1]

Prostorija	Broj radijatora
Prizemlje	
0.1	2
0.2	1
0.3	3
0.4	1
0.5	1
Potkrovlje	
1.1	3
1.2	1

vertikalna 1 – povezuje radijator u prostoriji 0.4 sa radijatorom u prostoriji 0.5 i sa radijatorima u prostoriji 1.1; **vertikalna 2** – povezuje radijator u prostoriji 0.3 sa radijatorom u prostoriji 1.1; **vertikalna 3** – povezuje radijator u prostoriji 0.3 sa radijatorom u prostoriji 0.1 i cevastim radijatorom u prostoriji 1.2; **vertikalna 4** – povezuje radijator u prostoriji 0.3; **vertikalna 5** – povezuje radijator u prostoriji 0.1 sa cevastim radijatorom u prostoriji 0.2

Nakon toga se pristupilo izradi mašinskih crteža sa šemom povezivanja i rasporedom vertikalna.

Jedan od važnih proračuna koji se izvode, je proračun cevne mreže [1,2]. Služi nam da pomoću vertikalne kod koje se javlja najveći pad pritiska (Δp), odabiremo proračunom cirkulacionu pumpu. Najveći pad pritiska se javlja na najudaljenijem vertikalnom vodu od kotla To je vertikalna 1 sa padom pritiska od 11.423,31 Pa. Daljim proračunom su dobijene sledeće vrednosti: $Q_k = 16.510\text{ W}$ - potrebna snaga kotla. Iz kataloga proizvođača je usvojen kotao snage $Q_k = 24\text{ kW}$; $D = 6\text{ cm}$ - Prečnik dimnjaka; $F_d = 0,036\text{ m}^2$ - presek dimnjače; $V = 12,57\text{ l}$ - zapremina ekspanzionog suda; $\Delta p = 24.423,31\text{ Pa}$ - merodavan pad pritiska za izbor pumpe; $H = 29.307,98\text{ Pa}$ - merodavan napor za izbor pumpe.

5. ODREĐIVANJE TOPLOTNE POTROŠNJE ANALITIRANOG OBJEKTA

5.1 Metod stepen - dana

Proračun godišnje potrošnje energije za grejanje metodom broja stepen – dana se određuje na osnovu sledećeg izraza : [1]

$$Q_g = \frac{24 \cdot Q_{GUB} \cdot SD}{t_u - t_{sp}} \cdot y \cdot e \text{ [Wh/ god]} \quad (2)$$

gde su:

y – korekcionni faktor jednovremenosti (iz tabele)

e – korekcionni faktor koji uzima u obzir prekid u zagrevanju (u toku 24 časa, prekid od oko 8 časova tokom noći), [4]

$$e = e_t \cdot e_b \quad (3)$$

gde su: e_t - faktor temperaturskog ograničenja, koji uzima u obzir ograničeno zagrevanje tokom noći kada se ne troši gorivo za grejanje; e_b – faktor eksploatacionog ograničenja, koji uzima u obzir prekid grejanja tokom vikenda, praznika, raspusta ili kolektivnog odmora

Za konkretan stambeni objekat koji se nalazi u Zrenjaninu koriste se sledeći parametri:

$Q_{GUB} = 12.410,1021\text{ W}$; $Z = 182$ (tabela 5.1 [4])

$SD = 2.748$ (tabela 5.1 [4]); $t_u = 19\text{ }^{\circ}\text{C}$;

$t_g = 4,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ (tabela 5.1 [4]); $t_{sp} = -18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (iz tabele 5.X [1]);

$y = 0,55$ (usvojeno iz tabele 5.2 za vetrovite predele i otvoren položaj [4]); $e_t = 0,95$ (usvojeno iz tabele 5.3 za zgrade sa grejanjem svih prostorija [4])
 $e_b = 1$ (usvojeno iz tabele 5.4 za stalno grejane objekte (stambene zgrade, bolnice) [4]); $e = 0,95$

Dobija se da je godišnja potrošnja energije za grejanje dobijena metodom stepen - dana:
 $Q_g = 11.558.138,56 [\text{Wh/god}] = 11.558,14 [\text{kWh/god}]$

5.2 Metod potpuno definisanog mesečnog modela

Godišnja potrebna toplota za grejanje, $Q_{H,nd}$ se prema **SRPS EN ISO 13790** računa na sledeći način: [4]

$$Q_{H,nd} = (Q_T + Q_V) - \eta_{H,gn} \cdot (Q_{int} + Q_{sol}) [\text{kWh/god}] \quad (4)$$

Utvrđeno da je za analizirani stambeni objekat:

Godišnja količina toplote od dobitaka toplote usled Sunčevog zračenja, $Q_{sol} = 3.852,73 [\text{kWh/god}]$;

Godišnja toplota od unutrašnjih dobitaka toplote od ljudi $Q_p = Q_{lj} = 244,02 [\text{kWh/god}]$;

Godišnja toplota od unutrašnjih dobitaka toplote električnih uređaja $Q_e = Q_{el} = 928,53 [\text{kWh/god}]$;

Godišnja potrebna toplota za nadoknadu gubitaka toplote $Q_{H,ht} = Q_T + Q_V = 11.645,28 [\text{kWh/god}]$;

Godišnja potrebna toplota za grejanje, $Q_{H,nd} = 6.720,51 [\text{kWh/god}]$.

Specifična količina toplote potrebna za grejanje $Q_{H,an}$ ili $q_{H,nd}$ predstavlja količinu energije za grejanje po kvadratnom metru,

Dobija se da je: $q_{H,nd} = Q_{H,an} = 72,18 [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{god})]$. Na osnovu ovog podatka se utvrđuje da objekat ima energetski razred D.

6. TEHNO - EKONOMSKA ANALIZA

Tehno - ekonomska analiza potencijalnom investitoru služi da odluči da li je opravdano uložiti svoj novac u izgradnju postrojenja, u konkretnom slučaju, u solarni sistem kao dodatni izvor energije.

Zbog svoje jednostavnosti, najčešće se primenjuje metoda prostog perioda otplate investicije. Osim ove metode u upotrebi su i mnoge druge koje daju precizniju i sveobuhvatniju ekonomsku analizu.

Za konkretan primer kuće površine od oko 100 m^2 u kojoj živi četvoročlana porodica, za grejanje i pripremu STV potrebno je 5 solarnih kolektora.

Iz cenovnika jednog od proizvođača dobija se da je ukupna cena solarnog sistema uz montažu sa PDV – om $910.800 [\text{din}]$ [6].

Utvrđeno je i da su godišnji troškovi energije za grejanje i pripremu TPV pomoću konvencionalnog sistema $K = 106,379,19 [\text{din/god}]$.

Metodom prostog perioda otplate investicije se dobija da će se ulaganje isplatiti za [4]:

$$PBP = \frac{I}{B} = \frac{910.800,00}{106.379,19} = 8,56 \text{ godina}$$

Za ovakav tip projekata se smatra da je svaki period otplate koji je manji od 10 godina prihvatljiv.

7. ZAKLJUČAK

Poređenjem vrednosti ukupnih troškova energije za grejanje i pripremu sanitarne tople vode, može se zaključiti da se solarnim sistemom može uštedeti $30.021,97 [\text{din/god}]$. Isto tako, može se uštedeti $263,39 \text{ m}^3$ prirodnog gasa godišnje. Sa stanovišta primarne energije, ušteda je $3.013,15 [\text{kWh/god}]$, dok se godišne emituje $602,63 \text{ kg CO}_2$ manje.

Pored svega toga utvrđeno je da bi se ulaganje u ovakav sistem isplatilo u roku od 8,56 godina što je sa ekonomske strane prihvatljivo.

Za širu implementaciju ovakvih postrojenja u Srbiji, trebalo bi da se uvedu dodatne olakšice za korisnike obnovljivih izvora energije koje mogu biti u vidu kredita sa nižom kamatnom stopom, poreskim olakšicama itd.

8. LITERATURA

- [1] B. Todorović, „Projektovanje postrojenja za centralno grejanje“, Mašinski fakultet, Beograd, 2005.
- [2] Slobodan Zrnić, Živojin Čulum, „Grejanje i klimatizacija sa primenom solarne energije“, Naučna knjiga, Beograd
- [3] „Pravilnik o energetskej efikasnosti zgrada“, „Službeni glasnik RS“, br. 61/2011
- [4] Proračun godišnje potrošnje energije, dostupan na: <http://aliquantum.rs/wp-content/uploads/2011/12/05-Godisnja-potrosnja-energije-za-grejanje.pdf>
- [5] Recknagel, Sprenger, Schramek, Čeperković, „Grejanje i klimatizacija“, Interklima, Vrnjačka banja, 2004.
- [6] Cenovnik solarne opreme Sonnenkraft, dostupno na: <http://www.termo-gas.rs/>

Kratka biografija



Marko Manevski rođen je 14.11.1983. godine u Novom Sadu. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, iz oblasti Mašinstvo - Obnovljivi izvori energije odbranio je 2015. god.

TEHNOEKONOMSKA ANALIZA OPRAVDANOSTI PRIMENE RAZLIČITIH TIPOVA TOPLOTNIH PUMPI ZA GREJANJE

TECHNICAL-ECONOMIC ANALYSIS JUSTIFYING THE APPLICATION OF DIFFERENT TYPES OF HEAT PUMPS FOR HEATING

Zoltan Alfaši, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu su prikazani osnovni tipovi toplotnih pumpi sa karakterističnim prednostima i nedostacima. Urađena je tehnoe ekonomska analiza primene različitih tipova toplotnih pumpi na konkretnim primerima građevinskih objekata kao što su porodične stambene zgrade, poslovni objekti i proizvodni pogoni. Analiza je urađena za različite tipove gradnje sa dobrim, osrednjim i lošim termoizolacionim svojstvima objekata.

Abstract – This paper presents the basic types of heat pumps with characteristic advantages and disadvantages. Techno-economic analysis of the application of different types of heat pumps is performed on specific examples of buildings such as apartment buildings, office buildings and manufacturing plants. The analysis was done for different types of construction with good, moderate and poor thermal insulation properties of objects.

Ključne reči: Toplotne pumpe, potrošnja energije, vreme otplate.

1. UVOD

Sve veća cena fosilnih goriva i povećanje svesti o zaštiti čovekove sredine, sve više u prvi plan dovodi korišćenje obnovljivih izvora energije. U primeni obnovljivih izvora energije za grejanje građevinskih objekata, veoma značajnu ulogu zauzimaju toplotne pumpe. Toplotne pumpe su u poslednjoj deceniji veoma uznapredovale u tehničkom razvoju pa tako danas predstavljaju pouzdan, ekonomičan i siguran sistem za grejanje.

Postoji veliki broj radova koji dokazuju ekonomsku isplativost primene toplotnih pumpi, u većini slučajeva sa vrlo prihvatljivim periodom otplate u odnosu na druge vidove toplotnih izvora. Prema tome primena toplotnih pumpi uopšte više nije upitna. Veću nedoumicu investitori imaju oko toga koji tip toplotne pumpe odabrati. Cilj ovog rada je da smanji tu nedoumicu i da olakša opredeljenje oko tipa toplotne pumpe.

2. TOPLOTNE PUMPE

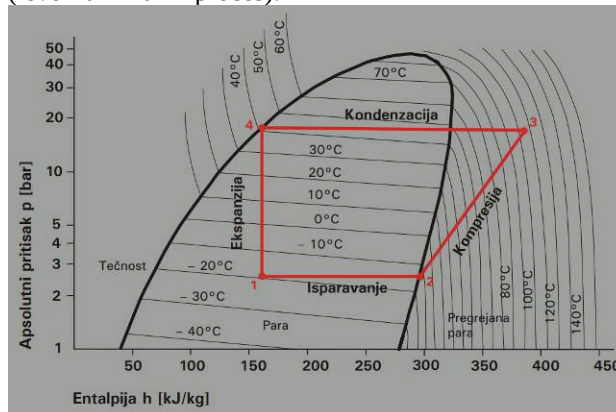
Toplotne pumpe su uređaji koji podižu temperaturu radnog medijuma sa niže na višu temperaturu uz pomoć dodatne električne energije. U praksi najveću primenu imaju električne kompresorske toplotne pumpe.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Jovan Petrović, vanr.prof.

Prilikom oduzimanja toplote od okoline, tečni radni medijum (rashladno sredstvo) se na niskom pritisku nalazi na primarnoj (hladnoj) strani u isparivaču. Temperaturski nivo spoljašnje sredine je viši od temperature isparavanja radnog fluida, koja zavisi od pritiska, tako da rashladno sredstvo isparava oduzimajući pritom toplotu od okoline. U tu svrhu temperaturski nivo isparavanja može da bude i ispod 0°C.

Kompresor usisava paru radnog medijuma iz isparivača i komprimuje ga, pri tom rastu pritiska i temperatura pare. Iz kompresora radni medijum u obliku pare odlazi u kondenzator na sekundarnoj strani toplotne pumpe. Temperatura vode za grejanje je niža od temperature kondenzacije radnog medijuma, tako da se para hladi, a zatim ponovo prelazi u tečnu fazu. Toplota koju primi isparivač, zajedno sa dodatnom toplotom generisanom tokom procesa kompresije, predaje se vodi za grejanje pri procesu kondenzacije. Posle toga, radni fluid se preko ekspanzionog ventila vraća u isparivač. Pritom se pritisak radnog medijuma snižava od visokog pritiska u kondenzatoru do niskog pritiska u isparivaču, pri čemu se hladi. Na taj način se završava jedan ceo kružni ciklus (levokrotni kružni proces).

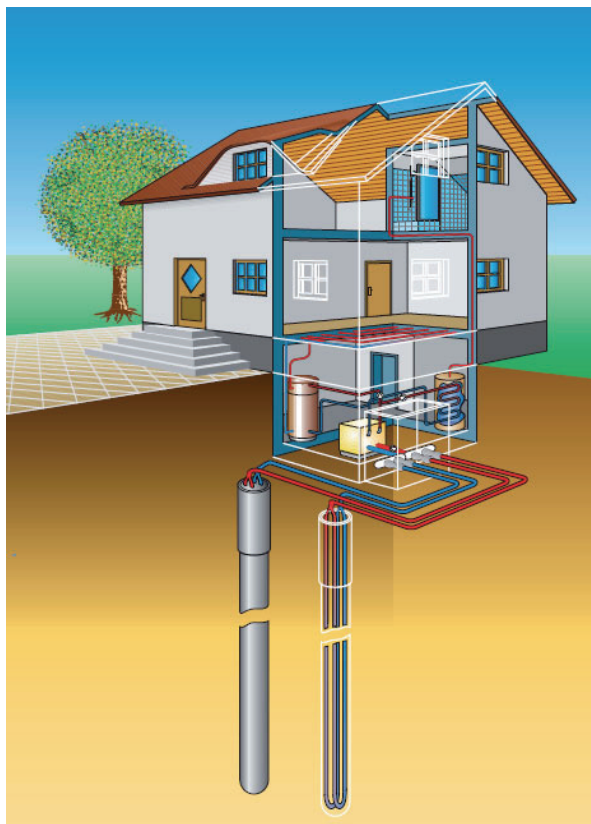


Slika 1: Kružni proces toplotne pumpe voda/vazduh na p-h dijagramu

2.1 Toplotne pumpe voda/zemlja

Ovi uređaji kao izvor toplote koriste toplotu tla. Čak 99% zemljine kugle je toplije od 1000°C usled raspadanja prirodno radioaktivnih elemenata u jezgri zemlje. Već na dubinama većim od 5 m se temperatura tla može smatrati konstantnom ≈10°C sa porastom od 3°C na svakih 100 m dubine. Razmena toplote se ostvaruje uz pomoć cevi koje se polažu u tlo, ove cevi čine zatvoreni krug primarne

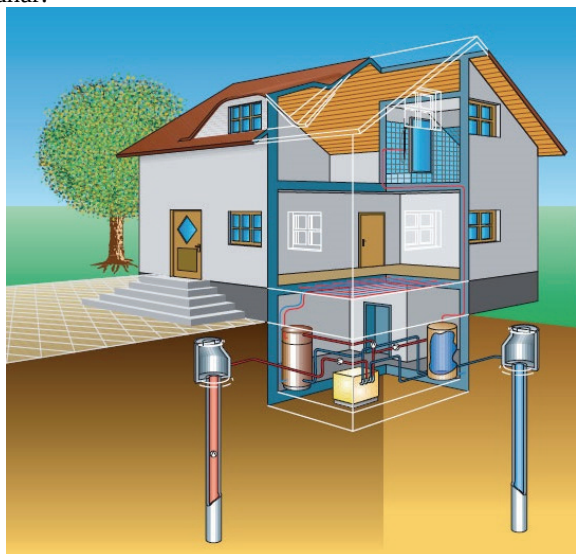
grane toplotne pumpe kroz koje cirkuliše mešavina vode i glikola (rasolina-antifriz). Najčešće za razmenu toplote u tlu koriste geotermalne sonde i geokolektori, rede spiralne helix sonde i energetski stubovi.



Slika 2: Toplotna pumpa sa geotermalnim sondama

2.2 Toplotne pumpe voda/voda

Ovi uređaji kao izvor toplote koriste podzemne vode. Podzemne vode su odličan akumulator sunčeve energije, ni u zimskom periodu temperatura podzemne vode ne silazi ispod 7°C , a obično se kreće između $7-12^{\circ}\text{C}$. Voda se iz crpnog bunara prenosi do izmenjivača-isparivača toplotne pumpe, a odatle se vraća u povratni-ponorni bunar.



Slika 3: Toplotna pumpa sa izvornim i upojnim bunarom

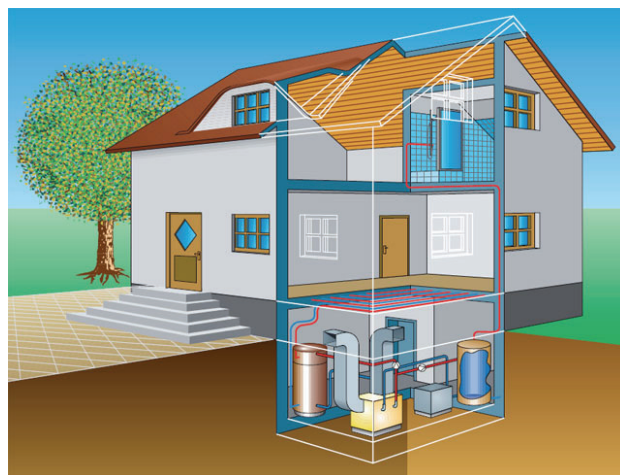
Ukoliko je kvalitet podzemne vode dobar i stalan moguće je bunarsku vodu voditi direktno u toplotnu pumpu, naravno uz prethodnu filtraciju.

Ako kvalitet vode nije zadovoljavajući ili je promenljivih, potrebno je ugraditi među izmenjivač, kako bi se zaštitio izmenjivač same toplotne pumpe.

Pri upotrebi međuizmenjivača smanjuje se efikasnost toplotne pumpe usled gubitaka toplote na samom međuizmenjivaču (3-5% u zavisnosti od konstrukcije izmenjivača) i usled upotrebe dodatne cirkulacione pumpe (5-10%).

2.3 Toplotne pumpe voda/vazduh

Ove toplotne pumpe kao izvor toplote koriste vazduh. Najčešće je u pitanju spoljni vazduh, mada mogu koristiti i otpadni vazduh ako se povežu sa ventilacionim sistemom. Glavna prednost vazduha kao izvora toplote je u tome što nisu potrebni nikakvi građevinski radovi, pošto se vazduh nalazi svuda oko nas, pa su samim tim i investicioni troškovi manji. A glavni nedostatak je u tome što se temperatura vazduha znatno menja u zavisnosti od godišnjeg doba i dela dana, što znatno utiče i na kapacitet ovih toplotnih pumpi. Nazivni kapacitet vazdušnih toplotnih pumpi proizvođači daju za spolnju temperaturu $+7^{\circ}\text{C}$. Sa padom spolnje temperature opada i kapacitet toplotne pumpe. Moderne vazdušne toplotne pumpe mogu da greju objekat i pri spoljnim temperaturama od -20°C , ali pri takvim temperaturama je kapacitet toplotne pumpe znatno manji od nazivnog. Dimenzionisanje vazdušne toplotne pumpe nije preporučljivo za takve ekstremne temperature vazduha, jer će se dobiti prevelik uređaj koji će imati manji stepen iskorišćenja a investiciona ulaganja će biti znatno veća.



Slika 4: Kompaktna toplotna pumpa voda/vazduh

2.4 Stepen korisnog dejstva toplotnih pumpi (cop)

Stepen korisnog dejstva toplotnih pumpi označava odnos koliko smo puta dobili više toplotne energije u odnosu na utrošenu električnu energiju za rad kompresora. Ovaj koeficijent zavisi od izvora toplote, toplotnih karakteristika objekta i sistema grejanja.

Nominalna vrednost ovog koeficijenta se najčešće kreće u sledećim granicama:

- Toplotne pumpe voda/vazduh: 3,1 – 3,5
- Toplotne pumpe voda/voda: 5,1 – 5,5
- Toplotne pumpe voda/zemlja: 4,0 – 4,4

Pri proračunu potrošnje električne energije toplotne pumpe voda/voda, potrebno je upotrebiti $y_{eg} = 0,8$ – korekcionni factor usled rada dodatne (bunarske) cirkulacione pumpe i upotrebe međuizmenjivača toplote. Pri proračunu potrošnje električne energije toplotne pumpe voda/vazduh, potrebno je upotrebiti $y_{eg} = 0,9$ – korekcionni factor usled rada dodatnog električnog grejača pri vršnim opterećenjima.

3. PRIMENA TOPLOTNIH PUMPI ZA GREJANJE RAZLIČITIH GRAĐEVINSKIH OBJEKATA SA TEHNOEKONOMSKOM ANALIZOM

3.1 Porodična stambena zgrada $\approx 208 m^2$

Za predmetni objekat su izračunati gubici toplote za tri različita slučaja:

- primer novog objekta sa dobrim termoizolacionim svojstvima (energetski razred "C")
- primer postojeć adaptiranog objekta sa osrednjim termoizolacionim svojst. (energetski razred "D i E")
- primer post. objekta sa lošim termoizolacionim svojstvima (energetski razred "F i G")

Takođe su urađeni proračuni godišnje potrošnje toplotne energije metodom stepen dana:

$$Q_g = \frac{24 \cdot Q_{gub} \cdot SD}{t_u - t_{sp}} \cdot y \cdot e \left[\frac{Wh}{god} \right] \quad (1)$$

Godišnje potrošnje električne energije:

$$E_{god} = \frac{Q_{god}}{e_{grvz}} \left[\frac{kWh}{god} \right] \quad (2)$$

Za referentni sistem tehno-ekonomske analize, izabran je sistem sa gasnim toplovodnim kotlom.

Izraz po kojem se računa potrebna količina prirodnog gasa za rad kotla:

$$Q_{sg} = \frac{3600 \cdot Q_g}{\eta \cdot H_d} \left[\frac{Sm^3}{god} \right] \quad (3)$$

Tabela1: Vreme otplate sistema u odnosu na instalaciju sa gasnim kotlom (za porodičnu stambenu zgradu)

Vrsta instalacije	voda/ zemlja	voda/ voda	voda/ vazduh	jedinica
Vreme otplate primer "A"	26,3	13,9	7,6	god.
Vreme otplate primer "B"	21,8	18,2	13,7	god.
Vreme otplate primer "C"	28,0	20,8	30,1	god.

3.2 Poslovni objekat $\approx 804 m^2$

Za predmetni objekat su izračunati gubici toplote za dva različita slučaja:

- primer novog objekta sa dobrim termoizolacionim svojstvima (energetski razred "C")
- primer postojeć adaptiranog objekta sa osrednjim termoizolacionim svojst. (energetski razred "D i E")

Takođe su urađeni proračuni godišnje potrošnje toplotne energije metodom stepen dana prema jednačini (1), godišnje potrošnje električne energije prema jednačini (2), potrebna količina prirodnog gasa za rad kotla prema jednačini (3).

Tabela 2: Vreme otplate sistema u odnosu na instalaciju sa gasnim kotlom (za poslovni objekat)

Vrsta instalacije	voda/ zemlja	voda/ voda	voda/ vazduh	jedinica
Vreme otplate primer "A"	23,9	17,4	11,7	god.
Vreme otplate primer "B"	24,8	18,2	15,1	god.

3.3 Proizvodni pogon $\approx 7023 m^2$

Za predmetni objekat su izračunati gubici toplote za dva različita slučaja:

- primer novog objekta sa dobrim termoizolacionim svojstvima (energetski razred "C")
- primer postojeć adaptiranog objekta sa osrednjim termoizolacionim svojst. (energetski razred "D i E")

Takođe su urađeni proračuni godišnje potrošnje toplotne energije metodom stepen dana prema jednačini (1), godišnje potrošnje električne energije prema jednačini (2), potrebna količina prirodnog gasa za rad kotla prema jednačini (3).

Tabela 3: Vreme otplate sistema u odnosu na instalaciju sa gasnim kotlom (za proizvodni pogon)

Vrsta instalacije	voda/ zemlja	voda/ voda	voda/ vazduh	jedinica
Vreme otplate primer "A"	22,8	16,7	13,0	god.
Vreme otplate primer "B"	23,7	17,3	15,6	god.

4. ZAKLJUČAK

Vreme otplate upotrebe toplotnih pumpi najčešće nije tako kratko kako to promovišu proizvođači i distributeri istih. Sem toplotne pumpe investitor mora obezbediti i prateću instalaciju kao što su: akumulacioni rezevoar, dodatne cirkulacione pumpe, geo sonde ili bunari, izmenjivači toplote, dodatni električni grejači i sva ostala prateća armatura potrebna za pravilno funkcionisanje celokupne instalacije. Vreme otplate treba posmatrati na nivou celokupne instalacije a ne samo toplotne pumpe. U analizi se ne mora uzeti u obzir unutrašnja instalacija grejanja (grejna tela, razvodni cevovodi, prateća armatura), pošto ona može biti jednaka u svim

primenjenim sistemima toplotnih pumpi kao i pri upotrebi gasnog kotla.

U svim primerima se sistem sa toplotnom pumpom voda/vazduh nameće kao odličan izbor, pošto je u pitanju sistem sa najmanjom investiciom i sa najkraćim vremenom otplate.

Sistemi sa toplotnom pumpom voda/voda imaju nešto lošiji-veći period otplate u odnosu na sistem voda/vazduh, ali ako uz predmetni objekat postoje izvori vode investiciona vrednost može biti niža a samim tim i vreme otplate.

Najpouzdaniji sistemi su sa toplotnim pumpama voda/zemlja. Međutim investiciona vrednost ovih sistema je najveća sa velikim periodom otplate pa upotreba ovih sistema nije opravdan..

U prethodnim primerima uzeto je u obzir samo primena toplotnih pumpi u svrhu grejanja objekta. Ako se iste koriste i za hlađenje objekta vreme otplate može biti još kraće pogotovo kod većih instalacija.

Prepoznavanjem potencijala i prednosti koje donose toplotne pumpe od strane nadležnih organa, mogu u skorijoj budućnosti dovesti do pokretanja programa subvencionisanja sistema sa toplotnim pumpama i zasebnog tarifiranja potrošnje električne energije za upotrebu toplotnih pumpi, što bi za rezultat imalo mnogo kraći vek otplate istih kao veći podstreh za investitore da se odluče za ovakve sisteme.

5. LITERATURA

- [1] Recknagel, Sprenger, Shramek, *"Grejanje i klimatizacija"*, Beograd, 2005/06.
- [2] M. Bogner i dr, *"Termotehničar, tom 1 i 2, treće, dopunjeno i prošireno izdanje, Interklimagrafika"*, Vrnjačka Banja-SMEITS, Beograd 2004.
- [3] B. Todorović, *"Projektovanje postrojenja za centralno grejanje"*, Mašinski fakultet, Beograd 2000.

Kratka biografija:



Zoltan Alfaši rođen je u Subotici 1977. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstvo – Toplotna tehnika odbranio je 2015.god.

НАНОМАТЕРИЈАЛИ

NANOMATERIALS

Muruj Alzobaydi, Branko Škorić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Област – МАШИНСТВО

Кратак садржај – У овом раду извршена је анализа врста наноматеријала, начина добијања и њихових особина. Приказан је пример на вестачком куку, примене нових материјала. У експерименталном делу је извршена синтеза танког филма, нано величине, и извршена је његова карактеризација применом савремених уређаја

Abstract – In this paper, an analysis of the types of nanomaterials, methods of production and their properties. Below is an example of artificial hip, application of new materials. In the experimental work has been synthesized thin films, nano-sized, and made his characterization application by modern devices

Кључне речи: nanomaterials, hip, thin films, characterization

1. INTRODUCTION

Nanotechnology is science, engineering, and technology conducted at the nanoscale, which is about 1 to 100 nanometers. Nanoscience and nanotechnology are the study and application of extremely small things and can be used across all the other science fields, such as chemistry, biology, physics, materials science, and engineering. It was a technological development is a unique feature of the twentieth century, and experts have agreed that the most important technological development in the latter half of the last century is the invention of electronics, has led development to the emergence of the so-called slices Micro (Microchips), which in turn led to the scientific and technical revolution in all areas. Until the fifties of the last century, there was no non-white television and black, did not exist only ten computers in the world almost, and there were no mobile phones or digital watches or the Internet, all these inventions where credit is due after the Almighty God, to those segments, and which resulted in increased demand for them to lower their prices in an easy entry into the manufacturing of all consumer electronics that surround us today.

2. NANO MATERIALS

We can define nanomaterials as those distinct category of advanced materials that can be produced so that the ranging measurements dimensions or the dimentions of the particles of interior between 1 nm and 100 nm, has led the small size and measurements of these materials that behave different from the materials of conventional

large sized with dimentions greater then 100nm and are available by the gualties and characteristics of the svere discrimination can not exist together in the traditional materials. The nano materials are the building materials for the twenty – century a theist daughters and their mother basic pillar of the pillars of technologies century atheist twenty , which is considerdabenchmark for progress civilization of nations and an indication of the renaissance .

This varied nanomaterials in terms of the source , where the proportions vary depending on , if materials are organic or inorganic material , or natural or synthetic , this is all kinds of engineering materials such as known metallic elements and their alloys (metal and metal alloys) ,semi conductors , metals oxides , as well as in this century and enhance performance in unique way unprecedented.

Preparing nanomaterials on different from , including

- Quantum dots
- Alfoloren
- Nanoparticles
- Nanoballs
- Nanotubes
- Nanowires
- Nanofibers
- Nanocomposites
- Graphene
-

3. HIP REPLACEMENT MATERIALS

A hip replacement involves replacing the hip joint with an artificial version. The hip joint is a ball and socket joint. A hip replacement provides a long-term solution for worn or damaged hip joints, which can cause severe pain and loss of mobility. Hip replacement is a surgical procedure in which the hip joint is replaced by a prosthetic implant. Hip replacement surgery can be performed as a total replacement or a hemi (half) replacement. Such joint replacement orthopedic surgery is generally conducted to relieve arthritis pain or fix severe physical joint damage as part of hip fracture treatment [1].

There are a large number of hip implant devices on the market. Each manufacturer has different models but each style falls into one of four basic material categories [2] :

- Metal or plastic (polyethylene or UHMWPE).
- Metal on metal (MOM).
- Ceramic on plastic (UHMWPE).
- Ceramic on ceramic (CoC).

НАПОМЕНА:

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

The most common type of hip replacement implant is the metal-on-polyethylene prosthesis, which consists of a ball and stem made of metal and a socket made of polyethylene, a type of plastic (figure 1).

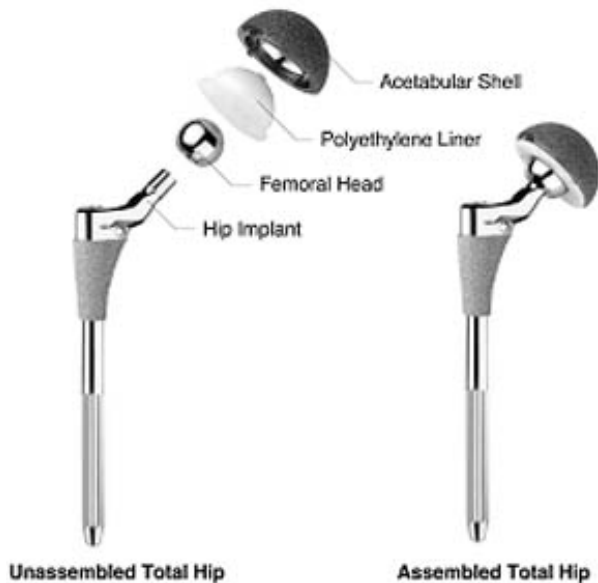


Figure 1. Metal on plastic hip joints. [2]

4. EXPERIMENTAL WORK

The substrate material used was high speed steel type M2. Prior to deposition the substrate was mechanically polished to a surface roughness of $0.12 \mu\text{m}$ (R_a). The specimens were first austenized, quenched and then tempered to the final hardness of 850 HV. In order to produce good adhesion of the coating, the substrates were plasma nitrided at low pressure ($1 \times 10^{-3} \text{ Pa}$), prior to deposition of the coating.

All coatings were produced by DC magnetron sputtering in an industrial unit CC800/9 (CemeCon). The deposition system is equipped with four unbalanced planar magnetron sources arranged in the corners of a chamber (fig.2). The nanostructured TiAlSiN coating was deposited from one pair of TiAl and one pair of TiSi segmental targets (dimensions $88 \times 500 \text{ mm}$) as shown in fig (2).

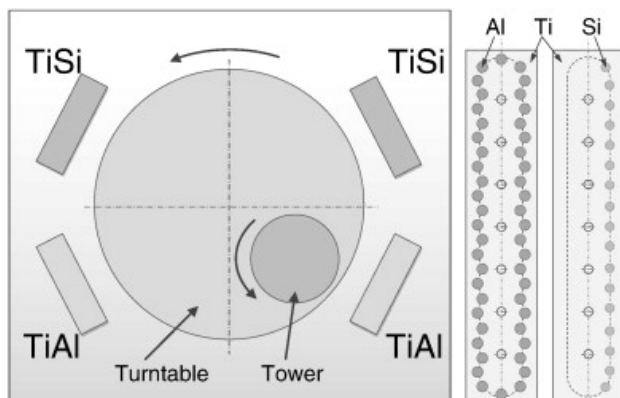


Figure 2. Schematic of substrate holder and target configuration of the CC800/9 system

Substrates were mounted on a two-fold rotating substrate holder. By using double rotation it is possible to produce nanolayered coatings with uniform thickness of constituting layers. High speed steel (100Cr6), Cold work tool steel AISI D2 and cemented carbide (WC-Co)-hard metal, were used as substrate materials. The steel samples were ground and polished by a $3 \mu\text{m}$ diamond polishing paste.

All samples were ultrasonically cleaned and sputter-etched prior to coating deposition. Mid-frequency ion etching with bias on turntable of 650 V was conducted for 45 min in mixed argon (flow rate 180 ml/min) and krypton (flow rate 50 ml/min) atmosphere, under the pressure of 0.35 Pa. After loading, the vacuum chamber was evacuated to a base pressure of $3.0 \times 10^{-3} \text{ Pa}$. The total operating pressure was maintained at 0.6 Pa, with flow rates of nitrogen, argon and krypton of 100, 160 and 110 ml/min, respectively. Krypton is introduced to reduce target poisoning by suppressing the growth of nitride islands. Prior to coating, the deposition chamber was heated to 450°C . For deposition of the nanolayered TiAlSiN coating rotation speed of the substrate holder was set to 3 rpm. Prior to deposition the substrate was mechanically polished.

Additional analyze the thickness of coatings, the ball crater method (calo-test), allows prompt and sufficiently precise results to be obtained.

This master thesis describes use of the nanoindentation technique for determination of hardness and elastic modulus [3].

In the nanoindentation technique, hardness and Young's modulus can be determined by the Oliver and Pharr method, where hardness (H) can be defined as: $H = P_{\text{max}}/A$, where P_{max} is maximum applied load, and A is contact area at maximum load. In nanoindentation, the Young's Modulus, E , can be obtained from: $1/E_t = (1-\nu^2)/E + (1-\nu^2)/E_i$, where ν_i = Poisson ratio of the diamond indenter (0.07) and E_i = Young's modulus of the diamond indenter. Therefore, in recent years, a number of measurements have been made in which nanoindentation and AFM have been combined.

Indentation was performed with Agilent Nanohardness Tester. The results are analyzed in terms of load-displacement curves, hardness, Young's modulus, unloading stiffness and elastic recovery. The nanohardness of coating was measured by Berkovich indenter. The analysis of the indents was performed by Atomic Force Microscope.

5. RESULTS AND DISCUSSION

Carbon coating (aC+C 100Cr6)

The nanohardness values are shown in Table 1, the nanohardness values - load of indentation (figure 3), Back deformation coefficient nIT (figure 4).

High hardness of the TiSiN coating is attributed to formation of stable nanostructure with strong interfaces. It is well known that hardness increases with grain size reduction.

Table 1. Surfacenanohardness (load- 5 to 1000mN).

F	HVpl	EIT/(1-vs^2)	nIT
5	1190.59	129.68	65.907
10	1224	149.67	61.995
25	1207.91	191.06	54.633
50	1368.81	231.03	52.558
100	1588.49	257.87	54.036
200	1795.94	270.8	55.096
300	1809.84	265.39	53.852
500	1363.43	248.36	40.632
1000	983.76	237.22	30.696

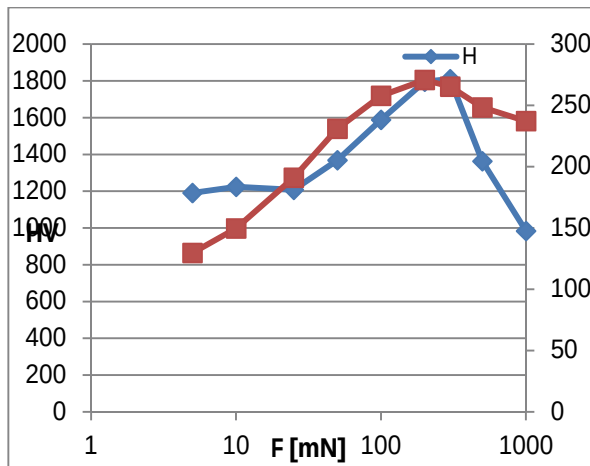


Figure 3. The nanohardness values -load of indentation

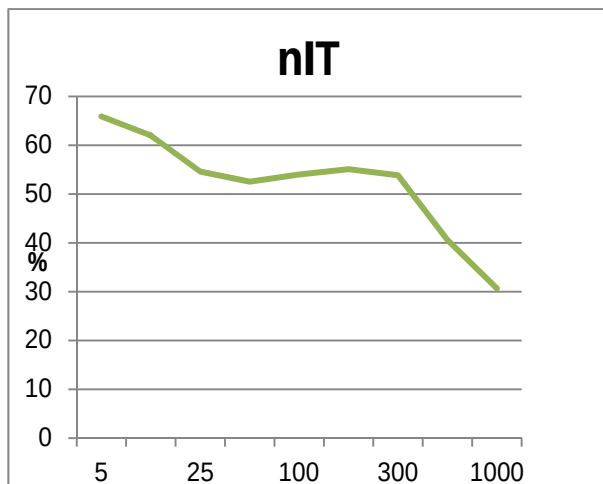


Figure 4. Back deformation coefficient nIT

High hardness of the TiSiN coating is attributed to formation of stable nanostructure with strong interfaces. It is well known that hardness increases with grain size reduction.

We attribute the high hardness of the nanolayeredTiAlSiN coating to the absence of/or limited dislocation activity in

nanocrystals whose size is around 5 nm. The possible softening effect by grain boundary sliding is suppressed by the presence of partially amorphous TiSiN layers.

Surface roughness prior and after the deposition was measured by VEECO di-CPII atomic force microscope (AFM). All images were acquired in contact AFM mode using a symmetrically etched silicon–nitride probe (figure 5 and figure 6).

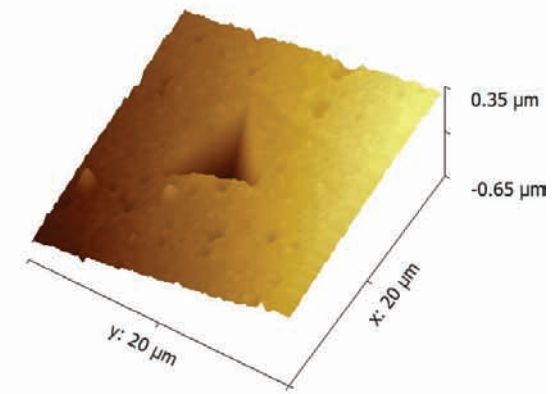
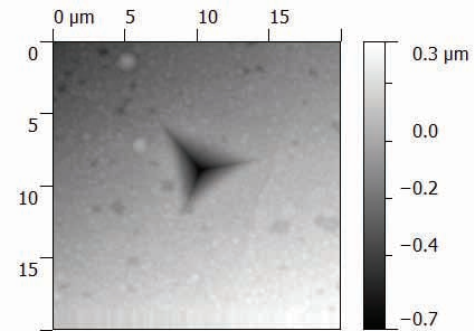


Figure 5. AFM image of crack paths from nano indentation. (CNx-HSS)

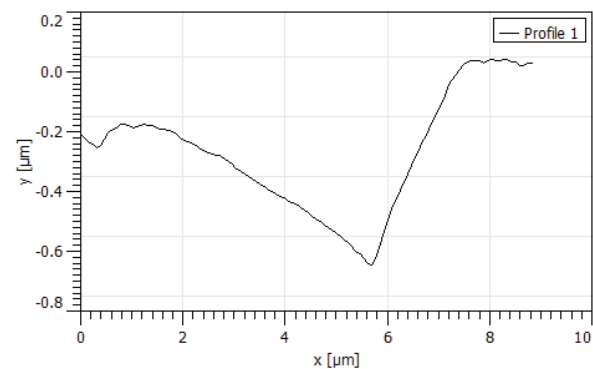


Figure 6. Cross-section of the indentation. (CNx-HSS)

Figure7 presents SEM cross-sectional images of the AC and nanolayeredTiAlSiN coatings. The coatings adhere well to base material, they are uniformly thick and free of structural defects like cracks and voids. Columnar growth is observed in the TiAlN coating. The dense structure indicates that the applied bias was sufficiently high to provide adequate adatom mobility.

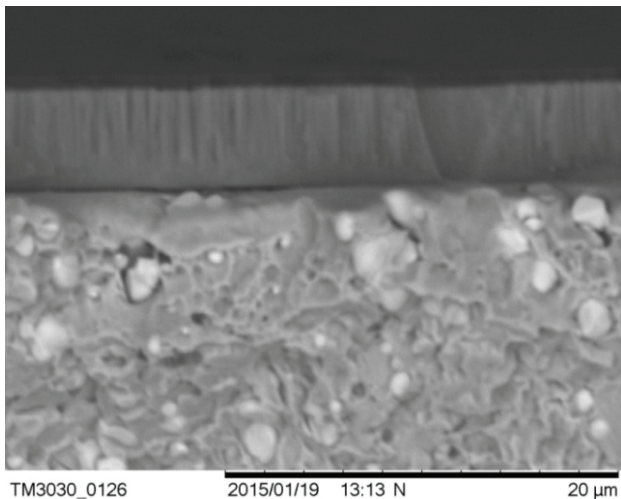


Figure 7. SEM of coating cross- section AC-HSS (5000x)

Energy dispersive analyze with X-ray (EDAX), is an analytical technique used for the elemental analysis or chemical characterization of a sample. It relies on an interaction of some source of X-ray excitation and a sample. In this cases the layer showed that composition of the layer consists of Carbon Titanium and Aluminium (figure 8 and figure 9).

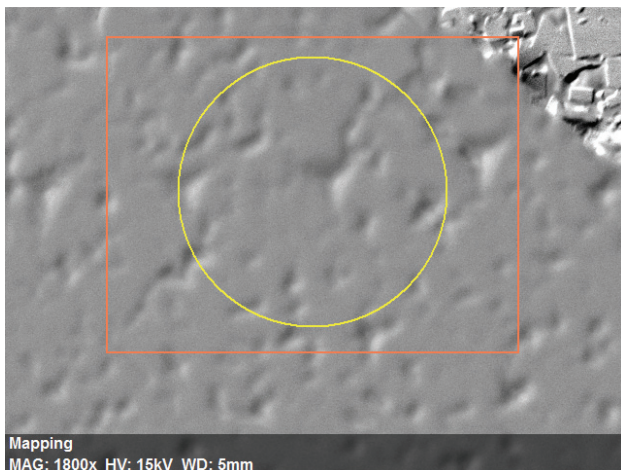


Figure 8. SEMmicrograph of simple surface

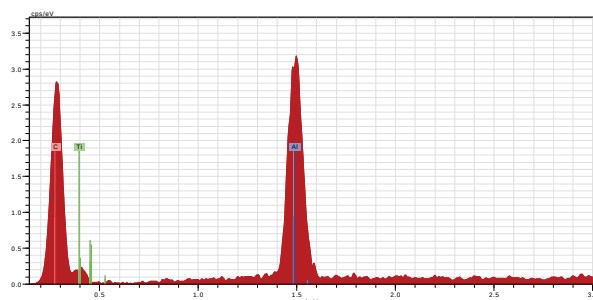


Figure 9. EDAXimage of the surface

Table 2. Chemical composition of the surface

Element	AN	Series	Net unn.	C norm.C	Atom. C
			[wt.%]	[wt.%]	[at.%]
Carbon	6	K-series	3228	55.18	58.57
Titanium	22	K-series	4854	26.15	27.76
Aluminium	13	K-series	4608	12.89	13.68
Total:			94.22	100.00	100.00

7. CONCLUSIONS

Nanotechnology is considered as the key technology of the 21st century. It can offer solutions to many current problems by means of smaller, lighter, faster and better performing materials, components and systems. Nanotechnology opens up new market opportunities and can also make some essential contributions to environmental and health protection.

TiAlN and TiSiN layers were deposited alternatively to form nanolayeredTiAlSiN coating.

As a result columnar structure observed in single-layer TiAlN coating almost disappears. Limited dislocation activity in nanocrystals and hindering of grain boundary sliding resulted in high hardness.

TiAlSiN coatings is characterized by high values of the hardness, which implies high fracture toughness of this coating and should be beneficial in tribological application.

Further investigation will be focused on studying other combination of materials in nanolayered-nanocomposite design.

8.REFERENCES

- [1] Nicolas Fedullo a, ElodieSorliera,b, Michel Sclavons a, Christian Bailly a, Jean-Marc Lefebvre b, Jacques Devaux. Polymer-based nanocomposites.
- [2] DR.Paul Donald. Polymer nanotechnology: Nanocomposites. Texas Materials Institute, University of Texas at Austin, Austin, TX 78712, United States.
- [3] P.K. Mitra.Characterization of Materials

Biography:

Muruj Alzobaydi was born in Iraq in 1975 . Master work at the Faculty of Technical Science in Mechanical Engineering - Nanotechnology defended the year 2015 .

ANALIZA MERA ZA POVEĆANJE SNAGE AMONIJAČNOG ISPARIVAČA POMOĆU RAČUNARSKOG MODELA**POWER INCREASE MEASURES ANALYSIS FOR AMMONIA EVAPORATOR BY USING A COMPUTER MODEL**

Vladimir Kojić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu je detaljno opisan proračun za izračunavanje snage amonijačnog isparivača. Na osnovu njega je ispisan računarski program, pomoću kojeg se lako dolazi do parametara pri različitim režimima rada. Analizom brojnih slučajeva, dobijaju se optimalni odnosi protoka amonijaka pri kojima se dostiže maksimalna snaga isparivača. Ispitano je i dejstvo promene brzine strujanja vazduha na snagu isparivača, kao i uticaj na njegovu izlaznu temperaturu. Na kraju su izračunate dimenzije doradenog isparivača, koji bi zadovoljio određene rashladne potrebe.

Abstract – This paper contains detailed calculation of ammonia evaporator power. On the basis of that calculation, a computer program is written, which can be used to generate parameters for different operating regimes. After analysis of multiple cases, optimal ammonia flow fractions are found and their usage allows evaporator to deliver maximum power output. Air flow velocity influence on the evaporator power has also been examined, including effect on its own output temperature. Evaporator had to be modified and its new dimension are determined, so it can fulfill certain cooling needs.

Ključne reči: amonijačni isparivač, dvofazno strujanje, prenos toplote.

1 UVOD

Preduzeće koje se bavi preradom i zamrzavanjem voća i povrća je trebalo da poveća svoje kapacitete za preradu graška. Kapaciteti za pranje i blanširanje su ranije obezbeđeni, ali je nedostajao još jedan kontinualni tunel za zamrzavanje. Zbog velike cene novog kontinualnog tunela i veoma složenog i skupog načina transporta, preduzeće je odlučilo da angažuje domaće firme, koje bi konstruisale kopiju postojećeg kontinualnog tunela.

1.1 Tunel za brzo zamrzavanje

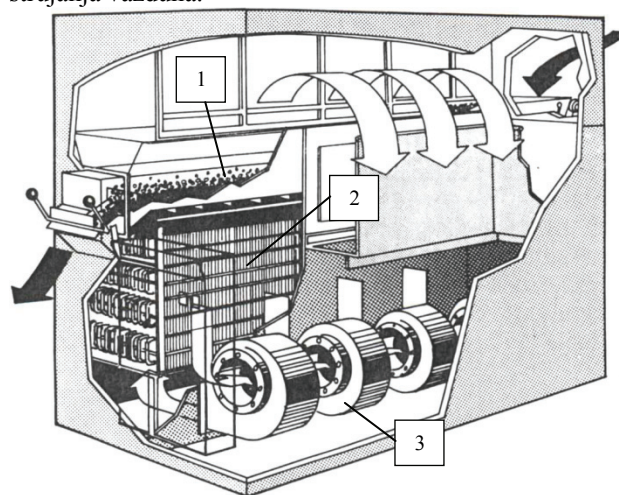
Tunel za brzo zamrzavanje se sastoji od perforirane pokretne trake, kroz čije otvore struji rashlađeni vazduh i hladi proizvod koji se na njoj nalazi. Vazduh se pomoću centrifugalnih ventilatora potiskuje kroz amonijačni isparivač, gde se rashlađuje, potom struji kroz perforacije na pokretnoj traci, sa proizvodom formira fluidizovani sloj i preuzima toplotu. Vazduh biva ponovo usisan od strane kompresora i ciklus se ponavlja. Debljina fluidizovanog sloja zavisi od visine brane, koja sprečava proizvod da napusti rashladnu zonu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dušan Gvozdenac.

Tek kad sloj postane deblji od visine brane, gornji deo proizvoda se preliva i transportuje dalje.

Na slici 1 prikazan je IQF tunel u preseku. Crnim strelicama su prikazani ulaz i izlaz blanširanog i zamrznutog povrća, a belim strelicama je obeležen tok strujanja vazduha.



Slika 1: Presek tunela za brzo zamrzavanje [1]

1 – Pokretna traka prekrivena proizvodom

2 – Amonijačni isparivač

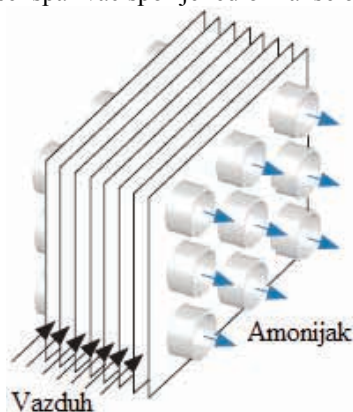
3 – Centrifugalni ventilatori

1.2 Isparivač

Za izradu rashladnog tunela, bilo je potrebno izraditi isparivač, koji je njegov najvažniji deo, jer se u njemu ostvaruje rashladni efekat. Isparivač je u suštini jednostavna konstrukcija, koja bi tehnički mogla da se izradi u bilo kojoj mašin bravarскоj radionici, ali pošto se radi o velikim kapacitetima za industrijske potrebe, gde postoji velik broj zavera i gde je potrebna velika pouzdanost, doneta je odluka da se obavi porudžbina kod nekog specijalizovanog proizvođača.

Isparivač se sastoji od snopa cevi u koji ulazi tečni amonijak. Koriste se cevi od nerđajućeg čelika, jer primena bakarnih cevi nije izvodljiva zbog njihove hemijske reaktivnosti sa amonijakom. Amonijak ključa pomoću toplote koju crpi iz orebrenih cevi. Sa spoljašnje strane cevi nastrujava vazduh koji im predaje svoju toplotu. Na slici 2 su šematski prikazani tokovi isparivača. Na snop su navučene limene table, u pravcu normalnom na ose cevi. One imaju ulogu orebrenja i pojačavaju konvektivni prelaz toplote sa spoljašnje strane cevi. U ovom slučaju je odabran pocinkovani čelični lim, a često se koristi i aluminijum. Kod isparivača se često koriste valoviti i talasasti limovi, kako bi strujanje spoljašnjeg

fluida bilo što turbulentnije i prenos toplote efikasniji, ali se u ovom slučaju zbog veoma niskih temperatura koriste ravni, da bi se isparivač sporije ledio i lakše odleđivao.



Slika 2 : Šematski prikaz isparivača[2]

Po specifikaciji proizvođača, isparivač obezbeđuje rashladnu snagu od 425,5 kW, za temperaturu isparavanja amonijaka od -40°C i protok vazduha od $150000\text{ m}^3/\text{h}$, gde je ulazna temperatura vazduha -27°C , a izlazna $-33,8^{\circ}\text{C}$.

Nakon ugradnje isparivača i njegovog puštanja u rad, pokazalo se da ne ostvaruju propisane parametre. Ispostavilo se da daje daleko manju snagu od očekivane. Potrebno je izračunati snagu postojećeg isparivača i proveriti mogućnost povećanja rashladne snage promenom protoka amonijaka i vazduha.

2 PRORAČUN

2.1 Vazдушna strana

Koeficijent prelaza toplote sa vazduha na cevi sa orebrenjima se određuje pomoću empirijske formule za j-faktor, koju su definisali Wang i Chi (2000) [3]:

$$j = 0,086 \cdot Re_v^{c_3} \cdot N_r^{c_4} \left(\frac{p_f}{d_c}\right)^{c_5} \left(\frac{p_f}{D_h}\right)^{c_6} \left(\frac{p_f}{X_t}\right)^{-0,93}$$

j faktor je poznat i pod imenom Colburn-ov faktor i definisan je kao:

$$j = \frac{Nu}{Re \cdot Pr^{\frac{1}{3}}} = \frac{\alpha \cdot \mu^{\frac{2}{3}}}{v \cdot \rho \cdot \lambda^{\frac{2}{3}} \cdot c_p^{\frac{1}{3}}}$$

Sledi uvrštavanje j faktora u prethodnu jednačinu i izdvaja se koeficijent prelaza toplote sa vazduha na orebrenu cev. Sledeći korak je određivanje uticaja otpora provođenja toplote sa orebrenja na samu cev. To se radi tako što se najpre odredi efikasnost orebrenja, pomoću koje se određuje virtualni koeficijent prelaza toplote sa vazduha na cev.

Sama spoljašnja površina cevi se računa sa prvobitno izračunatim koeficijentom prelaza toplote, dok je površinu orebrenja pre računanja sa koeficijentom prelaza toplote najpre potrebno pomnožiti sa efikasnošću orebrenja, da bi se sumiranjem dobio virtualni koeficijent prelaza toplote.

$$\alpha_v = \alpha \cdot \left[1 - (1 - \eta_f) \cdot \frac{A_f}{A}\right]$$

$$\eta_f = \frac{\tanh X}{X} = \frac{1}{X} \cdot \frac{e^X - e^{-X}}{e^X + e^{-X}}$$

$$X = \frac{d_o}{2} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \alpha}{\lambda \cdot \delta_f}} \cdot \left(\frac{D}{d_o} - 1\right) \cdot \left[1 + 0,35 \cdot \ln\left(\frac{D}{d_o}\right)\right]$$

2.2 Amonijačna strana

Koeficijent prelaza toplote sa unutrašnje površine cevi na amonijak u velikoj meri zavisi od vrste strujanja amonijaka, kao i od udela gasne faze u odnosu na tečnu. To znači da se i sama snaga menja u svakoj tački na svim cevima. Iz tog razloga, ceo proračun je potrebno ponoviti na velikom broju tačaka. Zahvaljujući upotrebi računara, celokupan proračun je moguće obaviti na velikom broju segmenata, čime se ostvaruje veća tačnost. Za jedan segment je odabrana dužina cevi koja odgovara jednom koraku orebrenja. Time se na jednoj cevi proračun sa amonijačne strane ponavlja 1207 puta, a u jednom toku čak 4828 puta, s obzirom da se tok sastoji od četiri spojene cevi.

2.2.1 Klasifikacija strujanja amonijaka

Pod vrstom strujanja se zapravo misli na raspored gasne faze radnog fluida u tečnoj fazi, a zavisi od mnogih faktora poput masenog udela gasa, protoka i naravno toplotnog fluksa sa spoljašnje strane cevi. Raspored gasne faze u cevi je značajan zbog osobine gasa da daleko slabije provodi toplotu od tečne faze. U horizontalnim cevima, kakve su u ovom isparivaču, mnogo je izraženiji efekat izdvajanja gasne faze uz sam zid cevi (gornji deo), zbog uticaja gravitacione sile. Iz tog razloga je potrebno propustiti više tečnog amonijaka kroz isparivačke cevi nego što će ispariti, kako bi celim tokom bile prekrivene barem tankim slojem tečne faze i ostvarile intenzivniji prenos toplote. Odnos ukupnog masenog protoka amonijaka i protoka gasovite faze na izlazu iz isparivača se naziva kratnost.

Pri proticanju dvofaznog fluida, gasna faza stalno teži da se izdvoji u gornjem delu cevi zbog manje gustine, ali se povećanjem masenog protoka meša sa tečnom fazom i formira se ujednačena smeša, gde se gas nalazi raznomerno raspoređen u celoj zapremini u obliku mehurića. Ovakav način strujanja se naziva **mehurasto strujanje** (slika 3a). Ovo je najpovoljniji vid strujanja, ali je problem što se može ostvariti samo pri jako velikim protocima, koji uglavnom nisu primenljivi u praksi.

Ako fluid teče malim brzinama, dolazi do potpunog razdvajanja faza, gde se gasna faza izdvaja u gornjem delu cevi, a tečna taloži na dno. Zbog toga se ovo naziva **slojevito strujanje** (slika 3b).

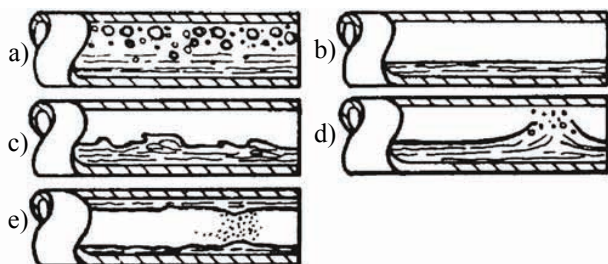
Povećanjem brzine strujanja gasne faze počinje da se odlepljuje gornji sloj tečnosti i formira talase, koji se kreću u pravcu strujanja gasne faze. Ova vrsta strujanja se naziva **talasasto strujanje** (slika 3c). Amplituda ovih talasa zavisi od odnosa brzina gasne i tečne faze, ali ako zapljusnu gornji deo cevi, taj režim se više ne vodi kao talasasti. Talasi se često priljube uz bočne zidove cevi, tako da posle njihovog prolaska ostaje tanak sloj tečne faze, koji pojačava proces prenosa toplote.

Daljim povećanjem brzine strujanja gasne faze, pojedini talasi rastu do te mere da zapljuskuju i gornji deo cevi. Ovakvi talasi ostavljaju tanak sloj tečnosti preko cele površine cevi, a taj sloj se zadržava jer drugi talasi nailaze pre nego što se cev osuši. Talasi većih amplituda uglavnom sadrže veću količinu mehurića. Zbog stalnog smenjivanja tečne i gasovite faze u gornjem delu cevi,

ovaj način strujanja se naziva **naizmenično strujanje** (slika 3d).

Ukoliko se brzina strujanja još poveća, gasna faza počinje da struji kroz sam centar cevi, jer ja tako otpor manji, dok tečna faza biva istisnuta prema površini zida cevi, gde je dodatno privlače sile adhezije. Tečna faza ostaje prilepljena uz zidove cevi, gde se formira tečni prsten u poprečnom preseku cevi.

Budući da je mehurasti teško ostvarljiv, ovakav vid strujanja je najpoželjniji, jer su sve površine cevi stalno nakvašene, a time je i sam prenos toplote najintenzivniji. Zbog tečnog prstena u poprečnom preseku, ovaj režim se naziva **prstenasto strujanje** (slika 3e).



Slika 3: Režimi strujanja[4]

2.2.2 Utvrđivanje nivoa tečne faze

Na osnovu opisa svih režima, lako je zaključiti da se oni smenjuju pri prelasku nekih graničnih protoka. Veličine tih graničnih protoka nisu konstantne i menjaju se u svakoj tački cevi. Kao i sami režimi strujanja, i ovi protoci zavise od udela gasne faze, nivoa tečne faze u cevi, površine u poprečnom preseku koju zauzimaju gasna faza i od mnogih drugih parametara.

Neki od tih parametara se izračunavaju pomoću iterativnog postupka za određivanje visine nivoa tečne faze u cevi. Postupak se sastoji od izračunavanja Martinelli parametra preko dve potpuno različite formule, gde je prva formula funkcija od fizičkih osobina radnog fluida, a druga se bazira na geometriji strujanja, dobijene na osnovu visine nivoa tečne faze. Drugu formulu je potrebno izračunavati za različite vrednosti nivoa tečne faze, sve dok se njena vrednost ne izjednači sa prvom formulom. Kada se poklope, to znači da je odabrana odgovarajuća vrednost nivoa tečne faze i pomoću nje se konačno mogu izračunati još neki geometrijski parametri.

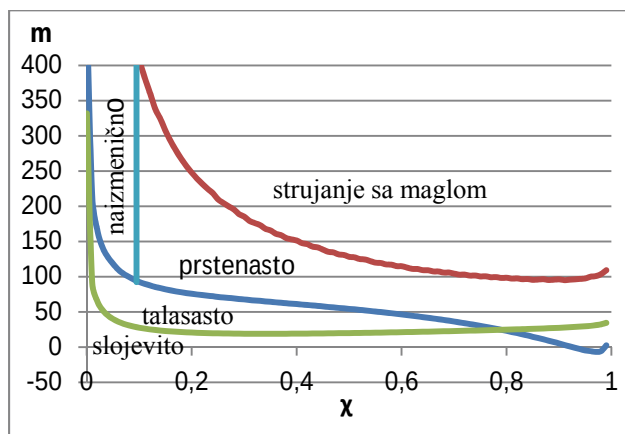
$$X_{tt} = \left(\frac{1 - \chi}{\chi} \right)^{0,875} \left(\frac{\rho_G}{\rho_L} \right)^{0,5} \left(\frac{\mu_L}{\mu_G} \right)^{0,125}$$

$$X_{tt}^2 = \left[\left(\frac{P_{Gd} + P_{Id}}{\pi} \right)^{\frac{1}{4}} \cdot \frac{\pi^2}{64 \cdot A_{Gd}^2} \cdot \left(\frac{P_{Gd} + P_{Id}}{A_{Gd}} + \frac{P_{Id}}{A_{Ld}} \right) \right] \cdot \left(\frac{\pi}{P_{Ld}} \right)^{\frac{1}{4}} \cdot \frac{64 \cdot A_{Ld}^3}{\pi^2 \cdot P_{Ld}}$$

2.2.3 Granični maseni protoci po Kattan-Thome-Favrat metodi [4]

Nakon što je iterativnom metodom utvrđen nivo tečne faze u cevi, kao i neki drugi geometrijski parametri, može se pristupiti izračunavanju graničnih masenih protoka.

Kao što je ranije već rečeno, granični protoci služe za utvrđivanje vrste strujanja. Uobičajeno je da se pomoću formula za granične protoke iscrtaju krive u dijagramu, gde se granični protoci menjaju u zavisnosti od masenog udela gasne faze χ . Iznad svake od tih krivih se odvija jedna vrsta strujanja, a ispod nje druga vrsta.



Dijagram 1

2.2.4 Izračunavanje koeficijenta prelaza toplote

Koeficijent prelaza toplote sa cevi na amonijak se izračunava iterativnim postupkom, tako što se menjaju vrednosti snage jednog segmenta, sve dok se ne dobiju iste vrednosti koeficijent prelaza toplote na dva različita načina.

Prvi način se zasniva na formuli za snagu pri prolazu toplote, gde koeficijent prelaza toplote sa amonijačne strane zavisi i od logaritamske razlike temperatura, odnosa spoljašnje i unutrašnje površine cevi, kao i od koeficijenta prelaza toplote sa vazdušne strane i efikasnosti orebrenja. Vrednost koeficijenta prelaza toplote sa kojom treba da se poklopi se dobija na osnovu površine okvašenog dela zida cevi, kao i debljine tečnog sloja. Raspored tečne faze zavisi od režima strujanja, koji je dobijen po Kattan-Thome-Favrat metodi. U režimima koji se javljaju pri većim protocima, dobijaju se tanji prsteni, koji prekrivaju veću površinu cevi i time se pojačava proces prenosa toplote.

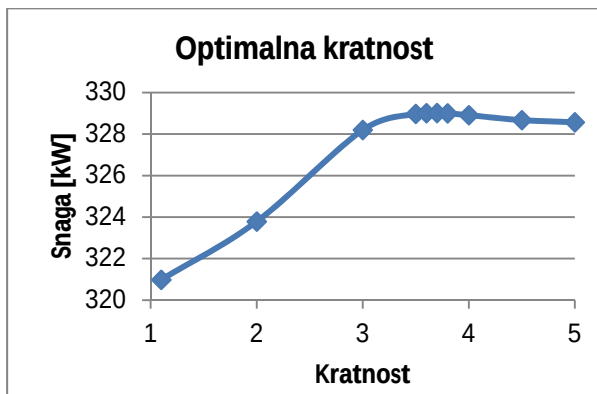
3 ANALIZA PRORAČUNA

3.1 Analiza zadatog slučaja

Jedan od zadataka ovog rada je određivanje količine viška tečnog amonijaka pri kojoj će se dobiti najveća snaga isparivača. Taj višak će biti prikazan preko kratnosti, koja predstavlja odnos ukupnog masenog protoka amonijaka sa protokom isparenog amonijaka.

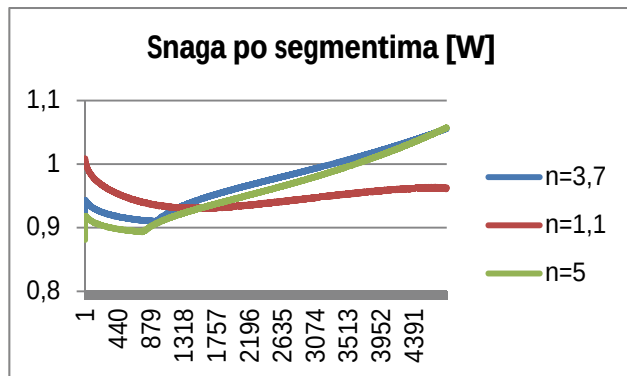
Prelaz toplote sa unutrašnje strane cevi će biti efikasniji ako se povećava maseni protok amonijaka, jer konvekcija direktno zavisi od brzine strujanja, a istovremeno se povećava i okvašena površina cevi, na kojoj je prenos toplote neuporedivo bolji od površine koja je u kontaktu sa gasnom fazom. Povećanjem protoka se povećavaju i gubici strujanja, što će izazvati porast pritiska u isparivačkim cevima.

Viši pritisak isparavanja će povišati temperaturu na kojoj ključa amonijak, što će uzrokovati smanjenje snage zbog manje temperaturske razlike između amonijaka i vazduha. Jasno je da će se snaga isparivača povećavati samo do određenog protoka, nakon kojeg će negativan efekat pada pritiska nadjačati porast konvekcije. Na dijagramu 2 je prikazana zavisnost snage od kratnosti. Maksimalna snaga se dobija na kratnosti 3,7.



Dijagram 2

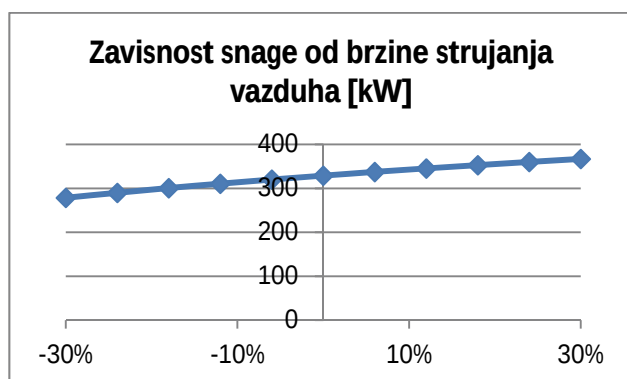
Na *dijagramu 3* je prikazana promena snaga segmenata duž isparivačkog toka iz prvog reda cevi za tri različite kratnosti. Snage u početku opadaju zbog naglog smanjenja okvašene površine, a nakon prelaska u povoljniji režim strujanja počinju da rastu. U slučaju minimalne kratnosti režim ostaje nepromenjen, zbog čega beleži neuporedivo slabiji rast snage i nema lom kao druge dve krive. Krive veće kratnosti daju nešto manju snagu u prvim segmentima zbog većeg pada pritiska.



Dijagram 3

3.2 Slučaj povećane brzine strujanja vazduha

Najjednostavnija opcija za povećanje snage bez prepravke isparivača se može ostvariti većom brzinom strujanja vazduha sa njegove spoljašnje strane. Ova mera se mora pažljivo razmotriti, kako ne bi došlo do oštećenja sirovine za zamrzavanje. Ovom metodom se pojačava konvekcija sa spoljašnje strane isparivača, što utiče na ukupni koeficijent prolaza toplote, a time i na celokupnu snagu isparivača. Na *dijagramu 4* je prikazana promena snage pri promeni brzine strujanja vazduha za $\pm 30\%$.

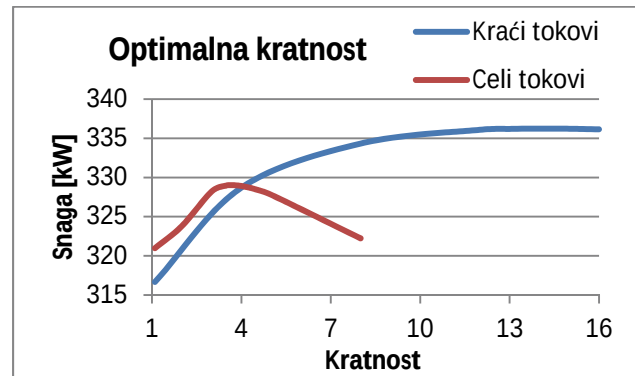


Dijagram 4

3.3 Skraćeni tokovi sa manjim padom pritiska

Snagu je moguće povećati deljenjem svakog od postojećih tokova na dva jednaka dela. Time se smanjuje pad pritiska, čime se za veći maseni protok može zadržati niža temperatura ključanja. Optimalna kratnost će u tom slučaju biti 14,2, a dobitak snage u odnosu na originalni slučaj je prikazan preko *dijagrama 5*.

Ovo rešenje može biti korisno samo pri konstruisanju novog isparivača, dok je prepravka postojećeg isparivača potpuno neisplativa.

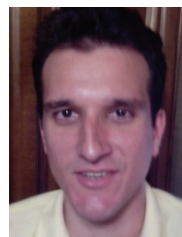


Dijagram 5

4 LITERATURA:

- [1] FLoFREEZE MA for the bulk of the IQF products – manual: AGA Frigoscandia, 1987
- [2] Heat Transfer : Gregory Nellis, Sanford Klein, Cambridge University Press, 2009
- [3] Fundamentals of Heat Exchanger Design: Ramesh K. Shah, Dušan P. Sekulić, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2003
- [4] Heat Transfer Handbook: Adrian Bejan, Allan D. Kraus, John Wiley & Sons, 2003

Kratka biografija:



Vladimir Kojić rođen je u Bačkoj Palanci 1988. godine. Srednju tehničku školu završio je 2007. godine u Bačkoj Palanci. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Mašinstva – Ras-hladna tehnika odbranio je 2015. godine.

ОПИС, ПРОРАЧУН ГЛАВНИХ МЕХАНИЗАМА И МОДЕЛИРАЊЕ РОБОТА „МИЛИ”**DESCRIPTION, CALCULATION OF THE MAIN MECHANISMS AND MODELING OF ROBOT „MILI”**

Немања Воркапић, Драган Живанић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – МАШИНСТВО

Кратак садржај – У раду је приказан опис и моделирање робота „Мили” помоћу софтверског пакета Autodesk Inventor 2015. Поред тога извршен је и прорачун главних механизма, а то су погонски механизам, мерни механизам и механизам за слагање чаша. Циљ прорачуна је да се изврши оптимизација делова робота.

Abstract – This paper presents a description and the modeling robot „Mili” with software package Autodesk Inventor 2015. Except that this paper also present calculation of the main mechanisms, and that are the drive mechanism, the measuring mechanism and the mechanism for the stacking glasses. The goal of this project is to make optimization for the robot parts.

Кључне речи: Робот, прорачун, механизам, моделирање.

1. УВОД

Роботика је наука о роботима, њиховом дизајну, изради и примени. Обухвата поља информатике (посебно вештачку интелигенцију), електротехнике и машинства. Робот (од чешког - роб, работа - тежак, присиљан рад) је електро-механичка јединица која је у стању да аутономно, по неком програму, или под контролом човека изводи одређене задатке. Роботи се користе за извођење задатака опасних, тешких или напорних за људе. На пример, сакупљање нуклеарног отпада или слагање великог броја жица према боји, као и репетитивне послове где се захтева истрајност и прецизност, као што је склапање мотора и шасије аутомобила [5].

Један од тренутно најпознатијих и најкомплекснијих робота јесте Асимо, робот фирме Хонда, као и робот *Big dog* (Велики пас) компаније *Boston dynamics*.

Робот Мили који је приказан на слици 1. израђен је од стране групе студената са Факултета техничких наука у сврху учествовања на европском првенству у роботизици *Eurobot*. *Eurobot* окупља најбоље екипе из целе Европе и представља најпрестижније такмичење из овласти роботике.

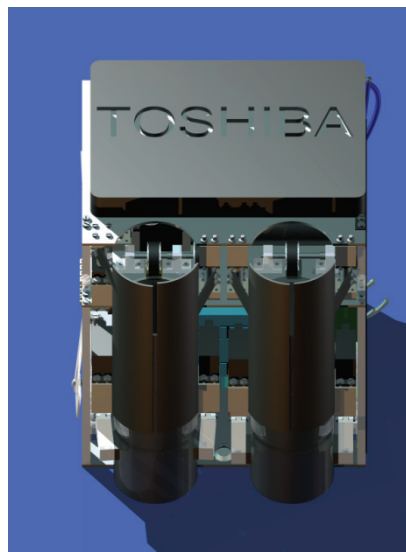
Робот Мили је имао неколико различитих задатака као што су:

- сакупљање и слагање чаша једну на другу,
- усисавање и убацивање лоптица у одређену посуду,

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Живанић, доцент.

- убацивање тениских лоптица у одређене чаше,
- обарање полуга са ивице полигона.



Слика 1. Робот Мили

2. ПРИКАЗ РОБОТА МИЛИ

На целом роботу постоји 7 инкременталних енкодера од којих су 5 интегрисани на *DC MAXON* моторредукторе, а 2 су независна и служе за контролу кретања робота као целине.

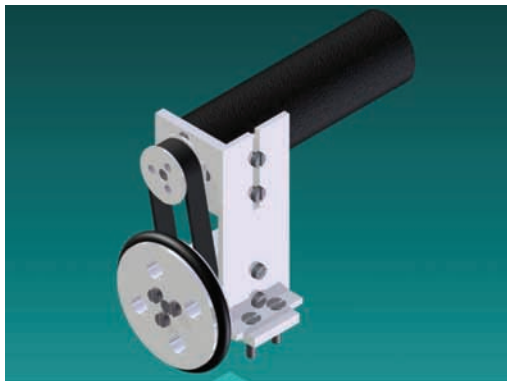
Поред инкременталних енкодера на роботу постоји још 3 сензора и 23 актуатора од којих је 16 *RC (radio control)* серво мотора, 6 *DC MAXON* моторредуктора и једна турбина. Сви актуатори осим оних који су намењени за погон кретања робота повезани су на једну управљачку актуаторску плочу која је даље повезана на централну управљачку јединицу. Поред актуаторске плоче постоји још једна управљачка плоча, такозвана *drajver* плоча, која има за циљ управљање електромотора намењених за погон кретања робота.

Робот Мили састоји се од низа подсклопова који заједно са носећом конструкцијом чине једну компактну целину. Сваки подсклоп представља један независни механизам који би се још могао расчланити на неколико подсклопова другог реда.

2.1. Подсклоп кретања

Механизам приказан на слици 2. који врши функцију погона кретања робота састоји се од *DC* моторредуктора, са интегрисаним инкременталним енкодером, точка, преносника снаге, и носеће конструкције. На роботу постоје два оваква подсклопа

и они су поред праволиниског кретања задужени и за скретање робота. То се постиже тако што се погони само један точак, а пресек вертикалне осе другог точка са подлогом представља тренутни пол обртања робота.

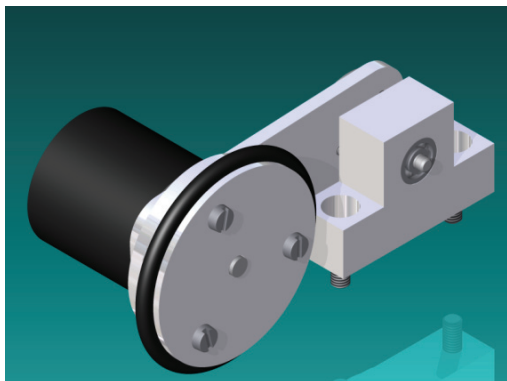


Слика 2. Подсклоп кретања

2.2. Мерни подсклоп

Механизам са слике 3. има кључну улогу у управљању робота, јер он мери стварни пређени пут робота. Централни рачунар на основу те информације рачуна координате робота у простору, па на основу тог положаја одређује даље кретање робота.

Централну улогу у овом механизму има инкрементални енкодер на чије је вратило директно повезан мерни точак. Енкодер се помоћу носача точка енкодера и ослонца ослања на носећу плочу.



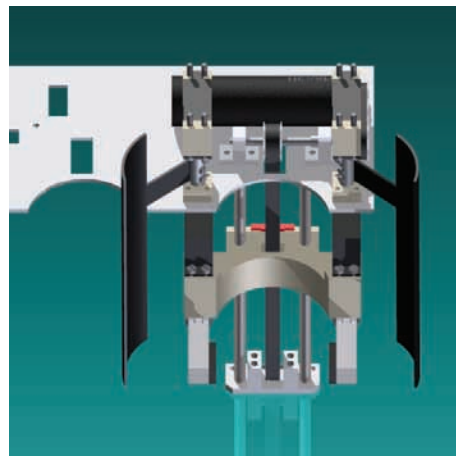
Слика 3. Мерни подсклоп

Свако проклизавање мерног точка у бочном или правцу кретања робота значи трајни губитак оријентације робота. Да би се то спречило неопходно је обезбедити добро пријањање точка на подлогу. Константни контакт између точка енкодера и подлоге се омогућује помоћу опруге која је једним крајем везана за основну плочу робота, а другим крајем за носач точка енкодера. На тај начин опруга стално притиска точак енкодера на доле и не дозвољава да се услед динамичких утицаја точак одигне од подлоге.

2.3. Подсклоп за слагање чаша

Механизам за слагање чаша робота Мили приказан је на слици 4, и састоји се од више независних механизма које погоне засебни мотори. Сви мотори повезани су на исту управљачку плочу и морају међусобно да комуницирају помоћу управљачке јединице коју представља лаптоп рачунар на самом роботу. То значи да сваки мотор на команду

централног рачунара мора да окрене излазно вратило за тачно дефинисан угао, а затим врати информацију рачунару да је команда обављена.



Слика 4. Подсклоп за слагање чаша

Овај механизам представља мултифункционални манипулатор коадним теретом јер се профилисани клизач са полукружним жлебом може заменити за неки други. Поред клизача потребно је и закртаче заменити за облик који би одговарао новом предмету. На тај начин могу се осим чаша о којима је овде било речи транспортовати и други облици.

3. ПРОРАЧУН ПОГОНСКОГ МЕХАНИЗМА

У оквиру прорачуна погонског механизма, чија је шема приказана на слици 5, само ће укратко бити дате једначине за прорачуне најбитнијих величина.

Време залета се рачуна према [3]:

$$t_u^R = J_{ekv/m} \frac{\omega_{kra} - \omega_{poč}}{T_{m/s} - T_{o/m}} \quad (1)$$

где је:

$J_{ekv/m}$ – еквивалентни момент инерције сведен на вратило електромотора,

ω_{kra} – крајња угаона брзина електромотора,

$\omega_{poč}$ – почетна угаона брзина електромотора,

$T_{m/s}$ – средњи обртни момент електромотора,

$T_{o/m}$ – момент отпора котрљања.

Провера проклизавања се рачуна према [3]:

$$\varphi_p = \frac{F_{ath}}{F_{pog}} \quad (2)$$

где је:

F_{ath} – атхезиона сила,

F_{pog} – погонска сила.

Прорачун је показао да не постоји опасност од проклизавања.

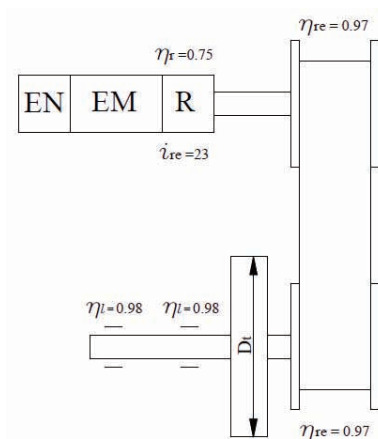
Пречник вратила на најкритичнијем месту је добијен према [1]:

$$d_{1rač} = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_{i1}}{\sigma_{fdoz}}} \quad (3)$$

где је:

M_{i1} – еквивалентни нападни момент у пресеку 1,

σ_{fdoz} – дозвољени напон у односу на савијање.



Слика 5. Шема погонског механизма

4. ПРОРАЧУН НОСИВОСТИ МЕХАНИЗМА ЗА СЛАГАЊЕ ЧАША

Као и код прорачуна погонског механизма и у оквиру прорачуна носивости механизма за слагање чаша чија је шема дата на слици 6, само ће укратко бити дате једначине за прорачуне најбитнијих величина.

Корисна маса коју моторедуктор може да подигне може се израчунати према:

$$m_{stv} = m - m_{kl} \quad (4)$$

где је:

m – маса коју моторедуктор може да подигне

m_{kl} – маса клизача

Корисна маса коју серво мотори могу да подигну може се израчунати према:

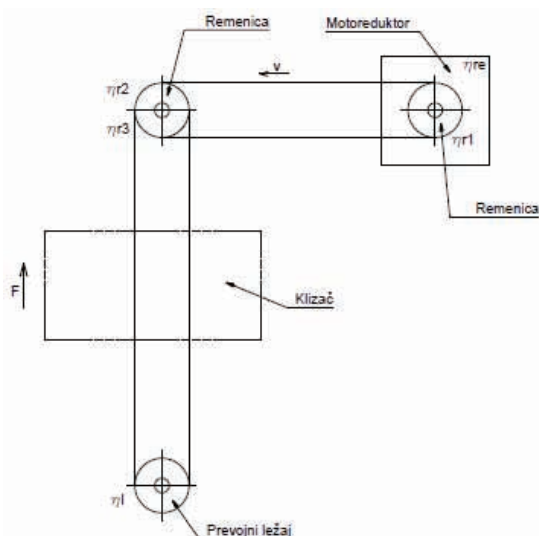
$$m_{ser} = \frac{F_{tr}}{g} \quad (5)$$

где је:

F_{tr} – сила трења

g – гравитационо убрзање

Прорачун је показао да је моторедуктор тај који представља ограничење носивости механизма.



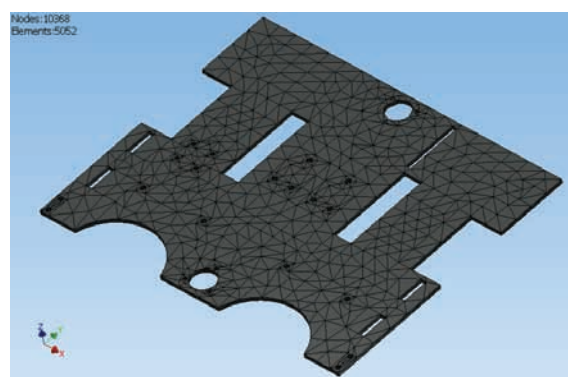
Слика 6. Шема дизања клизача

5. ПРОРАЧУН НОСЕЋЕ ПЛОЧЕ МЕТОДОМ КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА

Метода коначних елемената спада у савремене методе нумеричке анализе, са широм применом у решавању задатака из математике, физике и нарочито механике континуума.

Метода коначних елемената такође спада и у методе дискретне анализе јер се заснива на физичкој дискретизацији континуума, за разлику од других нумеричких метода које се заснивају на математичкој дискретизацији једначина и граничних услова. Развој и примена метода коначних елемената текла је паралелно са развојем рачунара.

Метода коначних елемената је концепцијски јасна метода јер њена суштина лежи у замишљеној физичкој подели тела на једноставне сегменте (коначни елементи) са јасном визуелном представом померања чворова које је потребно одредити под оптерећењем [2].

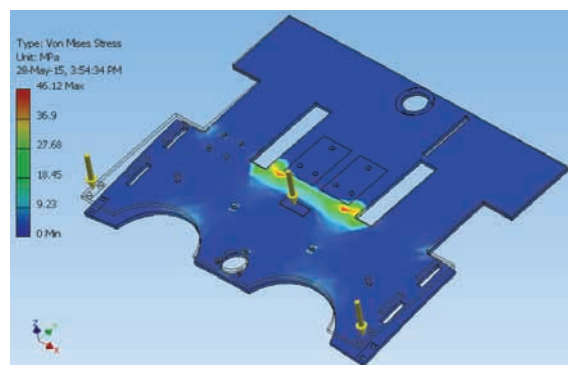


Слика 7. Графички приказ носеће плоче подељене на коначне елементе

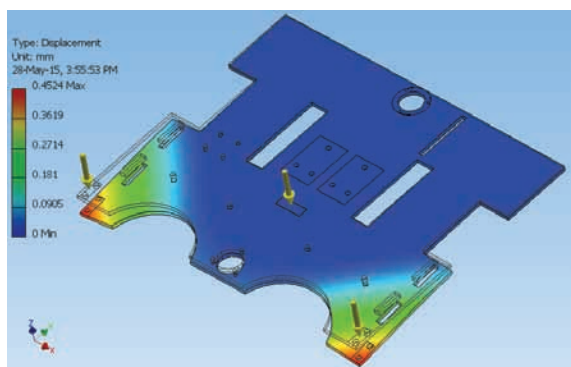
Као што се може видети на слици 7. носећа плоча је подељена на 5052 коначна елемента који се повезују у 10368 тачака.

Као резултат методе коначних елемената могу се добити напонска стања испитиваног дела што је приказано на слици 8. Са исте слике види се да је при израчунатим оптерећењем највећи напон којем је изложена носећа плоча работа $46,12 \text{ N/mm}^2$.

Поред напонског стања методом коначних елемената могу се израчунати и померања испитиваног елемента. Са слике 9. може се видети да је највеће померање носеће плоче $0,4524 \text{ mm}$.



Слика 8. Напонско стање носеће плоче (N/mm^2)



Слика 9. Померање носеће плоче (mm)

6. ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ У СИСТЕМ УПРАВЉАЊА

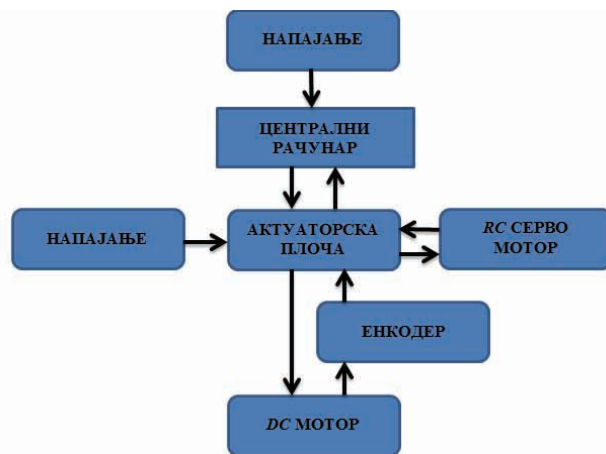
Вештачка интелигенција је подобласт рачунарства. Циљ истраживања вештачке интелигенције је развијање програма (софтвера), који ће рачунарима омогућити да се понашају на начин који би се могао окарактерисати интелигентним. Прва истраживања се вежу за саме корене рачунарства [5].

Савремена истраживања у вештачкој интелигенцији су оријентисана на експертске и преводилачке системе у ограниченим доменама, препознавање природног говора и писаног текста, аутоматске доказиваче теорема, као и константно интересовање за стварање генерално интелигентних аутономних агената.

Табела 1. Карактеристике људског мозга и рачунара

Карактеристика	Људски мозак	Рачунар
брзина	спор	брз
доминантан начин резоновања	индуктивно	дедуктивно
прецизност	непрецизан	прецизан
препознавање околине	брзо	споро
памћење	забораван	меморија са дугим памћењем
креативност	креативан	без креативности
емоције	емотиван	без емоције
сазнавање	учењем	програмирањем
преношење знања	компликовано	једноставно
начин функционисања	електро-хемијски	електрични

Што се тиче робота Мили све информације крећу из централног рачунара који је заправо лаптоп који се налази на самом роботу. Напајање централног рачунара је из сопствене батерије тако да је он енергетски изолован од остатка система. Комуникација између централног рачунара и актуаторске плоче тече у оба смера на принципу серијске комуникације. На слици 10. приказана је блок шема управљања механизмом за слагање чаша. На слици су приказане све управљачке компоненте као и њихова међусобна веза. Актуаторска плоча је слејв (подређена) у односу на централни рачунар који је мастер (главни).



Слика 10. Блок шема управљања системом за слагање чаша

7. ЗАКЉУЧАК

У последњих неколико деценија развој роботике је у великој експанзији. Данас је савремена индустрија незамислива без робота и манипулатора који замењују људски рад.

Робот Мили је креиран ради учествовања на такмичењу, али врло лако би могао бити применљив и у експлоатационим условима уз минималне преправке. Тако нпр. роботски механизам за слагање чаша који је представљен у овом раду могао би одменити више људи који раде просте послове који се понављају са великом учесталošћу. Као пример томе могло би се навести опслуживање неке машине командама који се не налазе у њеној непосредној близини.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] В. Милтеновић, "Машински елементи", Машински факултет, Ниш 2009.
- [2] Ј. Владић, Н. Бабин, Н. Бркљач, Р. Шостаков, "Металне конструкције", ФТН, Нови Сад, 2012.
- [3] Р. Шостаков, "Дизалице", ФТН, Нови Сад, 2013.
- [4] Б. Поповић, "Основи Електротехнике 1", Грађевинска књига, Београд, 1998.
- [5] <http://sr.wikipedia.org>; јун 2015.
- [6] <http://www.automatika.rs>; јун 2015.

Кратка биографија:



Немања Воркапић рођен је у Осијеку 1990. године. Основне академске студије завршио је на Факултету техничких наука 2013. године са просечном оценом 9,15. Мастер рад одбранио је 2015. године на Факултету техничких наука из области машинства - транспортни системи и уређаји.



Драган Живанић је рођен 1972. год. у Сремској Митровици. Дипломирао је студије машинства на ФТН-у у Новом Саду 1997. год, магистрирао 2006. год, а докторирао 2012. године.

RAČUNARSKA SIMULACIJA UREĐAJA ZA MERENJE I KONTROLU VIBRACIJA KOTRLJAJNIH LEŽAJA

COMPUTER SIMULATION OF THE DEVICES FOR THE MEASUREMENT VIBRATION AND CONTROL ROLLING BEARINGS

Miloš Knežev, Aleksandar Živković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan način modeliranja delova i sklopova, kao i simulacija uređaja za merenje i kontrolu vibracija u softverskom sistemu CATIAV5R19. Prikazan je način funkcionisanja uređaja pri ispitivanju ležaja sa greškom na unutrašnjem prstenu, na osnovu čega su dobijeni rezultati kinematskih veličina. Metodom konačnih elemata u softverskom sistemu Ansys izvršena je analiza dinamičkog ponašanja vretena, kao vitalnog elementa uređaja.

Ključne reči: Merenje i kontrola vibracija ležaja, Savremeni prilazi u projektovanju proizvoda, Računarom podržano projektovanje, Inženjerske analize (CAE)

Abstract – The paper presents way of modeling parts and assembly design also the simulation of device for measuring and control vibrations with softwer system CATIAV5R19. Shows how mesuring device works during the test of bearing with an error on inner ring on what basis are acquired the results of kinematics quantities. Finite element method in software system Ansys is used for analysis dynamic behaviour of the spindle, as vital element of the device.

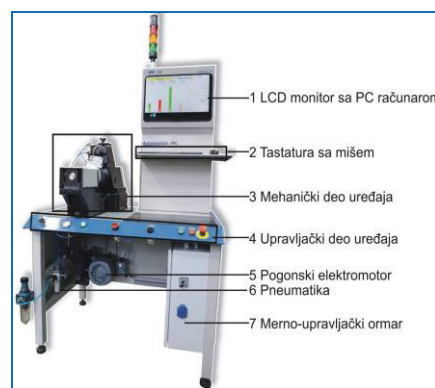
Key words: Control vibrations of rolling bearings, Modern approaches in the design of the product, Computer aided design, Engineering analysis (CAE)

1. UVOD

Na sve oštriji zahtevi u pogledu kvaliteta kotrljajnih ležajeva, kao i složenost fizičkih i hemijskih procesa koji se dešavaju u njihovoj unutrašnjosti, a koje nije moguće razjasniti samo na osnovu poznatih teorijskih saznanja, uslovi su intenzivan razvoj eksperimentalnih metoda i uređaja za ispitivanje i dijagnozu stanja ležajeva u radnim uslovima [1]. Eksperimentalni rezultati imaju veliki uticaj kako na rešavanje postojećih problema tako i na razvoj novih konstrukcija i tehnologija tokom celog životnog veka ležaja. Eksperimentalna ispitivanja mogu da se izvode u laboratorijskim uslovima ili u eksploataciji samog ležaja. U laboratorijskim uslovima ispitivanje se obavlja na specijalnim za tu svrhu namenjenim uređajima pri čemu se simuliraju različiti eksploatacioni uslovi.

2. OPIS UREĐAJA ZA MERENJE I KONTROLU VIBRACIJA KOTRLJAJNIH LEŽAJA

Uređaj za merenje i kontrolu vibracija kotrljajnih ležaja (Slika 1) se sastoji od: LCD monitora sa integrisanim PC računarom, tastature, miša, mehaničkog dela, (čije su najvažnije komponente hidrodinamičko vretenište sa mernim trnom, davač brzine i pneumatski cilindar), upravljačkog dela (tasteri za pokretanje i zaustavljanje vretena, tasteri za uključivanje pneumatskog cilindra, za zadavanje odgovarajućeg opterećenja kao i taster za hitno zaustavljanje svih kretanja), radijalno i aksijalno podesivog pogonskog elektromotora montiranog ispod ploče stola koji posredstvom kaišnog prenosnika pogoni hidrodinamičko vreteno, pneumatske instalacije i merno-upravljačkog ormara (sistem za upravljanje uređajem kao i sistem za merenje i prikupljanje podataka merenja),

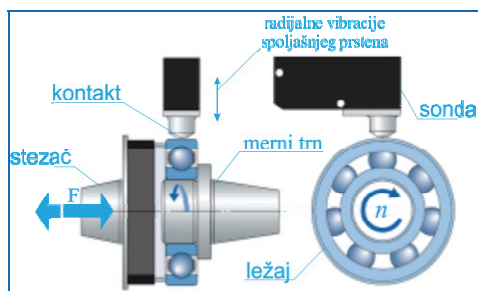


Slika 1. Fizički model uređaja za merenje i kontrolu vibracija kotrljajnih ležaja

Na slici 2 je prikazan šematski princip merenja vibracija kotrljajnih ležaja. Ležaj se preko unutrašnjeg prstena postavlja na merni trn koji je posredstvom konusa i navojne veze pričvršćen na vreteno uležišteno hidrodinamičkim ležajima. Vreteno se tokom merenja obrće konstantnim brojem obrtaja ($n=750$ ili 1800 [o/min]). Spoljašnji prsten je stacionaran i opterećen aksijalnom silom preko posebno projektovanog pribora. Davač vibracijske brzine se pomoću mehanizma spušta kako bi ostvario kontakt sa spoljašnjim prstenom ležaja (koji osciluje usled grešaka na nekom od delova ležaja).

NAPOMENA:

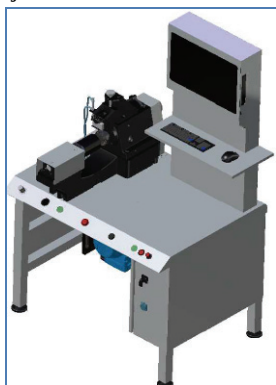
Ovaj rad proistekao je iz master rada čije mentor je bio dr Aleksandar Živković, docent.



Slika 2 Šematski prikaz principa merenja

3. MODELIRANJE I SIMULACIJA UREĐAJA ZA MERENJE I KONTROLU VIBRACIJA KOTRLJAJNIH LEŽAJA

Modeliranje uređaja izvršeno je po principu "Botton-Up", odnosno komponovanje sklopa na osnovu prethodno modeliranih komponenti. Na slici 3 je prikazan izgled modeliranog sklopa uređaja za merenje i kontrolu vibracija kotrljajnih ležaja. CATIA Digital Mockup je modul za virtualno projektovanje prototipova koji podržava definisanje i analizu mehanizama. Pre samog ulaza u izradu fizičkog prototipa pomoću ovog modula moguće je izvršiti procene i usavršavanje datog mehanizma. Modul Digital Mockup omogućava određivanje postojanja kolizije između delova i kinematsku analizu (pozicije, brzina, ubrzanje) na osnovu definisanog zakona kretanja pogonskog elementa. Iz svega navedenog može se zaključiti da je već u ranoj fazi projektovanja moguće uočiti probleme i rešenja što prouzrokuje manje troškove, a veći kvalitet.



Slika 3. Modelirani sklop uređaja za merenje i kontrolu vibracija kotrljajnih ležaja

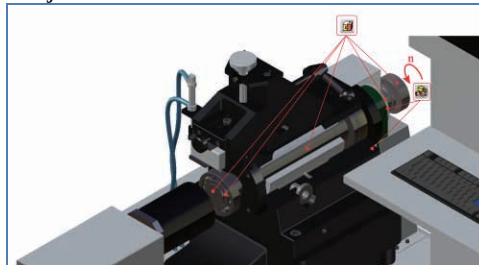
S druge strane numerički rezultata kinematskih veličina mogu se izvesti kao .xls fajl, nekog čega se u Microsoft Excel-u, mogu kreirati dijagrami radi lakše analize.

Uređaj za merenje i kontrolu vibracija se sastoji od različitih mehanizama kretanja, tako da su za njihovo definisanje korišćeni sledeći tipovi spojeva: prizmatični, obrtni, cilindrični, relativno kotrljanje po kružnoj putanji, klizni spoj tačke po krivoj. Da bi se izvršilo ispitivanje vibracija na ležaju, uređaj treba da ostvaruje tri kretanja i to:

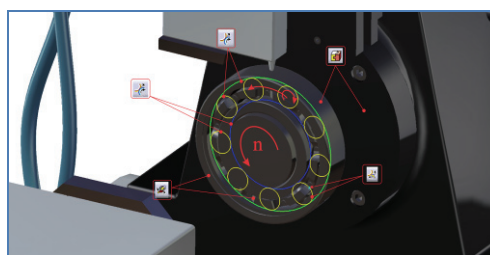
- Obrtanje vratila i ležaja
- Aksijalno pomeranje stezača
- Spuštanje sonde i merenje

Obrtanje vratila i ležaja. Ovo kretanje na uređaju predstavlja najsloženiji mehanizam, što će reći da je za njega potrebno definisati veći broj spojeva u odnosu na

kretanje stezača i spuštanje sonde. Kako u softveru CATIAV5R19 ne postoji mogućnost definisanja spoja za kaišni prenos, odnosno kretanje između dve remenice, kreiranje mehanizma počinje od gonjene remenice. Gonjena remenica se čvrstim spojem vezuje za vratilo, unutrašnji prsten ispitivanog ležaja i merni trn (Slika 4). Definisanje ograničenja na unutrašnjem prstenu ležaja prikazano je na slici 5.

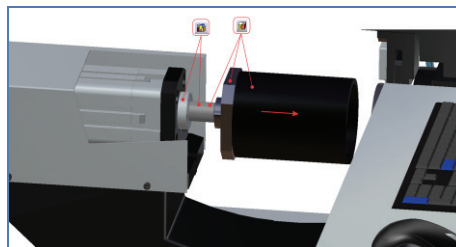


Slika 4. Definisanje spoja na vretenu i remenici



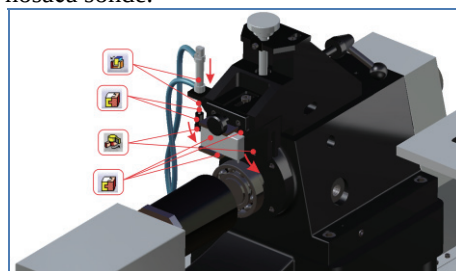
Slika 5. Definisanje spoja na ležaju i vretenu

Aksijalno pomeranje stezača (Slika 6). Spoljašnji prsten ispitnog ležaja je opterećen aksijalnom silom preko pneumatskog cilindra na koji je postavljen odgovarajući pribor (stezač). Pošto se radi o pravolinijskom kretanju za kreiranje mehanizma primenjuju se prizmatični i čvrsti spoj.



Slika 6. Spojevi za definisanje kretanja stezača

Spuštanje sonde i merenje (Slika 7). Spuštanje sonde na spoljašnji prsten ispitnog ležaja se ostvaruje preko odgovarajućeg pneumatskog cilindra koji deluje na nosač sonde. Za definisanje ovog mehanizma se kao pogonski koristi prizmatični spoj između pneumatskog klipa i cilindra. Između klipa i zgloba, kao i između sonde, držača sonde i poluge za spuštanje sonde je definisan fiksni spoj. Obrtni spojevi su kreirani na mestima između čivija i nosača sonde.



Slika 7. Definisanje spojeva za spuštanje sonde

4. ANALIZA RADA UREĐAJA ZA MERENJE I KONTROLU VIBRACIJA KOTRLJAJNIH LEŽAJA

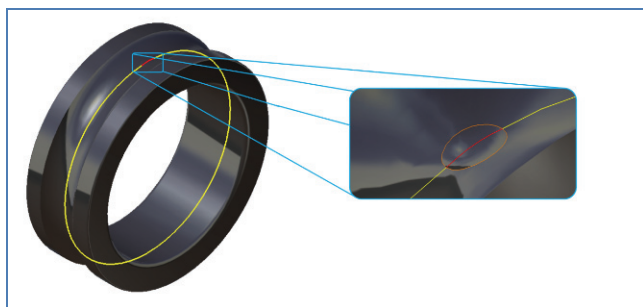
4.1 Analiza kinematskih veličina pomoću modula DMU Kinematics

Kinematska analiza se vrši tek nakon što je definisan ceo mehanizam uređaja, pri čemu se simuliraju kretanja pojedinih elemenata uređaja. Kinematska analiza ne uzima u obzir snagu elektromotora kao ni masu komponenti.

Pri analizi kinematskih veličina dobijaju se vrednosti o promeni položaja, brzine i ubrzanja. U *DMU Cinematics* modulu senzor za određivanje kinematskih veličina može biti postavljen na bilo kojoj komponenti koja vrši kretanje.

U ovom radu senzor je postavljen na stazu kotrljanja unutrašnjeg prstena, kao i na kotrljajno telo, od toga jedan na izvodnici po kojoj se vrši kotrljanje, dok je drugi u centru kuglice i na kavezu.

Da bi se izvršilo poređenje frekvencija određenih kinematskom analizom i karakterističnih frekvencija elemenata ležaja dobijenih analitičkom metodom, unutrašnji prsten ležaja je modeliran sa određenom greškom na unutrašnjoj stazi kotrljanja (Slika 8).

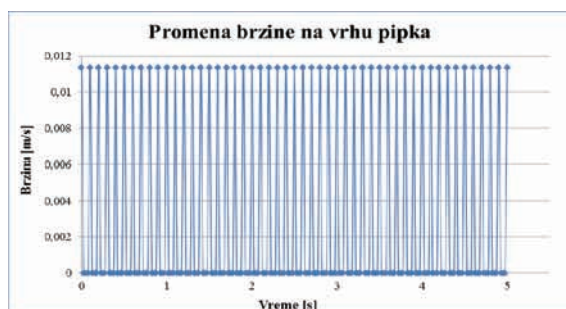


Slika 8 Unutrašnji prsten ležaja sa greškom

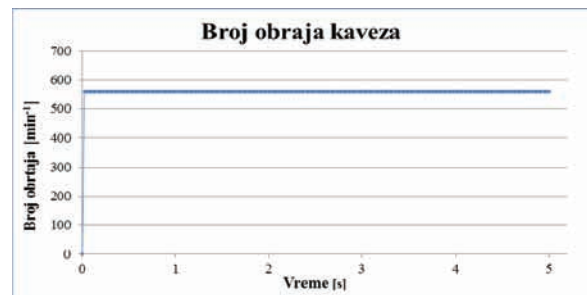
Elementi ležaja mogu generisati pet karakterističnih frekventnih komponenti: f_0 -osnovna frekvencija obrtanja, f_c -frekvencija kaveza; f_s -frekvencija spoljašnjeg prstena; f_u -frekvencija unutrašnjeg prstena; f_k -frekvencija kotrljajnih tela.

Sva merenja se vrše u intervalu od 5 sekundi. Na slici 9. je prikazana promena brzine vibracija na unutrašnjem prstenu ležaja.

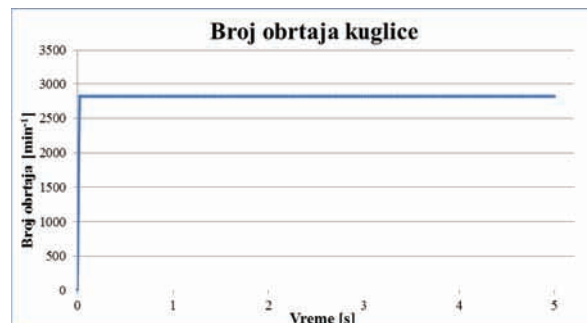
Broj obrtaja kaveza određen pri kinematskoj analizi je prikazan na slici 10, dok je na slici 11 prikazan broj obrtaja kotrljajnog tela ispitnog ležaja.



Slika 9 Prikaz spektra vibracija na unutrašnjem prstenu u vremenskom domenu



Slika 10 Prikaz broja obrtaja kaveza



Slika 11. Prikaz broja obrtaja kotrljajnog tela

U tabeli T1 su prikazane frekvencije pojedinih elemenata ležaja određene u kinematskoj analizi za ležaj 6008.

Tabela T1. Poređenje dobijenih frekvencija elemenata ležaja

Karakteristične frekvencije	Frekvencije [Hz]	
	DMU Kinematics	Analitički [1]
f_u	80	83,74
f_c	9,66	9,16
f_k	54,6	55,9

4.2 Dinamička analiza vretena

Dinamička analiza vretena vršena je sa ciljem analize dinamičkog ponašanja vretena na koje se postavlja ispitivani ležaj. Za analizu dinamičkog ponašanja korišćena je modalna analiza za određivanja sopstvenih frekvencija, glavnih oblika oscilovanja kao i harmonijska analiza za određivanje odziv pojedinih čvorova pri dejstvu opterećenja, korišćenjem metoda konačnih elemenata.

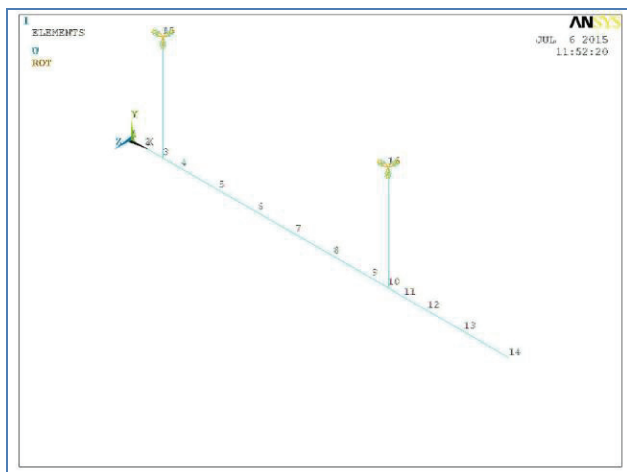
Pri analizi dinamičkog ponašanja, proračun podrazumeva rešavanje diferencijalnih jednačina kretanja za dva osnovna slučaja [5]:

- rešavanje homogenog sistema ili proračun sopstvenih frekvencija,

- rešavanje nehomogenog sistema ili proračun dinamičkog ponašanja sistema u toku trajanja spoljašnjeg uticaja

Pri analizi dinamičkog ponašanja vretena, za njegovu diskretizaciju korišćeni su konačni elementi oblika grede (BEAM188) sa kružno prstenastim poprečnim presekom. Vreteno je modelirano sa 16 konačnih elemenat. Za definisanje krutosti hidrodinamičkog ležaja korišćen je konačni element COMBIN14 sa dva čvora, u obliku opruge koji uzima u obzir uzdužne deformacije kao i deformacije nastale usled dejstva torzionog opterećenja.

Na slici 11 je prikazan matematički model za analizu dinamičkog ponašanja vretena.



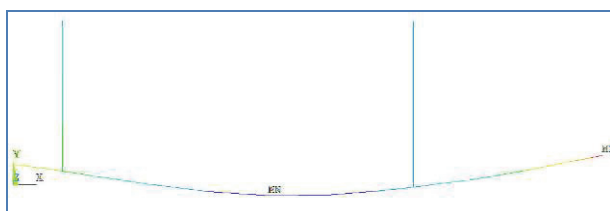
Slika 11 Matematički model za analizu dinamičkog ponašanja vretena

Vrednosti prvih pet sopstvenih frekvencija sklopa glavnog vretena dobijene primenom metode konačnih elemenata su date u tabeli T.2

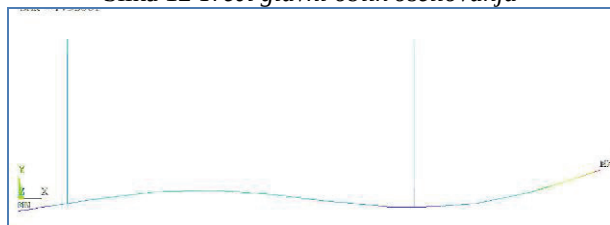
Tabela T.2 Vrednosti sopstvenih frekvencija

Sopstvene frekvencije	Frekvencija [Hz]
f_{01}	355
f_{02}	504
f_{03}	5088
f_{04}	5580
f_{05}	9000

Na osnovu izračunatih vrednosti nacrtani su glavni oblici oscilovanja. Na slici 12 je prikazan treći oblik oscilovanja dok je na slici 13 prikazan peti oblik oscilovanja.



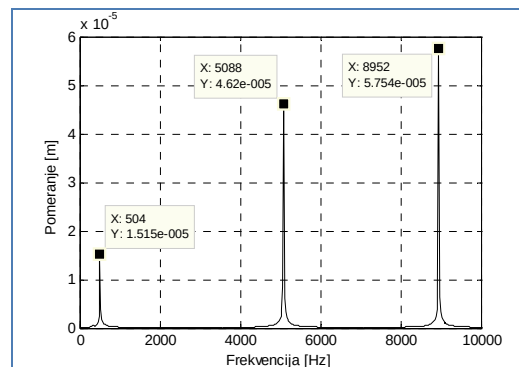
Slika 12 Treći glavni oblik oscilovanja



Slika 13 Peti glavni oblik oscilovanja

Glavni oblici oscilovanja, kao i sopstvene frekvencije su uslovljeni parametrima sistema, to su unutrašnje karakteristike nezavisne od spoljnog dejstva.

U razmatranom intervalu frekvencija (0-10000 Hz), određenom modalnom analizom izvršena je harmonijska analiza odziva vretena pri dejstvu opterećenja. Radi ilustracije na slici 14. prikazani su odzivi u čvoru 1 koji se nalazi na vrhu vretena.



Slika 14 Amplitudno -frekventne karakteristike u čvoru 1 odziva 1

5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

U skladu sa zadatim zadatkom u radu je prikazan način modeliranja delova i sklopova zatim izrada simulacije rada uređaja nakon čega i analiza konačnim elementima pojedinih vitalnih elemenata uređaja. Na osnovu senzora postavljenih na odgovarajućim komponentama dobijene su vrednosti kinematskih veličina tj. pomeranja, brzine, broja obrtaja i ubrzanja pri ispitivanju neispravnog ležaja. Primenom metoda konačnih elemenata izvršena je analiza dinamičkog ponašanja vretena, kao vitalne komponente uređaja koja direktno može uticati na merenja vibracija ipitnih ležaja. Dinamičkom analizom došlo se do zaključka da su sopstvene frekvencije vretena daleko veće od karakterističnih frekvencija ispitnih ležaja, tako da ne mogu uticati na rezultate merenja. Takođe iz harmonijske analize se može zaključiti da amplitude pomeranja odgovarajućih čvorova na sopstvenim frekvencija ne prelaze dozvoljene granice.

6. LITERATURA

- [1] Tomović, R.: Istraživanje uticaja konstrukcionih parametara kotrljajnih ležajeva na stanje njihove radne ispravnosti, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Niš 2009.
- [2] Trupti W., Nivedita B, Poornima H.,: Rotor Dynamic Analysis of Steam Turbine By Finite Element Analysis, IJRMET Vol. 3, Issue 2, 2013.
- [3] Zeljković, M., Tabaković, S. Živković A.: CAD/CAE/CAM i CIM sistemi autorizovani rukopis predavanja Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2011/2012.
- [4] Zeljković, M., Tabaković, S.: Savremeni prilazi u projektovanju proizvoda autorizovani rukopis predavanja Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2014/2015.
- [5] Zeljković, M.: Sistem za automatizovano projektovanje i predikciju ponašanja sklopa glavnog vretena mašina alatki, Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1996.

Kratka biografija:



Miloš Knežev rođen je u Zrenjaninu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog mašinstva iz predmeta Savremeni prilazi u projektovanju proizvoda odbranio je 2015.god.



Aleksandar Živković, dipl. maš. inž., rođen je u Čačku 1975. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2013. god., i od tada je u zvanju docenta. Uža naučna oblast Mašine alatke, fleksibilni tehnološki sistemi i automatizacija postupaka projektovanj.

MREŽNE TEHNOLOGIJE ZA DISTRIBUCIJU IPTV SADRŽAJA

NETWORK TECHNOLOGIES FOR IPTV CONTENT DISTRIBUTION

Dušan Simonović, Željen Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu dat je kratak osvrt na mrežne tehnologije koje se koriste za distribuciju IPTV sadržaja sa sažetim opisom rada IPTV sistema, njegovih funkcionalnosti, prednosti i ograničenja, arhitekture, principa rada i perspektive razvoja.

Abstract – This paper presents a short overview of the network technologies that are used for IPTV content distribution with a summary of IPTV system working, its functionality, benefits and limitations, architecture, principles of work and perspective of development.

Ključne reči: IPTV, TCP, UDP, RTP, MPEG-4, H.264

1. UVOD

Tehnološka evolucija omogućila je širokopojasni pristup Internetu, a njegova integracija sa distribucijom televizijskog signala dovela je do nastanka IPTV-a. IPTV unosi novine u gledanje televizije i što je značajnije predstavlja znatno više od običnog gledanja televizijskih programa.

U cilju sagledavanja potencijala i perspektive IPTV servisa korisno je osvrnuti se na opšti prikaz IPTV sistema, njegov nastanak i razvoj, sa objašnjenjem principa rada i arhitekture sistema, prednosti i nedostataka u odnosu na druge slične sisteme.

2. EVOLUCIJA OD TELEVIZIJE DO IPTV-a

Nastanak televizije vezuje se za početak dvadesetog veka i velike entuzijaste među pronalazačima koji su imali viziju kako će izgledati život savremenog čoveka. Dakle, ideja o nastanku televizije stara je više od stotinu godina i rezultat je istraživanja i pronalazaka.

Počeci su bili skromni, a sve je rezultiralo visokim tehnološkim dostignućima i standardima koje danas poznajemo.

Nastanku IPTV-a prethodio je nastanak Interneta i njegova integracija sa televizijom. Osobenost IPTV-a jeste Internet protokol - standard koji omogućava realizovanje i kontrolu komunikacija i razmenu podataka.

Uobičajena je definicija IPTV-a je „Digitalni video sadržaj, uključujući televiziju, koji se dostavlja korisnicima upotrebom Internet protokola“ [1] ili „Isporuka video sadržaja, kao i većeg broja kanala i programa na zahtev, uz korišćenje Internet protokola preko širokopojasne veze do televizijskog okruženja“ [2].

Razvoj IPTV-a uslovljen je troškovima instalacija i propusnim ograničenjima mreže.

NAPOMENA:

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

Neprestano se radi na usavršavanjima sistema i pronalaženju novih ideja čime se ipak obezbeđuje da IPTV evoluira tokom godina.

Ukoliko se uzme u obzir dosadašnji tempo evolucije, zasnovan na prednostima nad konvencionalnim načinima pružanja televizijskih usluga, mogućnostima primene u novim oblastima i mogućnostima zarade provajdera na postojećim i novim tržištima, može se očekivati još značajniji razvoj primene ovog sistema u budućnosti.

2.1. Princip rada IPTV-a

Osnovni princip rada jeste da se IPTV sadržaj ubacuje na mrežu, uglavnom komprimovan. Pre nego što se video signal propusti kroz sistem IPTV-a, neophodno je da se izvrši njegova kompresija. Sadržaj se deli na IP pakete i prenosi kroz IP mrežu sa mogućnošću manipulacije različitim sadržajima (podaci, zvuk, video,...).

Na krajevima mreže vrši se preuzimanje sadržaja na lokalnim stanicama koje sadržaje distribuiraju do krajnjih korisnika.

2.2. Ograničenja IPTV-a

- Osnovni tehnički preduslov za IPTV usluge je postojanje Internet veze za korisnika.
- Kvalitet usluge uslovljen je pouzdanošću prenosa podataka i odsustvom kašnjenja prilikom prijema. Ograničenja brzine konekcije i propusni opseg utiču na kvalitet IPTV usluge.
- Efekat kašnjenja ublažen je u realnom prenosu korišćenjem video kompresije i predučitavanja.

2.3. IPTV i drugi sistemi

Poređenje sa drugim tehnologijama za dostavljanje televizijskih sadržaja do korisnika bitno je u tehničkom i finansijskom smislu.

Klasičan način emitovanja digitalnog televizijskog signala drastično se razlikuje od IPTV-a po tome što predstavlja puko emitovanje televizijskog signala. IPTV je mnogo više jer omogućava interaktivni odnos između provajdera i korisnika, kao i brojne funkcionalnosti koje nema konvencionalni sistem, pa ni kablovski ili satelitski sistemi.

Može se reći da je IPTV suštinski nov i napredan televizijski sistem koji donosi potpuno novo televizijsko iskustvo.

IPTV omogućava svakom korisniku da prilagodi programe svojim navikama i željama, a razlikuje se od drugih multimedijalnih usluga zasnovanih na Internetu, kao što je Internet televizija („Internet video“, „Web TV“), koje korisnicima omogućavaju samo gledanje videa.

Najbitnija razlika jeste u tome što drugi sistemi ne obezbeđuju garantovani kvalitet usluge (QoS) koji je karakteristika IPTV-a.

U tehničkom smislu IPTV se razlikuje od drugih servisa, a u finansijskom takođe postoje razlike. IPTV servis funkcioniše na osnovu preplate koju korisnici moraju mesečno da plaćaju da bi imali pristup specifičnim sadržajima i gledali televizijski program.

2.4. Prednosti IPTV-a

- Kontrola od strane korisnika je jedna od specifičnosti i jedan od ključnih benefita sistema.
- Video na zahtev (VoD) funkcionalnost je ono što ovaj sistem razlikuje od ostalih, utiče na povećanje zadovoljstva korisnika i provajderima omogućava povećanje naplate.
- Korisnicima su dostupne funkcionalnosti koje su nemoguće kod drugih sistema za distribuciju televizijskog programa.
- Sadržaji ostaju na mreži, a korisnici mogu birati šta će koristiti.
- Mogućnost integracije video sadržaja, pristupa Internetu i VoIP servisa u jedan paket.
- Provajderi usluga imaju dobru bazu podataka o korisnicima i mogućnost regionalizacije sadržaja koji se emituju, što je osnov za razvijanje ciljanog marketinga.

2.5. Funkcionalnosti i specifičnosti IPTV-a

- Mogućnost potpune interaktivnosti i dvosmerne komunikacije.
- VoD funkcionalnost podrazumeva gledanje i kontrolu željenih sadržaja.
- Korisnik može personalizovati svoje navike gledanja televizije.
- Snimanje televizijskih sadržaja je standardna funkcionalnost i ima veće mogućnosti u odnosu na konkurenciju.
- Vrlo pogodna upotreba u poslovnim aplikacijama i kompanijskoj komunikaciji.
- Smart telefoni mogu jednostavno biti medij koji prikazuje IPTV sadržaje.
- Jedna od najpopularnijih funkcionalnosti je *Video chat*.
- Upotreba IPTV-a u svrhu učenja na daljinu.
- Roditeljska kontrola je način za skrivanje i blokiranje određenih programa koji ne bi trebalo da budu dostupni deci.
- Elektronski vodič je specifični meni koji korisniku omogućava da na ekranu televizijskog prijemnika dobije organizovani prikaz svih audio i video sadržaja, vremena emitovanja, organizaciju prema abecedi, vrsti medija, vrsti sadržaja i sl.
- IPTV svakom korisniku doprema televizijski sadržaj definisanog kvaliteta slike i tona.

3. STANDARDI KOMPRESIJE U IPTV-u

Osnovni problem telekomunikacionih resursa - njihov kapacitet, rešava se kompresijom video i audio signala. Postupci za kompresiju se neprekidno usavršavaju, a najveći broj IPTV sistema koristi samo jedan standard kompresije za svaki tip sadržaja. Uobičajeno se koriste MPEG-2, MPEG-4 i H.264 standard kompresije.

3.1. MPEG-4 standard kompresije

MPEG-2 je jedan od prvih međunarodnih standarda korišćenih za komprimovanje video signala. On je primer video i audio kompresije sa oštećenjem pa nije efektivan kao noviji standardi. Jedan je od najčešće korišćenih standarda kompresije za VoD, ali ipak nedovoljno fleksibilan za primenu u IPTV-u.

MPEG-4 standard pokazao se kao bolje rešenje jer predstavlja platformu za širok spektar multimedijalnih aplikacija. MPEG-4 je objektno orijentisan, odnosno vrši segmentaciju slike i kodovanje detektovanih objekata a ne blokova fiksne dužine koji su nezavisni od sadržaja scene, čime se postiže dodatno povećanje stepena kompresije i fleksibilnost.

Obuhvata sve funkcionalnosti predašnjih standarda kompresije sa dodatnim poboljšanjima kao što je modeliranje virtuelne realnosti za 3D renderovanje, interakciju, napredno audio kodovanje, eksternu kontrolu upotrebe digitalnih sadržaja i uređaja i sl.

Praktično, MPEG-4 standard kompresije postaje procesor za renderovanje slike koji omogućava prikaz trodimenzionalnih oblika i tekstura površina.

3.2. H.264 standard kompresije

H.264 je najčešće primenjivani postupak za kompresiju video signala. Razvijen je iz MPEG-4 formata za video kompresiju, čak je i poznat pod imenom MPEG-4 Part 10/MPEG-4 AVC.

Standard H.264 sadrži napredno kodovanje koje u sebi uključuje pre svega unapređenja koja se odnose na filtere koji omogućavaju ublažavanje oštih ivica blokova slike što eliminiše blokovsku strukturu slike čak i pri manjim protocima.

Implementirana unapređenja H.264 kompresije omogućavaju emitovanje televizijske slike koja pri duplo manjem protoku ima gotovo približno isti kvalitet i karakteristike kao slika kodovana preko MPEG-2 algoritma, i to sve bez potrebe za komplikovanjem sistema što bi bilo nepraktično i skupo.

4. ARHITEKTURA IPTV SISTEMA

Tipična organizacija IPTV sistema ne mora biti komplikovana. IPTV sistem na jednom kraju ima korisnika a na drugom davaoca usluge - provajdera koji preko distributivne mreže prenosi televizijski signal do korisnika.

Osnovna arhitektura podrazumeva tri glavna dela:

- mesto prikupljanja i obrade televizijskih sadržaja,
- Internet mrežu za transport i
- mreže za pristup sa elementima opreme na lokaciji korisnika.

Provajder u svom podsistemu poseduje uređaje za prijem televizijskog sadržaja i kodovanje, skladištenje videa i servere sa aplikacijama za pristup sadržajima i specifičnost - servisnu platformu kao skup softverskih aplikacija među kojima je i aplikacija za VoD.

Podsistem za obradu sadržaja prima u realnom vremenu video signale sa velikog broja izvora i komprimuje ih u konzistentan format koji *Set top box*-ovi u mreži za pristup sa korisničkom opremom dekomprimuju i prevode u formu pogodnu za prikaz na televizijskom prijemniku.

Između ove dve celine nalazi se Internet mreža koja omogućava realizaciju veze između servisne platforme i korisnika, odnosno prenos televizijskog signala do krajnjeg korisnika, kao i prenos korisničkih zahteva ka funkcionalnostima servisne platforme.

Sadržaji se nakon prijema i kodovanja mogu prenositi preko Internet mreže do korisnika (emitovanje „uživo“), a sadržaji koji se ne emituju u realnom vremenu skladište se u video serverima i dostupni su korisnicima kao video na zahtev preko servisne platforme.

Servisna platforma (*Middleware*) čini suštinu IPTV sistema, predstavlja novinu i ono što ga razlikuje u odnosu na ostale televizijske sisteme. To je deo koji omogućava interakciju, raznovrsnost, preglednost i druge mogućnosti. Osim servisne platforme koja je skup softverskih aplikacija koji omogućava realizaciju specifičnih usluga i funkcionalnosti, svi ostali elementi predstavljaju uređaje koji su uglavnom već poznata računarska i komunikaciona tehnika.

Set top box je uređaj koji prvenstveno vrši dekodovanje signala koji na taj način postaje vidljiv korisniku na televizijskom prijemniku.

5. PERFORMANSE IPTV SISTEMA

Osnovni pokazatelji na osnovu kojih se može doneti zaključak o valjanosti IPTV sistema su kvalitet usluge (QoS) i kvalitet korisničkog iskustva (QoE).

QoS (*Quality of Service*) obuhvata više parametara u vezi sa željenim performansama sistema: dostupnost usluge ili neprekidnost isporuke servisa, kvalitet transmisije, gubljenje paketa, kašnjenje signala, brzina prenosa, planiranje kapaciteta,...

QoE (*Quality of Experience*) podrazumeva parametre koji ocenjuju celokupne performanse sistema i iskustvo iz perspektive krajnjeg korisnika: kvalitet videa, jednostavnost korišćenja aplikacija, raznovrsnost usluga, pouzdanost usluge i blokiranja.

Ovi parametri su merljivi, a njihova evaluacija vrši se preko IPTV opreme za testiranje koja analizira video, signale, greške, mrežu, protokole i korisnike. Korisnike ne interesuje trenutno dešavanje i problemi na mreži, jednostavno svako želi da za svoj novac dobije obećanu, garantovanu uslugu koja će ispuniti očekivanja.

6. STANDARDI I PROTOKOLI ZA IPTV

IPTV sistem počiva na standardima i protokolima koji omogućavaju njegovu specifičnost i funkcionalnosti.

6.1. UDP vs. TCP

TCP (*Transmission control protocol*) transmisioni kontrolni protokol je četvrti sloj transportnog lejera OSI

(*Open System Interconnection*) referentnog modela za otvoreno povezivanje sistema i njegova uloga je da obezbedi siguran prenos, pouzdanost, efikasnu kontrolu i multipleksiranje podataka u IP okruženju.

Princip rada TCP protokola je takav da on pokretanjem algoritma najpre uspostavi konekciju sa korisnikom, pre razmene podataka.

Kod ovog protokola, zbog pouzdanosti, postoji *time out* mehanizam koji omogućava uređaju da detektuje izgubljene pakete i da zahteva njihovu ponovnu transmisiju. TCP garantuje pouzdanu isporuku podataka u kontrolisanom redosledu od pošiljaoca prema primaocu.

UDP (*User Datagram Protocol*) protokol je četvrti sloj transportnog lejera OSI (*Open System Interconnection*) referentnog modela za otvoreno povezivanje sistema. UDP je beskonekciona (datagram) transportna usluga, što znači da kod njega ne postoji procedura sinhronizacije već kada jedna strana želi da pošalje paket drugoj ona to i učini. Ne zahteva se prethodno uspostavljanje konekcije između klijenta i servera i pogodan je za aplikacije koje ne zahtevaju pouzdanost koju nudi TCP, ali zato ističe operacije malog opterećenja i smanjuje kašnjenja zbog nedostatka provere greške i validacije dostave paketa. Ne podrazumeva se stalna veza nego se paketi bezuslovno šalju bez održavanja veze i provere grešaka. UDP je brz i koristi se za aplikacije kojima je važna brzina dostavljanja paketa, kao što je to IPTV.

TCP je orijentisan pre na tačnost dostave paketa, nego na vreme dostave. Zato se može desiti da kašnjenje bude relativno veliko (reda par sekundi) usled čekanja ponovnog prenosa. Stoga se u IPTV-u koristi UDP protokol jer je brzina prenosa prioritet.

6.2. Real-time protokoli

RTSP, RTP (RTTP) i RTCP protokoli su specijalno osmišljeni za dostavljanje multimedijalnih sadržaja širom mreže u realnom vremenu. Njihova uloga je da vrše prioritizaciju paketa i obezbede mehanizam za rekonstrukciju i resinhronizaciju paketa.

RTSP (*Real-time Streaming Protocol*) je mrežni kontrolni protokol za upotrebu u zabavnim i komunikacionim sistemima radi kontrole servera za *streaming* medije u realnom vremenu. RTP ili RTTP (*Real-time Transport Protocol*) je primarni standard za audio i video prenos dizajniran za *end-to-end* prenos *stream*-ova podataka u realnom vremenu, kompenzovanje varijacija u vremenskom dospevanju paketa usled zagušenja mreže i detekciju pogrešnih sekvenci.

RTCP (*Real-time Transport Control Protocol*) obezbeđuje *out-of-band* statistiku i kontrolne informacije za RTP sesiju, učestvuje u dostavljanju i pakovanju multimedijalnih podataka ali ne prenosi nijedan medija *stream*, periodično se koristi za transmisiju kontrolnih paketa, a njegova primarna uloga je da obezbedi povratnu informaciju o kvalitetu usluge u vezi sa distribuiranjem medija tako što periodično šalje statističke informacije o sadržaju koji je transportovan.

6.3. Ostali bitniji protokoli i standardi

SRTP (*Secure Real-time Transport Protocol*) definiše profile RTP protokola i obezbeđuje kodovanje, autentičnost poruka i integritet RTP podacima za *unicast* i *multicast* aplikacije.

SCTP (*Stream Control Transmission Protocol*) protokol je za kontrolu transmisije toka podataka, definisan na transportnom nivou i radi slično TCP-u.

SAP (*Session Announcement protocol*) je protokol za periodično informisanje korisnika o programima koji se daju u formi *multicast* prenosa na mreži.

IGMP (*Internet Group Multicast Protocol*) je komunikacioni protokol lokalnog karaktera koji koristi host računar i pripadajući ruteri na Internet mreži kako bi ostvarili *multicast* vid transmisije, formiranje *multicast* grupa, dodavanje i brisanje članova grupa i povremenu potvrdu članstva.

Prilikom promene kanala *Set top box* koristi IGMP protokol i šalje zahtev za pridruživanje korisnika *multicast* grupi. Verzija IGMPv2 je rasprostranjena u IPTV-u.

PIM (*Protocol Independent Multicast*) protokol se može koristiti za dostavljanje sadržaja višestrukim LAN mrežama. U IPTV-u se koristi verzija PIM-SM (*Sparse mode*) za rutiranje *multicast stream*-ova između virtuelnih LAN-ova, podmreža i LAN-ova, odnosno za efikasno rutiranje IP paketa ka *multicast* grupama koje mogu obuhvatiti široke prostore i veliki broj rutera.

7. PERSPEKTIVA IPTV-a

Razvoj tehnologije nikada ne bi trebalo zanemariti, a naročito ga ne bi trebalo potceniti. Jedan od najvećih vizionara u svetu tehnologije Bil Gejts je rekao: „Postoji tendencija da se precenjuje koliko će se stvari razvijati u naredne dve godine, ali takođe i opasna tendencija da se potceni koliko će se stvari razvijati u narednih deset godina“ [3].

IPTV kao najmoćnija tehnologija u oblasti telekomunikacija ima potencijal za dalji razvoj, a potencijalni korisnici IPTV servisa su korisnici sa širokopojasnim pristupom (ADSL2+, VDSL, FTTH). Strategija osvajanja tržišta mora se zasnovati na ponudi koja mora biti veoma kvalitetna i raznovrsna, novoj tehnologiji, pouzdanosti sistema u pogledu izvršavanja operacija i upravljanja, a naročito na prezentovanju usluga.

Nekada i najbolji sistemi koji nemaju adekvatnu prezentaciju ne dožive uspeh upravo iz razloga nedostatka promocije koja će proizvod približiti tržištu.

8. ZAKLJUČAK

Evolucijom tehnologije i načina transmisije omogućen je širokopojasni pristup Internetu. Integracijom servisa širokopojasnog pristupa Internetu i distribucije televizijskih programa nastao je IPTV, ali ne kao bilo koji televizijski program koji se prenosi preko Interneta, već kao usluga jedinstvena na svoj način.

IPTV koristi istu infrastrukturu koja se koristi za Internet konekciju, što je omogućeno dodeljivanjem različitih opsega ovim uslugama, pa je zato i moguć opis ovog sistema kao pružanje usluge digitalne televizije pretplaćenim korisnicima preko Interneta koristeći IP protokol.

Može se reći da je IPTV revolucionaran jer menja način pristupa gledanju televizije, a iskustvo koje korisnici imaju je daleko iznad drugih vidova televizijskih usluga. Suština je da IPTV nije puko gledanje televizijskih kanala već mnogo više. On podrazumeva potpunu kontrolu sadržaja koji se distribuiraju, ali i praćenje navika korisnika i elektronsko reklamiranje, sve do ciljanog marketinga.

IPTV ima veliku perspektivu jer je razvoj ovih usluga očigledan i nema nekih bitnijih faktora koji utiču na njegovo slabljenje, dok interesovanje korisnika ne jenjava. Faktori koji mogu negativno uticati jesu nedostatak tehničke osposobljenosti provajdera i slabost infrastrukture za dopremanje IPTV-a do korisnika. Zato provajderi moraju da usmere svoje finansijske i tehnološke kapacitete na unapređenje mreža, osavremenjavanje uređaja i praćenje novih tehnoloških dostignuća u ovoj oblasti.

9. LITERATURA

[1] Gilbert Held, *Understanding IPTV*, Auerbach Publications-Taylor & Francis Group, SAD, Boka Raton, 2007.

[2] A. Harris, G. Ireland, *Enabling IPTV: What Carriers Need to Know to Succeed*, IDC White paper, SAD, Frejmingham, 2005.

[3] Bill Gates, *Microsoft CEO Summit*, SAD, Vašington, 8. maj 1997./www.microsoft.com

Kratka biografija:



Dušan Simonović rođen je u Kruševcu 1981. godine. Diplomski-Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranio je 2015. godine.



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

APLIKATIVNA PROGRAMSKA SPREGA ZA AUTOMATSKO IZVRŠAVANJE TESTOVA

APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE FOR AUTOMATIC TEST EXECUTION

Vojica Injac, Željen Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljena je aplikativna programska sprega u okviru Python okruženja za automatsko testiranje uređaja. Predloženo okruženje za automatsko testiranje je zasnovano na metodologiji testiranja crne kutije (eng. Black Box Testing) i oslanja se na već postojeća rešenja razvijena u RT-RK naučnom institutu. Omogućeno je korišćenje istih formi skripti za testiranje i test plan konfiguracija za uspešno testiranje uređaja. Testirana je funkcionalnost sprega i realizovana njena integracija u razvojno okruženje Eclipse radi lakšeg generisanja veb izveštaja.

Abstract – This paper presents the application programming interface within the Python environment for automated device testing. The proposed environment for automatic testing is based on black box testing methodology (BBT) and relies on the solutions developed in the RT-RK institute. It enables use of the same forms of test scripts and test plan configurations for successful testing of the device. Interface functionality is tested and it is implemented into the Eclipse integrated development environment to facilitate the generation of Web reports.

Ključne reči: Python, BBT, STB, Automatsko testiranje, API, Eclipse, BIRT.

1. UVOD

Sa konstantnim uvećavanjem broja funkcionalnosti koje se nude krajnjim korisnicima, ručna verifikacija funkcionalnosti Set-top box (STB) uređaja je postala veoma izazovna i vremenski zahtevna [1]. Prelaskom na automatsku verifikaciju moguće je značajno smanjiti ukupne troškove i vreme razvoja proizvoda za tržište. Predloženo okruženje zasnovano je na metodologiji testiranja crne kutije (eng. Black Box Testing) i upotrebljeno za automatsko testiranje STB uređaja, gde se on smatra crnom kutijom sa nepoznatim softverskom i hardverskom arhitekturom [2].

Na osnovu zadatih testnih ulaza, STB uređaj generiše izlaze koji se porede sa očekivanim kako bi se utvrdila ispravnost funkcionalnosti STB uređaja. Okruženje se koristi za funkcionalno, regresiono, performansno i stres testiranje STB uređaja. Njeni sastavni delovi su veb bazirani alat, za upravljanje zahtevima i testovima, i samostalna aplikacija za izvršavanje automatskih testova u vidu skripti napisanih u programskom jeziku Python.

NAPOMENA:

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

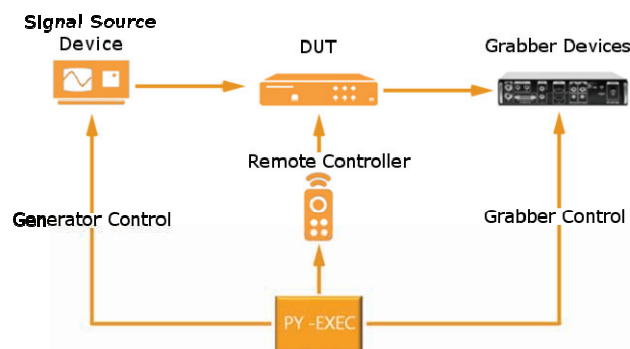
Cilj ovoga rada jeste realizacija aplikativne programske sprega, API-ja, pisana u Python programskom jeziku, kojom bi se uz odgovarajuću fizičku arhitekturu, omogućila automatizovana procedura testiranja multimedijalnih uređaja.

Ovim se olakšava njena integracija u već postojeće sisteme i pojednostavila bi se platforma za unapređenje i dalje razvijanje shodno zahtevima korisnika.

2. BBT SISTEM ZA TESTIRANJE

BBT platforma se zasniva Black Box metodologiji testiranja. Ovaj tip testiranja ignoriše unutrašnje mehanizme sistema ili komponente koje su integrisane i fokusira se posebno na izlazima koji se generišu kao odgovor sistema na određene ulaze i uslove izvođenja testa. Sastoji od softverskih i hardverskih komponenti koje nude širok spektar mogućnosti za ispitivanje integrisanih DTV sistema. Platforma koristi Python skripting jezik za test automatizaciju, obezbeđivanjem načina da se kontrolišu sve komponente test sistema kroz jednostavnu Python aplikativnu programsku spregu.

Kao što je prikazano na slici 1., svaka stavka ima svoju zastupljenost u sistemu, sa dodatkom BBT test stanice koja kontroliše sve komponente test sistema. Test stanica automatski izvršava test skripte koje su pisane na Python skript jeziku. Python test skripte imaju pristup svakoj hardverskoj ili softverskoj komponenti sistema kroz platformu API funkcija. Centralna softverska komponenta test stanice je Py-Exec, aplikativna programska sprega preko kojih se test skripte učitavaju i izvršavaju i koja pruža biblioteke potrebne za uspostavljanje kontrole nad fizičkim hardverom iz Python skripta.



Slika 1. Metodologija Black Box testiranja

2.1. Procedure izvršavanja

Dijagram toka postupka izvršavanja testa koji se koristi u BBT test sistemu prikazan je na slici 2.

Kao što slika pokazuje, to nije tako jednostavno kao učitavanje i izvršavanje jednog testnog slučaja, s obzirom na činjenicu da svaki test slučaj zahteva odgovarajuće okruženje u kome se izvršava. Ovo okruženje prepoznaje koji su uređaji potrebni za testiranje i da li su pravilno inicijalizovani.



Slika 2. Izvršne procedure BBT-a

Plan je da se iskoristi već postojeći deo gotove programske podrške RT-Executora, koji se koristi za kontrolu, razvoj i izvršavanje testova i da se konstruiše aplikativna programska sprema za automatsko izvršavanje, da li kao samostalna aplikacija ili integrisana u druge veće sisteme.

2.2. Device Manager

RT Executor je sofisticirani alat za upravljanje, razvoj i izvršavanje automatizovanih test rešenja. Aplikacija se koristi za upravljanje i izvršenje BBT automatizovanih test rešenja. Sadrži sveobuhvatan skup biblioteka za video i audio analizu podataka, koristi bazu podataka u izveštavanju i ima podršku za skripte bazirane na Python programskom jeziku.

Izdavanjem funkcionalnosti Device Managera u posebno okruženje, omogućena je integracija istih u različita postojeća a i buduća rešenja. Time su kontrole uređaja i izvršavanje test skript kao i generisanje izveštaja apstrahovani ovim API-jem. Jedna od potencijalnih primena jeste fleksibilniji poslovni model, gde se klijentima isporučuje samo minimalni skup mogućnosti (samostalno izvršavanje test skripti, bez grafičkog interfejsa ili integracije sa veb aplikacijama).

U sebi definiše osnovne metode za komunikaciju i obradu podataka od spoljašnjih uređaja. Uključen je takođe u rukovanju i obradi komunikacije i konfiguracije među uređajima.

Da bi funkcionisao normalno potrebno je da mu se proslede spoljašnje datoteke (biblioteke i konfiguracione datoteke) ili već implementirane biblioteke koje su sastavni deo aplikativne programske sprege. Device Manager koristi tri datoteke u sistemu radi pristupa, konfiguracije i kontrole.

DLL – izvršni fajl koji omogućava programu deljenje koda i drugih resursa potrebnih za izvršavanje određenih zadataka.

INI – tip datoteke koji sadrži konfiguracione informacije u jednostavnom, predefinisanim formatu.

MACRO – predstavlja sekvencu računarskih instrukcija ili komandi u unapred definisanom formatu.

3. TEST PLAN KONFIGURACIJE

Jedan od uslova jeste da se makroi i inicijalizacione datoteke uvezu iz xml datoteke. Potrebno je osmisliti strukturu i pokriti sve specifične slučajeve, kao i implementirati pojedine stavke koje bi bile od koristi za buduće razvijanje programske sprege.

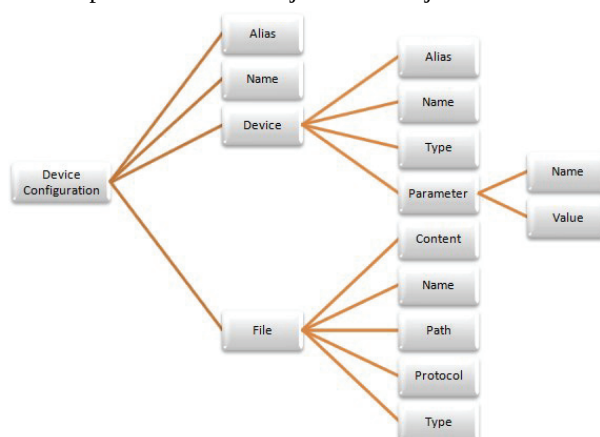
Iz XML datoteke sa potrebnim informacijama ekstrahujemo podatke tako što pozovemo poseban modul koji je kreiran samo da obrađuje date datoteke i da ih prepakuje u format koji Device Manager može da isčita, konfiguriše ili prosledi dalje uređajima koji se koriste za testiranje.

Datoteka treba u sebi da sadrži sve neophodne informacije, parametre i sadržaje datoteka koji se već koriste u veb aplikaciji. API koristi ove datoteke prilikom inicijalizacije uređaja za testiranje i podešavanje radne okoline.

Konfiguracija predstavlja programsko i fizičko podešavanje na kojima će se izvršiti testiranje uređaja tj. DUT-a (eng. *Device Under Test*). Ova postavka se sastoji od fizičkog podešavanja koja uključuje hardverske komponente, i logička podešavanja koja uključuje audio/video algoritme, komandne protokole itd. Osnovni parametri koje test plan konfiguracija treba da definiše su:

- koja ulazi na DUT-u će se koristiti i koji uređaji će ih koristiti,
- koja izlazi na DUT-u će se posmatrati, a koje će grabber uređaji koristiti,
- kako će se kontrolisati DUT,
- koji algoritmi će se koristiti za procenu rezultata na DUT-u.

Jedan od zadataka ovog rada jeste osmisliti strukturu datoteke tako da se oslanja na konfiguracije dobijene iz veb aplikacije već razvijene u RT-RK naučnom institute a da istovremeno može da se koristi u Py-Exec aplikativnoj programskoj sprezi. Pri tome potrebno je obratiti pažnju pri pakovanju i parsiranju. u posebne datoteke, da se obezbedi i sačuva isti koncept konfigurisanja. Potrebno je ekstrahovati informacije i upakovati ih u INI i MACRO datotetke za dalje korišćenje. Jedna test plan konfiguracija sadrži nekoliko konfiguracija uređaja potrebnih za izvršavanje testnog plana. Svaka konfiguracija uređaja sadrži elemente i promenjive prikazane na slici 3. XML datoteka je struktuirana tako da nosi sve informacije neophodne za inicijalizaciju i konfiguraciju. Konfiguracije i makro se odnose na jedan testni plan, tj. predstavljaju konfiguraciju samo onih uređaja koji će se koristiti prilikom izvršavanja testova koje korisnik odredi.



Slika 3. Struktura jedne konfiguracije uređaja

4. PYTHON API

Python je multiplatformski, multifunkcionalni, interpretirani programski jezik visokog nivoa sa velikom i sveobuhvatnom standardnom bazom biblioteka. Možemo ga

koristiti kako za pisanje skripti tako i za proceduralno, funkcionalno i objektno orijentisano programiranje.

Aplikativna programska sprega (API) predstavlja skup rutina, protokola, i alata za izgradnju softverske aplikacije. Definiše funkcionalnosti koje su nezavisne u odnosu na svoje implementacije, što pak dozvoljava varijabilne definicije i implementacije koje ne ugrožavaju međusobnu funkcionalnost. API predstavlja interfejs između softverskih komponenti, a ne korisnički interfejs. Integracije su jednostavne i nezavisne, samostalne, te tako sprečavaju bilo kakve probleme kompatibilnosti sa kodom aplikacije.

Py-Exec API služi za izvršavanje automatskih testova i jednostavniji je od RT Executora. Za razliku od RT Executora omogućava integraciju u različita razvojna okruženja i time olakšava u mnogome razvijanje, izvršavanje i praćenje testnih slučajeva. Lakša je za instaliranje, jer osim Python interpretera, koji je besplatan i lako se instalira, nije potrebno ništa više. Dozvoljava da se na nju nadograđuju drugi sistemi i kreiraju grafička radna okruženja sa specifičnim zahtevima korisnika. Izvršavanje testnih slučajeva se vrši sa bilo koje lokacije, tako da nije bitno odakle se učitavaju testna okruženja.

Za potrebe ovog diplomskog rada dodatno su instalirane MySQL biblioteke koji omogućavaju rad i manipulaciju sa bazama podataka. Takođe, upotrebom navedenih biblioteka omogućeno je da se brzim dodavanjem svega nekoliko naredbi u samom programu pozovu dodatne funkcije iz biblioteka i provedu se dodatne analize nad bazom podataka.

4.1. C_Types

Ctypes je već ugrađeni modul u Python programskom jeziku, koji se koristi za implementiranje, predstavlja jedan od najbolje dizajniranih i dokumentovanih mehanizama za pristup rutinama drugom programskom jeziku [3].

Koristi se za kreiranje i manipulisanje C tipovima podataka u Python programskom jeziku, pozivanjem funkcija u zajedničkim bibliotekama. Većina već ugrađenih biblioteka u Pythonu je pisana u C programskom jeziku, i pristup C-u je važan deo Python komunikacije sa ugrađenim bibliotekama.

Od svih ostalih *wrappera* za C kod izabrali smo ctypes zato što je već ugrađen u Python interpreter, vrlo jednostavan za korišćenje i možemo ga iskoristiti da uklopimo celokupnu funkcionalnost Device Managera bez dodatka. Takođe poseduje viši nivo apstrakcije u odnosu na ostale module. Generisanje koda se izvršava na memorijskom nivou i dozvoljava dinamičko izvršavanje funkcija u zajedničkim bibliotekama. Od podržanih formata tu spadaju *.dll*, *.so* i *.dylib*, baš ono što je potrebno za jednostavno povezivanje.

Glavni blok u komunikaciji sa bibliotekama predstavljan je kao klasa u Pythonu. On jednoznačno preslikava metode koje se koriste u DLL-u. Kao i u Device Manageru, da bismo mogli da koristimo metode iz Python jezika, moramo ih prvo instancirati preko *c_types* tipova. Prilikom instanciranja potrebno je voditi računa o povratnim tipovima podataka, inače komunikacija sa *dll*-om neće biti realizovana, ili će povratna vrednost biti pogrešno definisana.

4.2. Izvršavanje testova

Jedna od ciljeva ovog rada je potreba da se pojednostavi izvršavanje testiranja bilo kog uređaja zadatog od strane klijenta a istovremeno omogućiti njegovo integrisanje u druge sisteme, bilo već postojeće ili posebno razvijane i sve to bez gubitka funkcionalnosti i performansi. Sve što je još potrebno jeste jedna xml datoteka sa test plan konfiguracijom i testne skripte pisane za dati uređaj.

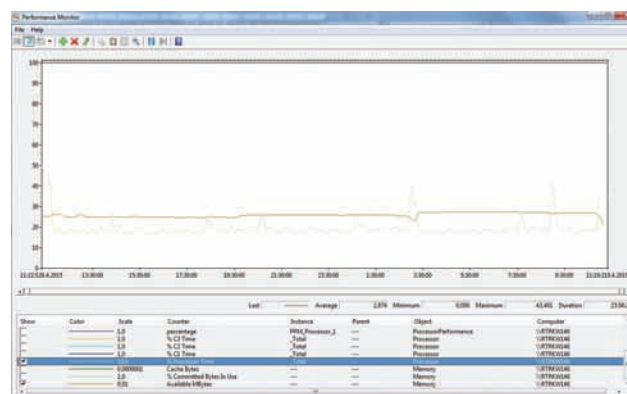
Na osnovu predefinisanih parametara, testne skripte se izvršavaju automatski. Glavna karakteristika izvršavanja testova jeste da mogu da se izvrše na jedan klik. Potrebno je samo pokrenuti skriptu i ona će se izvršiti.

Svaka skripta na kraju upisuje u bazu rezultat izvršenja. Kada se izvrši prva test skripta nastavlja se sa izvršavanjem sledeće koja se nalazi u tom direktorijumu i pripada datum test planu i tako dok se sve skripte ne izvrše.

4.3. Merenja i rezultati

Pre bilo kakve integracije u druga razvojna rešenja potrebno je izvršiti merenja i ispratiti ponašanje aplikativne programske sprege sa stanovišta upotrebljenih resursa. Kao testiranje ovog projekta koristili smo više STB uređaja kao DUT, kao što su: Synaps THD-2800s, Teatro 3.1 RK-4110, Bouygues Bbox Miami-a i dr. Testiranje i merenja su izvršena više puta, po 12 i 24 sata sukcesivno radi provere performansa i funkcionalnosti API-ja, kao i zahteva vezanih za resurse na lokalnoj mašini, na kojoj se vršilo testiranje.

Kao što se vidi sa slike 4. merenja ne odstupaju od nekih predviđenih vrednosti. Vremenom nema povećanja potrošnje memorije niti procesorskog utroška. Učitavanje testnih planova, generisanje rezultata ne utiče u mnogome na potrošnju procesorskih i memorijskih resursa. Grafik prikazuje da su parametri skoro pa konstantni, tako da sa sigurnošću možemo reći da je celokupan sistem stabilan. To predstavlja ono čemu smo težili, generisanje jednostavne aplikativne programske sprege bez gubitka performansi i funkcionalnosti, a opet dovoljno jednostavno rešenja za integraciju u druge sisteme.



Slika 4. Prikaz merenja performansi API-ja

5. ECLIPSE RAZVOJNO OKRUŽENJE

Eclipse Software Development Kit (SDK), koji obuhvata Java razvojne alate, namenjen je za Java programere. Korisnici mogu proširiti njegove mogućnosti instaliranjem dodatka pisanih za Eclipse platformu, kao što su razvoj kompleti alata za druge programske jezike, i mogu pisati i ubaciti svoje plug-in module. PyDev je

nezavisni dodatak, plug-in za Eclipse. To je integrisano razvojno okruženje (IDE) koje se koristi za programiranje u Pythonu. Podržava generisanje koda, grafičko otklanjanje grešaka, analizu koda i mnoge druge funkcije. Pojam testiranja (pronalaženje i uklanjanje grešaka) danas se razlikuje od vremena sedamdesetih godina kada je to značilo isključivo traženje grešaka. Sada ono obuhvata niz aktivnosti od planiranja, dizajniranja, izgradnje, održavanja, pa sve do sprovođenja testova. Ovim smo omogućili lakšu kontrolu, razvijanje i praćenje izvršavanja testnih slučajeva. Moguće je otklanjati greške nastale prilikom pisanja test skripti u toku samog izvršavanja testova.

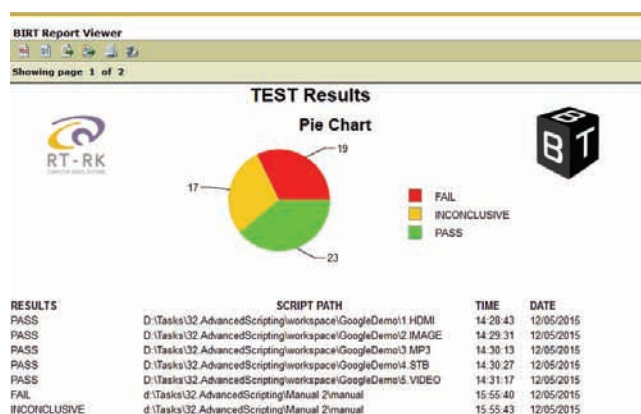
Pošto Eclipse razvojno okruženje ima mnogo proširivih dodataka, omogućeno nam je da koristimo neki od sistema za praćenje i kontrolu revizija, izradu veb izveštaja itd.

5.1. BIRT izveštavanje

BIRT je open source projekat koji pruža tehnološku platformu za kreiranje vizuelizacije podataka i izveštaja koji mogu biti ugrađeni u klijente i veb aplikacije. BIRT ima dve glavne komponente: vizuelni Report Designer za kreiranje BIRT dizajna, i izvršnu komponentu za generisanje dizajna koji mogu biti primenjeni u bilo kom Java okruženju. BIRT Projekat obuhvata i grafički engine koji je potpuno integrisan u BIRT dizajner i može se koristiti samostalno da integriše grafike u aplikaciji.

Isto tako BIRT pruža mogućnost za projektovanje i objavljivanje šablona. Birt šabloni mogu se pohvaliti sa bibliotekama koje na najlakši mogući način dostavljaju izveštaje. Jednostavno odaberemo obrazac kada gradimo novi izveštaj sa već predefinisanih sadržajem i povežemo komponente sa bazom podataka. Zatim izaberemo, iz unapred ugrađenih biblioteka, komponente koje želimo da uključimo u izveštaj.

Na kraju nam samo ostaje da izgenerišemo izveštaj. Možemo ga sačuvati kao template i omogućiti korisnicima da već koriste predefinisani izgled reporta vezano za testiranje uređaja.



Slika 5. Izgled BIRT reporta

6. ZAKLJUČAK

Osnovna ideja u ovom radu jeste da se razvije i testira jedno rešenje aplikativne programske sprege za automatsko izvršavanje testova. Razvoj aplikativne programske sprege se ogleda u pronalaženju najefikasnijeg rešenja baziranog na već postojećim

sistemima. Polazeći od osnovnih elemenata već korišćenih u aplikacijama za automatsko testiranje predstavili smo aplikativnu programsku spregu koja je jednostavna, kompatibilna i stabilna.

Koristeći Python programski jezik implemetirana je sprega između svih blokova BBT platforme.

Isto tako razvijena je i generisana logička struktura eksporta test plan konfiguracija čime je omogućena njena šira primena u izvršavanje testnih planova kao jasno organizovanih celina a predstavlja ujedno i bazu podataka koja se može ponovo iskoristi u nekom drugom projektu. Definisana je metodologija koja je primenjena na zadatoj aplikativnoj sprezi uz priloženi model korišćenja. Upotrebom priloženog modela korišćenja opisan je proces generisanja test skripti i način njihovog prevođenja. Na osnovu dobijenih test skripti pomoću Py-Exec API-ja izvršeno je testiranje sistema i prikupljeni su rezultati testiranja programa. Dobijeni rezultati su automatski uneti u MySQL bazu podataka kako bi se mogla izvršiti analiza dobijenih rezultata i generisanje razvijanje i generisanja veb reportinga. Ovim je omogućena njegova laka integracija razvojno okruženje Eclipse što otvara pregršt mogućnosti vezanih za dalji razvoj svih segmenata automatskog testiranja.

Na osnovu analize rezultata merenja dobijene su procene karakteristika aplikativne programske sprege. Kao najbitnije karakteristike analizirane su procene pouzdanosti, stabilnosti i funkcionalnosti. Sam koncept kompletnog testiranja unutar jedne aplikacije obezbedio je da se stvori potpuno zadovoljavajuće okruženje za razvoj svih komponenti testa i ubrza proces testiranja.

7. LITERATURA

- [1] "On the effectiveness of the system validation based on the black box testing"; D. Marijan, N. Teslic, M. Temerinac, V. Pekovic, IEEE Circuits and Systems International Conference on Testing and Diagnosis, Apr. 2009, pp. 1-4.
- [2] "Framework for automatic testing of Set-top boxes"; Kovacevic, M. ; Kovacevic, B. ; Pekovic, V. ; Stefanovic, D. ; Telecommunications Forum Telfor (TELFOR), 2014 22nd
- [3] <http://eli.thegreenplace.net/2008/08/31/ctypes-calling-cc-code-from-python>

Kratka biografija:



Vojica Injac rođen je u Livnu 1982. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranio je 2015.god.



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

RAZVOJ TELEKOMUNIKACIONIH SISTEMA U RURALNIM SREDINAMA DEVELOPMENT OF TELECOMMUNICATION SYSTEMS IN RURAL AREAS

Vladimir Jovičić, Željko Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je sistem za obezbeđivanje pristupa internetu i video nadzora uz pomoć informacionih tehnologija na prostoru gde se vrši ispaša životinja. Predviđeno je da se za energiju napajanja sistema električnom energijom koriste obnovljivi izvori električne energije.

Abstract – In this paper, describes a system for providing internet signals and video surveillance with the help of IT in the area for grazing the animals. Power supply is planned using the renewable energy sources.

Ključne reči: Ruralna područja, Internet konekcija, Video nadzor, Čvorno mesto.

1. UVOD

Poslednjih nekoliko godina se mnogo napredovalo u IT sektoru koji mnogo olakšava život i komunikaciju ljudi širom sveta. IT sektor pokušava da se implementira u sve naučne i privredne oblasti pa i u agrar. Ovim radom će se pokazati praktična primena i mogućnosti IT sektora u agraru, konkretno u stočarstvu. Takođe rad obuhvata i analizu i predlog primene obnovljivih izvora električne energije koji se mogu primeniti za unapređenje stočarstva. Ovde će se pokušati pomoći malim gazdinstvima koja nemaju perspektivu u smanjenju njihovih troškova u uzgoju stoke. Radom će se, što je i najvažnije, pokušati uz pomoć novih tehnologija barem malo olakšati život stanovništvu ruralnih područja.

Pored toga neki od rezultata treba da budu i popularizacija života na selu, zadržavanje mladih koji teže odlasku u grad i vraćanje ljudi iz grada na selo. Možda će se ovakva tema nekome činiti kao bespotrebna ali iz ličnog iskustva i iskustva ljudi koji se bave ovakvim vidom proizvodnje hrane zaključili smo je da su to stvarne i realne potrebe ljudi na koje niko ne misli.

2. ISKUSTVA U PRIMENI IT U POLJOPRIVREDI

Iz primera u inostranstvu se uglavnom postavljaju video nadzori na farme radi bezbednosti i lakšeg monitoringa životinja. Na slici 1. prikazan je jedan takav primer.

Na Univerzitetu u Novoj Engleskoj u Australiji vrše se istraživanja na Kirbi pametnoj farmi blizu mesta Armadila. Profesori sa univerziteta vode farmu kao radno okruženje koje se intenzivno koristi za istraživanje i obrazovanje. Uz pomoć bežične (wireless broadband network) veze omogućuje se laka komunikacija pametne farme za podršku istraživanja i unapređenja novih tehnologija u



Slika 1. Primer monitoringa stoke u Australiji

ruralnim područjima. Na pametnoj farmi se najviše radi na unapređenju novih tehnologija i digitalnih servisa u ruralnom sektoru.

Jedan od retkih primera kod nas jeste video monitoring ovaca u oboru sa mogućnošću noćnog snimanja zbog sve veće pojave krađa u toku noći.

Takav sistem postavljen je u Pavlovcima (Srem) i prikazan je na slici 2.



Slika 2. primer monitoringa stoke kod nas

Sistem ovakvog video monitoringa nema mogućnost zvučnog alarma, ali omogućava snimanje i posmatranje stada tokom dvadeset i četiri časa iz kuće.

Takođe stado je moguće posmatrati sa bilo kog mesta gde postoji mogućnost internet veze uz pomoć prenosivih uređaja ili telefona.

NAPOMENA:

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

3. OPIS PODRUČJA

Pavlovci su jedno od najstarijih naselja na južnim padinama Fruške Gore. Ovo selo poniklo je na prostoru gde se padine Fruške Gore postepeno spuštaju u sremsku ravninu. Tokom svoje duge istorije, u neprekidnoj borbi sa prirodom, a uzimajući blagodeti od nje Pavlovci su prolazili kroz velika iskušenja, ali nikada nisu posustali u težnji za napredak.

Čitav atar Pavlovaca leži na fruškogorskoj lesnoj zaravni. Ona je blago nagnuta ka jugu, a visine opadaju od 180 do 110 metara nadmorske visine. Pa su najčešći oblici reljefa predolice. Pravcem sever-jug lesnu zaravan istočno od sela preseca široka dolina potoka koji se zove Kudoški potok. Dolina je široka između 800 i 500 metara. Duboka je 10 do 15 metara. U dolini potoka naspram sela na površini od oko 100 hektara prostire se pašnjak koji je sa selom prikazan na slici 3.



Slika 3. Snimak sela sa pašnjakom i delom atara

U privređivanju Pavlovčana stočarstvo je uvek imalo značajno mesto. Uslovi za razvoj i povećanje stočnog fonda su povoljni. Pašnjak obezbeđuje jeftinu stočnu hranu. Severno od pašnjaka se nalazi veštačko Pavlovačko jezero koje se napaja vodom Kudoškog kanala. Višak vode iz jezera se spušta potokom i protiče sredinom pašnjaka.

4. POTREBE STANOVNIŠTVA

Činjenica da se većina stanovništva u selu bavi poljoprivredom i stočarstvom pokazuje da je pašnjak osnovni izvor prihoda stanovništva. Ispaša je najekonomičniji način iskorišćavanja pašnjaka. Životinje na paši uzimaju hranu, pa su troškovi oko ubiranja i transporta nepotrebni, a gubici hranljivih materija svedeni su ispod 5% od proizvedene suve materije.

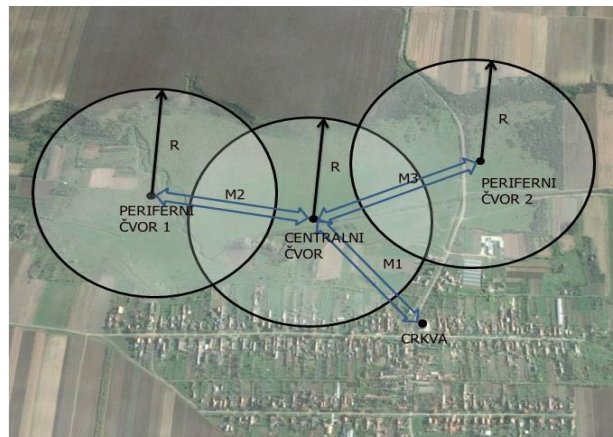
Posle višedecenijske eksploatacije pašnjaka i vrlo malog skoro nikakvog ulaganja i unapređivanja stekla se potreba za unapređivanjem. Ovakav vid stočarstva oduzima mnogo vremena vlasnicima stoke, a poznato je da se vlasnici stoke bave i ratarstvom, pa su primorani da zaposle (pastira-čobana).

5. OSNOVNE KARAKTERISTIKE SISTEMA

Sistem treba da nam obezbedi pouzdan prenos podataka i pokrivenost celog terena. Zbog nepostojanja električne

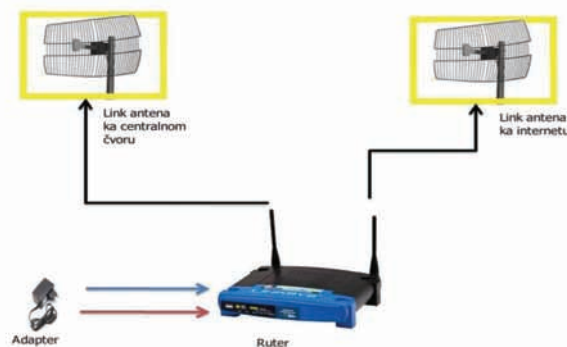
mreže na površini pašnjaka i razvijenosti ekološke svesti došlo se do zaključka da sistem treba da se napaja uz pomoć obnovljivih izvora energije.

Radi bezbednosti sistema i potreba stanovništva sistem treba da obezbedi i video nadzor kako danju tako i noću. Posmatrajući teren vidi se da je pašnjak ravna površina i da na njemu ne postoje fizičke barijere koje mogu da blokiraju signal sa čvornih mesta mreže. Na slici 4. prikazan je satelitski snimak područja sa obeleženim položajima čvorova mreže (hotspot).



Slika 4. Položaj čvornih tačaka (hotspot)

Na slici 5. prikazana je realizacija mosta na tornju crkve.



Slika 5. Realizacija mosta na tornju crkve (bridge)

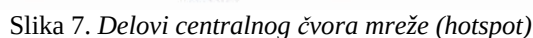
Crnom linijom na slici je obeležen koaksijalni kabel 50Ω, dok je crvenom i plavom linijom obeležen naponski kabel kroz koji prolazi napon 12V sa adaptera. Radi što ekonomičnije izrade mosta i što manjih gubitaka ruter bi trebalo postaviti što je moguće bliže link antenama. Ipak treba obratiti pažnju da se ruter nalazi u unutrašnjosti crkve.

Prilikom realizacije centralnog čvora mreže prvo treba izgraditi mikrohidroelektranu. Na slici 6. prikazana je skica mikrohidroelektrane sa obeleženim delovima.

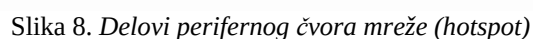
Za proizvodnju električne energije koristimo autoalternator 12V 55A, energija koju alternator može proizvesti u toku dana je:

$$P = 12V \cdot 55A \cdot 24h = 15,84KWh \quad (1)$$

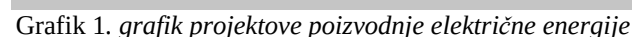
Iz mikrohidroelektrane imaćemo dovoljno električne energije za snabdevanje centralnog čvora čiji delovi su prikazani na slici 7.


$$P1 = (12V \cdot 1A + 2 \cdot 12V \cdot 1A) \cdot 24h = 864Wh \quad (2)$$

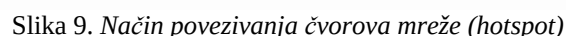
Kod perifernih čvorova mreže za izvor električne energije koriste se fotonaponske ćelije tako da treba obratiti pažnju prilikom odabira potrošača da ne bi sistem ostajao bez energije. Na slici 8. prikazani su delovi perifernog čvora.



24,92Ah je dovoljno za napajanje perifernih čvorova. Prema podacima sa sajta podržanog od strane Evropske komisije, za projektovanu potrošnju energije sistema i postavljene fotonaponske ćelije dolazi se do projektovane proizvodnje i potrošnje električne energije na geografskoj poziciji pašnjaka koji su predstavljeni na grafiku 1.

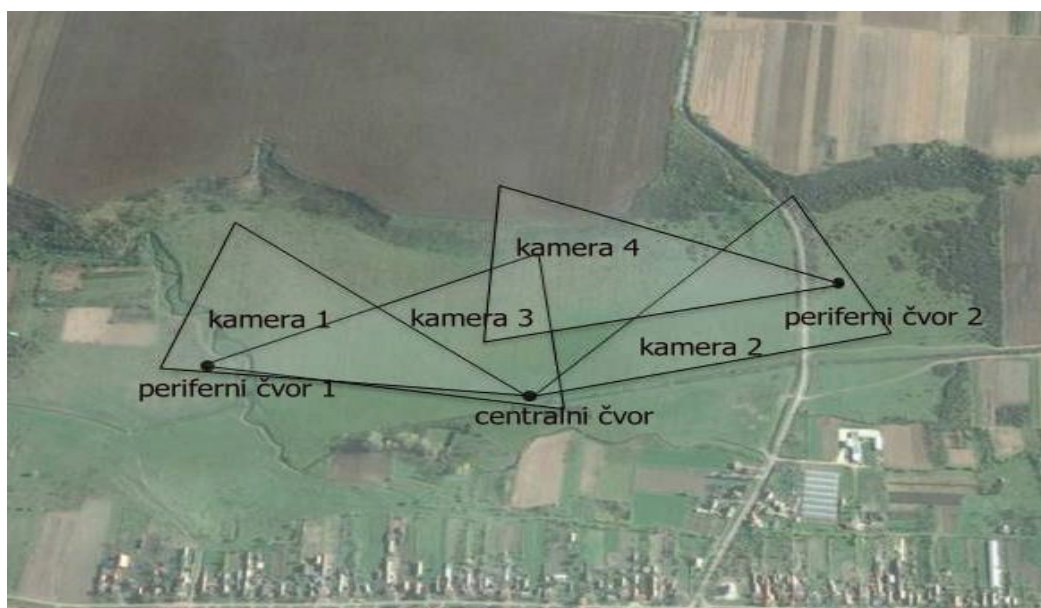


Način povezivanja čvorova mreže (hotspot) prikazan je na slici 9.



Položaj kamera koje se nalaze na čvornim mestima treba da obezbedi bezbednost sistema od eventualnih napada vandala i lopova. Takođe kamerama treba da se pokrije što je moguće veća površina pašnjaka, radi što boljeg monitoringa životinja u toku ispaše.

Na slici 10. prikazano je kako kamere treba da budu postavljene i koje područje pokrivaju.



Slika 10. Pokrivenost pašnjaka kamerama

6. TEHNOLOŠKO-EKONOMSKI ASPEKT

Ovim pristupom IT sektora agraru konkretno u stočarstvu poboljšaće se i unaprediti način napasanja stoke, što je i bio cilj ovog rada. Pored već obrađenih pogodnost koje će ovaj sistem omogućiti omogućiti će i mnoge druge pogodnosti koje nisu spomenute.

Višak električne energije iz mikrohidroelektrane moći će da napaja sistem električne ograde poznatiji po nazivu elektročobanica. To bi svakako u mnogome smanjilo troškove čuvanja stoke. Meštani sela na godišnjem nivou za čuvanje stoke izdvoje celokupnu vrednost jednog ovakvog sistema.

Višak električna energija iz mikrohidroelektrane može da se iskoristi za navodnjavanje samog pašnjaka što bi omogućilo mnogo veću iskorišćenost pašnjaka a samim tim i povećalo produktivnost u uzgoju stoke.

Posle dugogodišnje stagnacije sela Pavlovici i konstantnog raseljavanja stanovništva ovakav projekat bi koliko toliko uapredio selo. Pored toga u projekat bi se uključili mlađi meštani sela što bi bilo vrlo korisno za njihovu praktičnu edukaciju za koju do sada nisu imali prilike. Shvatili bi prednosti novih tehnologija koje omogućavaju lakši život i da internet nije samo društvena mreža.

7. ZAKLJUČAK

U radu je opisan sistem čiji je cilj da obezbedi što jeftiniji način čuvanja životinja na ispaši. Sistem obezbeđuje najjeftiniji bežični vid komunikacije na celoj površini pašnjaka.

Ovakvim vidom komunikacije na površini pašnjaka je obezbeđen video nadzor koji obezbeđuje kako bezbednost samih životinja i sistema tako i ukida potrebu za ljudskim faktorom u toku ispaše životinja.

Primenom obnovljivih izvora električne energije povećavaju se početna ulaganja ali se smanjuju troškovi održavanja sistema koji obezbeđuje električnu energiju koja se može koristiti u druge svrhe.

Korišćenjem ovakvog sistema u ispaši životinja omogućuju se velike uštede stanovništvu koje se bavi ovakvim vidom proizvodnje hrane.

8. LITERATURA

[1] WEB-saj : <http://news.aarnet.edu.au/aarnet-wireless-nbn-connection-supports-une-smart-farm-r-and-e> (Pristupljeno u junu 2015.)

[2]WEB-sajt : <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php> (Pristupljeno u junu 2015.)

[3] Design and implementation of a hotspot network-thesis_mobidot_9902512_eejvonk_05022006.pdf

Kratka biografija:

Vladimir Jovičić rođen je u Rumi 1982. god. Diplomski-master rad odbranio je 2015. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Osnovi Telekomunikacija



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

INTEGRATION OF SMART HOMES IN GLOBAL SYSTEM FOR CONTROL AND MONITOR OVER INTERNET

DRAGAN RAKITA

Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, dragan.rakita@rt-rk.com

IŠTVAN PAP

Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, istvan.papp@rt-rk.com

MILIVOJ BOŽIĆ

RT-RK.doo, Novi Sad, milivoj.bozic@rt-rk.com

SAŠA VUKOSAVLJEV

RT-RK.doo, Novi Sad, sasa.vukosavljev@rt-rk.com

Abstract: *This paper describes the control and monitoring of smart homes via the Internet. Communication is implemented according to TR-069 protocol that provides secure and efficient communication. Remote control increases user comfort, reduces energy consumption and increases the security of the facility. Monitoring multiple smart homes gives ability to compare relevant data, such as energy consumption and usage time of particular devices, giving user tools for better understanding what is going on in his smart home. The way of using smart home devices is changing as the user gets new control capabilities that previously did not have. New features provide user with access to data wherever he is located. Data security is increased because the burden of security shifts from smart home to Cloud server. The novelty described in this paper is the usage of TR-069 protocol in home automation, and integration of different facilities in unified cloud platform.*

Keywords: Smart Home, TR-069, Cloud

1. INTRODUCTION

Smart Home represents integrated and optimized system for centralized control of home appliances. Existence of Internet network opens up possibilities for remote control and monitoring of more than one smart home. The main focus of this paper relates to showing the connection and control of smart homes in order to increase the comfort, energy efficiency and security in their homes.

Benefits for the household provided by remote controlling a variety of devices are many. A good use case is turning on the boiler, heater or air conditioner before coming into the home. Applications can be found in uploading usage and behavioral data from motion sensors to cloud where cloud can analyze the data and make rules for power consumption optimizations [1] [2]. On the other hand, the integration of smart homes in one global system gives the ability to control the power distribution level, which allows for timely responses and the possibility of redistribution and energy savings.

Cloud server offers many benefits for smart home. The user is given access to data regardless of location wherever he is located. Data security is increased because

the burden of securing data is shifted from users to the cloud server. The amount of data that can be stored is much higher in the cloud server than in typical user hard drive.

The second chapter of this work introduces the concept of a smart home along with devices that are currently supported and network interfaces that control smart home. The third chapter will detail network interface that communicate with a cloud server following up with example of their communication. After that we have experimentally obtain data of system time response.

2. SYSTEM

Smart home described in this paper consists of smart devices and the central manager. Central manager have different network interfaces that provides user with different control possibilities of the smart home. The main focus of this work is extending list of interfaces with interface that connect smart home to a global cloud system. Top level architecture can be seen in Figure 1. It provides architectural block diagram with focus on network interfaces.

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Dragana Rakite. Mentor je bio dr Ištvan Pap.
- b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji OTEH 2014, Beograd, oktobar 2014.

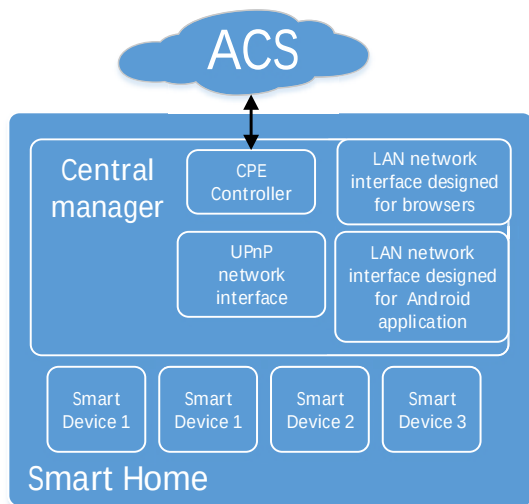


Figure 1 Smart Home Overview

Smart devices that are integrated into the system communicate via ZigBee wireless network with a central manager. Devices that are supported in the smart home are:

- Smart Switches
- Smart outlet
- Remote control
- Motion sensors

Smart dimmers have the ability to switch lights on and off and control the dimming level of the bulb. Smart outlets can switch electric circle on and off using build in relay and measure device consumption.

System is centralized, where in the system center is Home Manager application. Home Manager represents bridge between ZigBee network that smart devices use and wireless Wi-Fi or cable LAN network. It is used to manage devices in the home using the ZigBee network. Smart device can send event messages to the manager and also process received message from the manager [4].

For expanding central manager control possibilities several network interfaces are implemented:

- UPnP network interface
- LAN Network interface designed for Mobile applications.
- HTTP interface designed for web browser.
- CPE network interface used for communication with global cloud system.

The first two interfaces are described by the authors in [4], whereas the CPE network interface for connecting to the global cloud system is contribution of this work. Details of implementation are described in next chapter.

3. CPE NETWORK INTERFACE

Network interface implements CWMP communication protocol. It is used to connect Home Manager with ACS (*eng. Auto-Configuration Server*) cloud server. CWMP is explained in technical report 069 (TR-069) [5]. Protocol

provides an efficient communication mechanism over standardize and secure connection.

CPE controller is the one who is connecting ACS with central manager of the smart home. It implements connection and data model management to ACS. Device statistics such as power consumption are periodically obtained by central manager and collected in the SQLite database while the state of device parameters updates with each change [7]. CPE has the ability to send data to the server in two ways:

- Immediately when change on device occurs.
- Periodically a fixed time intervals. Each CPE client can have different connection frequency time that can be configured from ACS server.

While CPE clients use TR069 interface to communicate with ACS, users can access it one of two ways using web UI or mobile applications. Mobile applications use secure HTTP interface of ACS server.

Figure 2 shows communication channels between different devices in system. CPE network interface and smart devices shown in Figure 1 are all part of the smart home.

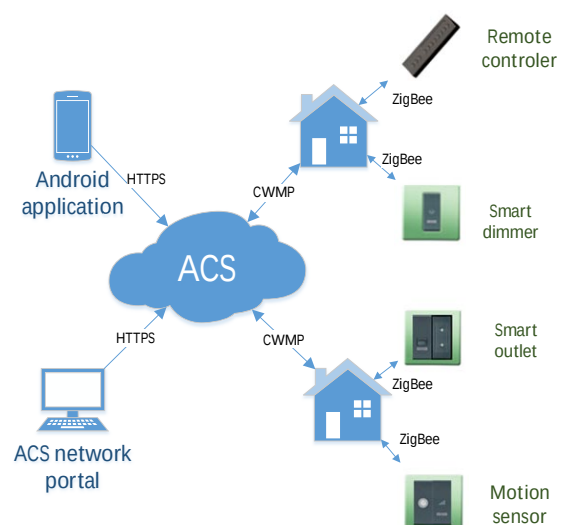


Figure 2 System overlook

Details about actual communication/message flow between end device and User application will be given on example shown on Figure 3. Example demonstrates message flow in both directions, when messages are initiated from client and end device

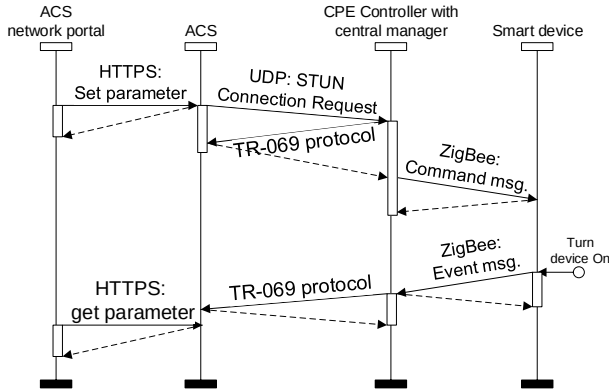


Figure 3 Communication examples

The first example represents change of the parameter from user Android applications. Android application via the HTTPS protocol sends JSON message to the ACS, he responds that he is successfully received parameter. An example of a JSON message send by Android is shown in Figure 4

```
{
  "deviceIdStruct":
  {
    "manufacturer": "RT-RK",
    "oui": "FC-FE-88",
    "productClass": "RK-OBLO",
    "serialNumber": "5784324"
  },
  "paths": ["Device.EnergyManagementService.Light
    Control.Dimmer.1.Mode"],
  "values": ["On"],
  "username": "admin",
  "messageType": 64
}
```

Figure 4 Example of JSON message

ACS initiates communication with the CPE controller with use of STUN protocol. Parameters are passed to the CPE controller who is within central manager via CWMP protocol. In this example the communication of CWMP is abstracted to reduce the complexity of the image. When command/message is received on central manager it is converted to smart home understandable format and sent to end device over ZigBee network.

Second part of example demonstrates message flow which is initiated from smart dimmer end device message is sent over the ZigBee network to the central manager. Central manager receives message from smart dimmer device, execute appropriate local action if needed, and

forwards it to CPE controller. CPE controller chooses what to do with obtained message, depending on the settings for that parameter CPE controller can:

- Immediately initiate a CWMP communication and send the parameter.
- Detect changes but to wait for the periodic initiation of CWMP protocol.
- Discard message.

All settings related to CPE ACS communication can be configured using web interface on ACS server. In this example, CPE controller immediately initiates the CWMP communications and the changes of parameter are sent to the ACS. Android is periodically checking with ACS for new changed on server with secure HTTP request. And when change occurs Android application will, with next HTTP request, get event.

Measured electrical consumption is send periodically from a smart outlet in a predefined time interval. Parameter that the central manager receives is the mean value of consumption over that interval. CPE is keeping each reading of consumption and guarantee their placement on the ACS server. When connection between CPE and ACS is established energy consumption data is started to transfer. With the energy consumption parameter CPE controller is sending two additional parameters that represent time slot, start and end time, in which energy consumption is measured. When sending energy consumption ACS server groups consumption values into larger portions of data in order to reduce the volume of data that is needed to be sent. The size of time period is adjustable parameter in the ACS server that the user has the right to control via a network portal. When consumption is saved on the server, through the network portal can be compared to the consumption of each outlet in smart home during the period of the last few months.

4. EXPERIMENTALLY OBTAIN DATA

The experiment was conducted in the form of time measurement of system response from the network portal to smart sockets. The measurement was done with the help of a microphone which on one end is recording sound of click of computer mouse that causes action on ACS network portal, and on the second end the sound of electrical relay found in the smart outlet.

Figure 5 shows the response time of twenty measurements.

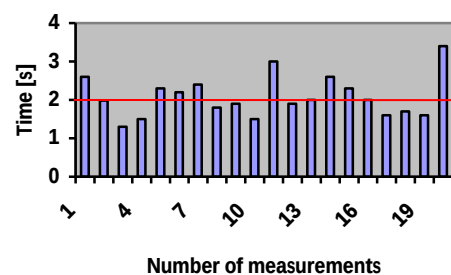


Figure 5 System response time.

The mean value of the response is close to 2 seconds. The response of the system depends on many factors, because it uses a lot of different protocols (HTTPS, TR-069, ZigBee) that introduce delay. Response time depends on the structure of the network protocols over which it can communicate because it can slow down communication. Remote control feature added to smart home system is not designed to have real time instructiveness but to ensure message delivery in secure way. Therefore the response of two seconds is satisfactory. To control smart home where the actions of control can be momentarily seen user can use other LAN network interfaces that provide a significantly better time response.

5. CONCLUSION

Through this work was presented the smart home integration into the global system of control and supervision over the internet. And introduce concepts and interfaces that allow integration and communication with cloud server. After that it was given some real life use case scenarios, but the focus is placed on the implementation of solutions. This work describes the system and the communication that are used in the system. The advantage of this solution is that it extends the existing platform that uses the TR-069 protocol and giving user safe and effective control of a smart home.

As proven in this paper TR069 is adequate protocol for smart home integration into cloud. Adding new devices to system would consist of an expanding of the corresponding TR-069 data model to support the new device. Using TR069 and smart outlet devices as infrastructure work could be focused on building automatic control based on prediction algorithms that can find and identify predictive behavior and take action on.

Example of possible predictive behavior is when user comes home and he turn on air condition depending of outside and inside temperature, or when, with help of motion sensors, home can predict in what room is user going and can turn light on.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was partially financed by the Ministry of Science and Technology of the Republic of Serbia, project technological development TR-32029th.

LITERATURE

- [1] Mrazovac, B.; Bjelica, M.Z.; Kukolj, D.; Todorovic, B.M.; Samardzija, D., "A human detection method for residential smart energy systems based on Zigbee RSSI changes," *Consumer Electronics, IEEE Transactions on* , vol.58, no.3, pp.819,824, August 2012
- [2] Kastelan, I.; Katona, M.; Miljkovic, G.; Maruna, T.; Vucelja, M., "Cloud enhanced smart home technologies," *Consumer Electronics (ICCE), 2012 IEEE International Conference on* , vol., no., pp.504,505, 13-16 Jan. 2012
- [3] Multilayer approach to cost-efficient home automation, Bozic, Milivoj, Golan Giora, Mrazovac Bojan, Papp Istvan, and Bjelica Milan Z. , 2014 IEEE International Conference on Consumer Electronics – China, 04/2014, Shenzhen, China, (2014)
- [4] Jedno rešene spreznog sistema za interaktivnu kontrolu pametnog kuća, Božić Milivoj, Bojan Mrazovac, Istvan Pap, Mirko Vucelja, Miloš Janković, zbornik radova fakulteta tehničkih nauka, broj 14/2012.
- [5] TR-069 protokol - Amendment 4. Broadband Forum. July 2011. - http://www.broadband-forum.org/technical/download/TR-069_Amendment-4.pdf
- [6] JSON JavaScript Object Notation - <http://www.json.org/>
- [7] SQLite baza podataka - <https://sqlite.org/>
- [8] STUN protokol. <http://tools.ietf.org/html/rfc5389>

One solution of STB users cloud based profiling

Goran Stupar, Dejan Nađ, Aleksandar Beserminji
Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad
Novi Sad, Serbia
{goran.stupar, dejan.nadj, aleksandar.beserminji}@rt-rk.com

Istvan Papp
RT-RK Institute for Computer Based Systems
Novi Sad, Serbia
{istvan.papp}@rt-rk.com

Abstract — The purpose of this paper is to present a solution for adaptable and efficient user profiling system for set-top-box (STB) devices. The system is set in the cloud environment and based on TR-069 remote management protocol and TR-135 data model for STB devices. The proposed solution allows the development of better and more precise applications for recommending TV and Internet based multimedia content. The system that we propose enables further creation of services that provide better, smarter and more comfortable experience for STB users.

Index Terms—DTV, STB, cloud, user profiling, content recommendation, TR-069

I. INTRODUCTION

In the past few years user profiling has become increasingly present among multimedia services such as YouTube. The existence of user profiles allows comfortable, personalized and efficient browsing of diverse multimedia content. Technology advances in the last few years have allowed the DTV devices to emerge as part of the World Wide Web. Internet connectivity opened the doors to new concepts such as cloud based device monitoring (TR-069), integration of on-demand streaming services (e.g. Netflix) and similar content providing services. TR-069 standard specifies the application layer protocol for end-user devices monitoring and management [1]. As part of the standard, there are several data models specified for various devices. TR-135 is the recommended data model for STB devices [2]. DTV content combined with Internet based content attracts audience of different age and interests. In order to help users to find their way in the massive amount of diverse content, better understanding of their viewing habits is required. User profiling would enable content providers to filter, sort and select suitable content for each user, allowing him to jump straight to the content of interest instead of browsing for it himself.

The basis for user profile generation is user monitoring. Support for TR-069 protocol has been in the increase in the recent years and is starting to emerge as a reliable solution for device monitoring and management, especially for STB devices. This makes TR-069 standard suitable for user monitoring purposes. On the other hand TR-135 data model is completely device centric and cannot reflect habits and preferences of different users that might be using the STB,

which are necessary in user profiling [3]. In order to accommodate the needs of personal user monitoring, we extended the TR-135 data model to suit our needs.

We developed a profiling subsystem in order to fill the needs of a cloud content provider, which is currently in development. The provider is tasked with acquiring and analysis of basic DTV information (e.g. electronic program guide), as well as additional content available on the Internet (e.g. trailers, websites, etc.) and delivering it to the user. The data acquired is categorized to one or more content categories according to the content it represents (e.g. movies, sports, cars, war etc.). In order to enable the provider to deliver content as efficient as possible, user data is essential, hence the need for the user profiling subsystem.

II. SYSTEM ARCHITECTURE

As previously described, the developed user profiling subsystem relies on TR-069 standard to acquire user data, with minor changes in the TR-135 data model. For this purpose, we also extended an existing TR-069 client [4] and relied on the Auto-Configuration Server (ACS) [5] implementation and infrastructure.

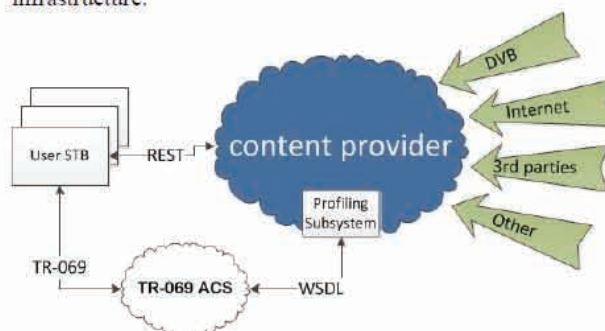


Fig. 1. Top level architecture

An important feature of this ACS implementation is the ability to log device parameter history. User profiling subsystem retrieves the STB related data from the ACS through a WSDL/SOAP based API, as it is shown in the Fig. 1. The retrieved data is processed and used as input for user profile generation. This data is combined with the DTV information stored in the content provider database and used to reconstruct the users viewing history which will be described in more detail later. The generated profiles are

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz master rada Gorana Stupara. Mentor je bio dr Milan Bjelica.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji ICCE, Berlin, septembar 2014.

stored and made available to the recommendation engine for later use in personalized content providing.

III. IMPLEMENTATION

The TR-135 data model needs to be extended with profile information. There are multiple ways to achieve this and we decided to keep the changes to a minimum, but still ensure we have all the necessary data for accurate profile generation. In order to meet these requirements, we added a new object to the existing data model. The object consists of the following parameters: original network ID (uniquely identifies a DVB network), transport stream ID (uniquely identifies a transponder in a DVB network), service ID (uniquely identifies a DVB service among other services multiplexed in the same transponder), and the username. The first three parameters are jointly called DVB triplet and represent a unique ID of a DVB service [6]. The second parameter uniquely identifies the user to whom the logged action is related to. Each user needs to provide a username and a password during the registration process in order to experience benefits of the developed system. This object must be updated each time any of the users changes the currently watched DVB service and each time the active user changes. Based on this, ACS will form the log of the object values,

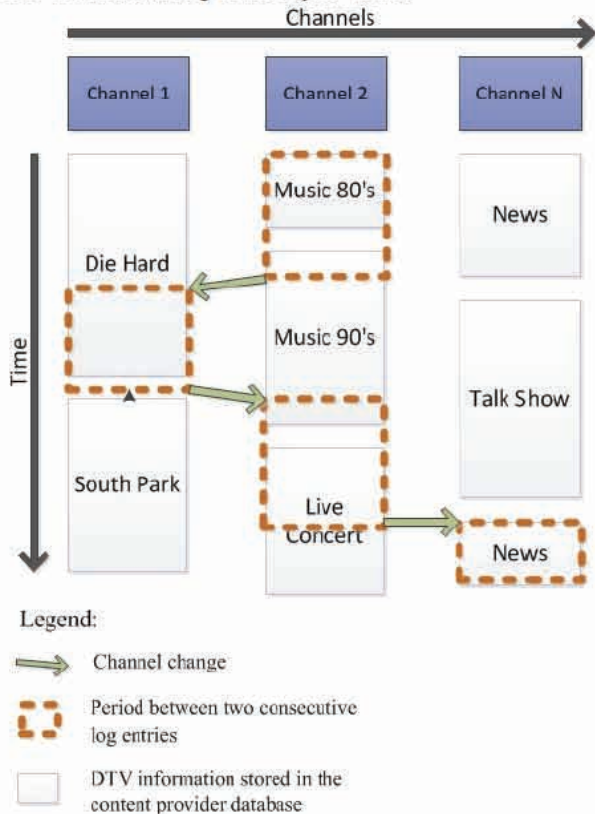


Fig.2 Mapping DTV information with log data

By logging the new object (each object/parameter submission is accompanied with the timestamp), we essentially construct the user DVB service viewing history. In order to extract the information what events the user has been watching, the user log must be mapped to appropriate electronic program guide (EPG) [7] events stored in the content provider database. EPG provides scheduling information for current and upcoming TV events. Every EPG event contains a short summary (description) or commentary and some general information such as start and end time, genre, language etc. Mapping is achieved by combining the log data with the DVB metadata stored by other components of the content provider, as presented on Fig. 2. Each period between two consecutive log entries can be mapped to a part of one or more EPG events. So how each EPG event contains start and end time, we can calculate how long in user watched an event. Each part is then converted to content class score based on the percentage of the event duration that the user has watched. Based on that, for each user is formed a score. The score is used to increase the priority of content categories for the specific user. This information is stored in user profiles and used during the content recommendation process. This way content provider provides information about user preferences, and on that basis recommend content which are preferences related to.

Updating a user profile is a special problem. The profile which present in the content provider's database must be up to date, and it is necessary to provide a way to update profiles in real-time. This is essential for the effective functioning of the system, because then the content provider can efficiently and accurately recommend and deliver content to the user. This problem was solved by introducing a timer, which will periodically initiate a update of all user profiles on all devices that are registered in the system. Profile data located at the TR-069 ACS is retrieved through WSDL/SOAP API calls and is fetched on demand. This means that the content provider must ask the ACS for the profile data periodically in order to be up to date with the users' habits and preferences. Since updating all users is a time consuming task, both for the ACS and content provider, a trade-off must be made between the accuracy of the user profile and the accompanying server load. One solution is to update the profile during the night, on a daily basis, when server is not under a heavy load. On the other hand, if the profile update can be done as a low level background task, it can be done more often.

IV. FUTURE WORK

This solution can be improved in several ways to increase the quality of the user experience.

First of all, a rating system should be introduced. This would allow users to manually increase the accuracy of the generated profile. For example, users can rate watched events with scores of one to ten, or with like and dislike. This concept is important because it introduces information that's not available from observing user's watching history – what user don't like. Maybe user watched whole movie, but that doesn't mean that he liked it. It would also allow the profiling

subsystem to apply more advanced concepts (e.g. collaborative filtering).

Another way to make the profiles more accurate is to complement the viewing habits with the data available on the social networks (e.g. Twitter, Facebook). By including this information in the process of profile generation, user preferences are known before the user actually starts using the STB. This also enables us to make friend based recommendations, i.e. recommend the user content that his/her friends marked as favored in their social accounts.

Since STBs and TV sets are not typically personal devices, some family members might not be comfortable with the concept of personal profiles with multiple users watching at the same time. In this case a concept of family profile can be introduced.

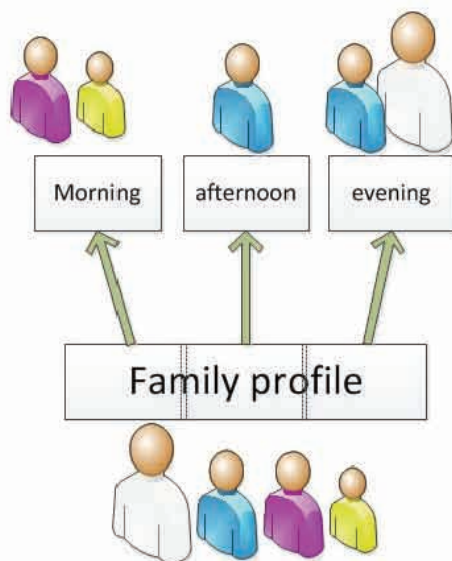


Fig. 3. Family Profiles

A family profile should be able to predict the viewing wishes of multiple members of the family [8]. If we assume that most of the families have certain daily routines, we can base this concept on monitoring what is being watched during certain periods of the day (e.g. morning, afternoon, evening, etc.), as shown on Fig. 3. For an example, if children occupy the TV each morning by watching cartoons and sports tend to occupy the TV in the afternoon hours, when active, the family

profile should get more cartoon recommendations in the forenoon and more sports recommendations in the afternoon.

V. CONCLUSION

User profiling is currently being introduced in many systems in order to improve user experience. We described a solution that introduces profiling in an area scarcely covered – television. This should bring all the benefits of similar systems to STBs and open new possibilities to STB based content providers. In this paper, we described a TR-069 based solution for cloud systems that should allow development of content providing services with more accuracy and quality.

ACKNOWLEDGMENT

This work was partially supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia under Grant TR32014.

REFERENCES

- [1] TR-069 Amendment 2, CPE WAN Management Protocol, Broadband Forum Technical Report, December 2007
- [2] TR-135, Data Model for a TR-069 Enabled STB, Broadband Forum Technical Report, December 2007
- [3] A. Black, O. Bayley, C. Burns, I. Kuuluvainen, I. Stoddard, "Keeping viewers in the picture: real-world usability procedures in the development of a television control interface", Conf. companion on Human factors in computing systems, Boston, 1994, ACM Press, pp 243–244.
- [4] N. Nemet, S. Radovanović, R. Simikić, "Adaptive TR-069 system service for Android-based consumer electronic devices", 2013 IEEE Third International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin), pp. 258-260.
- [5] S. Radovanović, N. Nemet, M. Četković, "Cloud-based framework for QoS monitoring and provisioning in consumer devices", 2013 IEEE Third International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin), pp. 363-365.
- [6] H. Benoit "Digital Television - Satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework", Focal Press, 2008.
- [7] "Code of practice for an Electronic Programme Guide (EPG)" (1996,Oct.), European Telecommunication Standard, Available at: http://www.etsi.org/deliver/etsi_etr/200_299/288/01_60/etr_288e01p.pdf
- [8] J. Oh, Y. Sung, K. Kim, M. Humayoun, "Time-dependent User Profiling for TV Recommendation", Second International Conference on Cloud and Green Computing, 2012, pp. 783-787.



Integracija video reprodukcije u 3D grafički korisnički interfejs za set-top boks uređaje

Dejan Nađ, Milan Knežević, Nenad Jovanović, Milan Bjelica

Apstrakt—U ovom radu biće predstavljeno nekoliko problema na koje smo naišli tokom razvoja aplikacije zasnovane na trodimenzionalnoj (3D) grafičkoj korisničkoj sprezi za set-top boks uređaje. Takođe biće opisan način na koji su ti problemi rešeni tako da se sačuva što bolji i funkcionalniji ugođaj korisnika set-top boks uređaja tokom reprodukcije video sadržaja digitalne televizije. Problemi o kojima će biti reči u nastavku odnose se na integraciju reprodukcije video sadržaja u trodimenzionalnoj grafičkoj korisničkoj sprezi i njegovom prilagođavanju dizajnu aplikacije koji zahteva promenu njegove veličine i pozicije u trodimenzionalnom svetu.

Ključne reči—trodimenzionalni prostor; grafička korisnička spreza; set-top boks; digitalna televizija.

I. UVOD

U prošlosti namenski uređaji, u našem slučaju set-top boks (STB) uređaj, posedovali su veoma ograničen i siromašan skup hardverskih resursa. Upravo to je bio ključni razlog zbog kojeg grafičke korisničke sprege (eng. Graphical User Interface - GUI) nisu bile atraktivne za korisnike i nisu mogle na pravi način da im dočaraju doživljaj trodimenzionalnog prostora. Grafičke korisničke sprege u digitalnoj televiziji (DTV) bile su prvenstveno zasnovane na dvodimenzionalnom ili u najboljem slučaju pseudo trodimenzionalnom prostoru sa grafičkim elementima koji se u njemu kreću [1].

Napredak modernih tehnologija i načina proizvodnje omogućio je razvoj STB uređaja sa mnogo boljim hardverskim karakteristikama i raspoloživim resursima, što je pružilo mnogo više slobode za razvoj bogatijih i boljih rešenja grafičke korisničke sprege za ove uređaje [2]. Posmatrajući slična rešenja uvideli smo da je u njima akcenat uglavnom stavljen na izgled, dok je korisnički ugođaj bio u drugom planu.

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Dejana Nada. Mentor je bio dr Milan Bjelica.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Srebrno Jezero, juni 2015.

Dejan Nađ –Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: dejan.nadj@rt-rk.com).

Milan Knežević – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: milan.knezevic@rt-rk.com).

Nenad Jovanović – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: nenad2.jovanovic@rt-rk.com).

Milan Bjelica – Istraživačko-razvojni institut RT-RK, Narodnog fronta 23a, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: milan.bjelica@rt-rk.com).

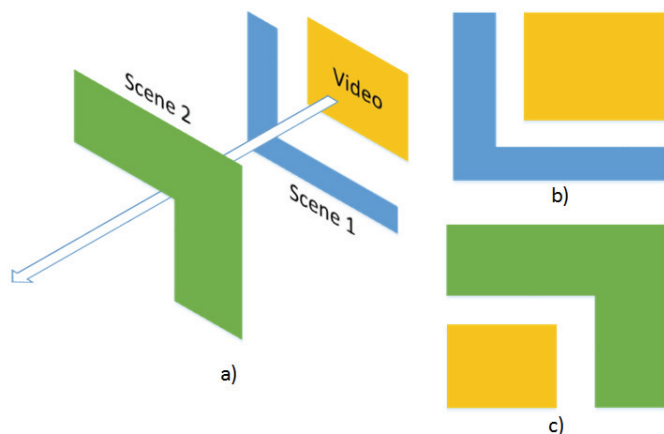
Implementirana aplikacija je kao glavni cilj imala da na što bolji način korisniku dočara svet digitalne televizije kroz sasvim novu dimenziju, a da pri tome i izgled i korisnički ugođaj ne budu zapostavljeni na račun onog drugog. Za rešenje koje ćemo predstaviti, kako bi se što bolje dočaralo ono što je dizajnom zamišljeno i obogatilo ugođaj korisnika DTV aplikacije, korišteno je razvojno okruženje (eng. Framework) koje se oslanja na OpenGL ES [3] i ono predstavlja osnovu za izgradnju trodimenzionalne korisničke sprege.

Rešenje je implementirano na STB uređaju, uz napomenu da je korištena platforma već imala ugrađenu podršku za reprodukciju video sadržaja. U nastavku će biti opisan način na koji je rešen problem integracije reprodukcije video sadržaja i kako je on iskorišten pri razvoju 3D grafičke korisničke sprege.

Budući da promena pozicije i veličine video sadržaja nije tradicionalni pristup prilikom stvaranja grafičkih korisničkih sprege za STB uređaje, jako je malo dostupnih ispitivanja i rešenja koja bi nam mogla pomoći u rešavanju našeg problema. Posebno ako uzmemo u obzir njegovu specifičnost, gde je potrebno da se video sadržaj kreće u 3D prostoru dok određeni UI elementi koji se nalaze ispred njega treba da ostanu transparenti. Većina sličnih rešenja se bavi problemom iscrtavanja grafičkih elemenata preko video sadržaja u 2D prostoru. U ovom radu [4] je opisan način iscrtavanja grafike preko video sloja, gde su uvedena određena proširenja u standardni Android Webkit [5] kako bi se obezbedila potrebna transparentija. Međutim u našem slučaju primena sličnog rešenja nije moguća iz više razloga. Pre svega pomenuto rešenje se naslanja direktno na Android OS [6], dok implementirana aplikacija za iscrtavanje grafike koristi OpenGL ES. U našem slučaju potrebno je da pojedini UI elementi koji se nalaze ispred video sadržaja ostanu vidljivi tokom promene njegove pozicije i veličine u 3D prostoru. Sve to su ograničenja sa kojima smo morali da se izborimo.

II. OPIS REŠENJA

Jedan od osnovnih zahteva i ono na čemu se zasniva dizajn korisničke sprege (eng. User Interface - UI) i korisničkog doživljaja (eng. User Experience - UX) implementirane aplikacije je da se omogući podrška za promenu veličine i pozicije video sadržaja u 3D prostoru. Razvoj aplikacije zasnovane na ovako osmišljenom dizajnu zahtevao je rešenje nekoliko problema kako bi se korisniku obezbedilo što bolji ugođaj baš kako je samim dizajnom i zamišljeno.



Sl. 1. a) 3D prostor sa videom i dve scene, b) Ilustracija kako bi scena 1 trebalo da se prikaže na ekranu, c) Ilustracija kako bi scena 2 trebalo da se prokaže na ekranu.

Implementirana aplikacija sastoji se od scena. Scena predstavlja grupu dvodimenzijalnih (2D) grafičkih elemenata raspoređenih u 3D prostoru. Ove scene su pozicionirane u prostoru na različitim rastojanjima ispred video sadržaja, tako da ga ne prekrivaju. Kretanjem kamere, grafičkog elementa razvojnog okruženja koji predstavlja vidno polje korisnika, moguće je definisati šta će u određenom trenutku biti prikazano na ekranu, odnosno koji deo 3D prostora zajedno sa scenama u njemu će biti prikazan korisniku. Upravo to je bio jedan od glavnih ciljeva ove grafičke korisničke sprege, da se putem tranzicija između scena i pomeranjem kamere kroz 3D prostor obogati korisnički doživljaj. Slika 1a ilustruje pozicioniranje dve scene ispred video sadržaja. Slike 1b i 1c ilustruju ono što je prikazano na ekranu u slučaju da je scena 1 odnosno scena 2 aktivna (kamera je pozicionirana ispred nje).

Zbog ograničenja platforme reprodukcija video sadržaja ne može biti smeštena u 3D prostor, ali može biti simulirana. Ovo zahteva promenu pozicije i veličine video sadržaja zato što su one različite za različite scene unutar aplikacije. Korištena platforma ima podršku za pomeranje videa i promenu njegove veličine što je dovoljno da se stvori iluzija da je video sadržaj samo još jedan 2D element u 3D svetu. Naravno da bi sve funkcionisalo neophodno je da ravan video sadržaja bude normalna na pravac gledanja kamere.

Takođe STB platforma na kojoj je razvijana aplikacija podržava raspored grafičkih elemenata u više slojeva, pri čemu se video sloj nalazi na dnu a ostali slojevi se nalaze iznad njega. Reprodukcijski video sadržaj je smešten u video sloj, dok se grafički elementi same aplikacije iscrtavaju u sloju koji se nalazi ispred video sloja. Slika 2 prikazuje raspored grafičkih elemenata i video sadržaja u 3D svetu naše aplikacije i njihov položaj u odnosu na poziciju kamere.

Ovakav raspored video sloja i grafičkih slojeva aplikacije doneo je pred nas nekoliko problema. Prvi problem koji smo uočili je kako da se video kreće zajedno sa kamerom i kako da se izračuna njegova pozicija i veličina u 3D prostoru. Dodatno ograničenje je što su video dekodirer i drajver platforme na kojoj je implementirano rešenje imali podršku samo za skaliranje video sadržaja u 2D prostoru po pikselima. U 2D grafici koriste se pikseli (eng. pixel) kao osnovna jedinica mere pomoću koje se računa promena položaja objekata. Ekran se sastoji od matrice piksela i svaki objekat je

predstavljen sa određenim brojem piksela.



Sl. 2. Raspored video sloja i grafičkih elemenata u 3D prostoru.

U našem slučaju uvedena je apstrakcija videa, koga posmatramo kao pravougaonik za kojeg se računa projekcija na ekran. Tako da sada video posmatramo kao 2D objekat. Na osnovu projektovanih tačaka pravougaonika koji predstavlja video, računa se da li se video sadržaj pomerio u prostoru i da li se promenila njegova veličina. Pozicija i veličina videa se računa za svaku iscrtavanu sliku na ekranu (eng. frame). Aplikacija računa projekciju četiri tačke videa na ekran. Te tačke su temena pravougaonika koji predstavljaju apstrakciju video sadržaja. Nakon toga ako je došlo do promene veličine ili pozicije potrebno je osvežiti prikaz sa novim vrednostima. Opisani postupak se izvršava svaki put kad se iscrtava slika. Ukoliko je došlo do promena zadaje se komanda video dekodireru da prikaže video sadržaj na novim koordinatama.

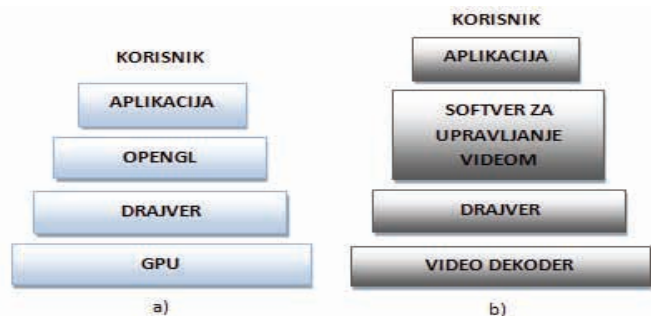
Opisani raspored slojeva, pri čemu se video sadržaj zajedno sa video slojem uvek nalazi najdalje od pozicije kamere, odnosno grafički slojevi aplikacije se nalaze ispred njega, doneo je pred nas još jedan problem. Problem koji smo uočili je kako da prikazemo reprodukovani video sadržaj, a da pri tome on uvek bude vidljiv i dostupan korisniku u celosti, tako da ga grafički elementi aplikacije ne prekrivaju. Kako bi ovo postigli morali smo nekako da grafičke elemente koji se nalaze ispred video sadržaja načinimo transparentnim. Rešenje ovog problema je da se napravi „rupa” u grafičkom sloju, kao i kroz čitav 3D svet, do video sloja i na taj način video sadržaj postane uvek vidljiv unutar aplikacije. Da bi se ovo postiglo iskorištena je OpenGL tehnika zvana „stencil maskiranje” (eng. stencil masking). Ova tehnika omogućava sprečavanje iscrtavanja određenih grafičkih elemenata na ekran. Popunjavanjem stencil bafera (eng. stencil buffer) [7] određenim sadržajem, šalje se indikacija grafičkoj procesorskoj jedinici (eng. Graphics Processing Unit - GPU) da prilikom iscrtavanja grafičkih elemenata taj deo ekrana jednostavno preskoči. U našem slučaju, stencil maska je iskorištena da se spreči iscrtavanje svega što nismo želeli da prekriva video sadržaj. Naša stencil maska je pozicionirana tako da se preklapa sa apstrakcijom videa i na taj način je postignuto da sve što se nalazi ispred maskiranog regiona, i što ne želimo da prekriva video sadržaj postane nevidljivo, a video sadržaj bude uvek vidljiv i dostupan korisniku.

Kao posledica toga što se reprodukcija video sadržaja i aplikacija izvršavaju u dva odvojena procesa, javlja se problem sinhronizacije između veličine video „rupe” u

aplikaciji i veličine samog video sadržaja. Promena veličine video rupe unutar aplikacije kasni u odnosu na promenu veličine video sadržaja. Sve ovo dovelo je do toga da prilikom tranzicija i prelaska sa scene na scenu, tokom promene pozicije i veličine video sadržaja, aplikacija kasni za videom što se manifestuje odsecanjem video sadržaja. Ovo u velikoj meri narušava korisnički ugođaj. Problem sinhronizacije je najteži problem pred kojim smo se našli i koji još uvek nije u potpunosti rešen. Zbog toga će ovaj problem biti posebno izdvojen i detaljnije opisan.

III. PROBLEM SINHRONIZACIJE

Pretpostavke su da bi uzrok problema mogao biti to što se pozicija i veličina reprodukovano video sadržaja osvežava i prikazuje pre trenutno iscrtavane slike. Pre svega potrebno je za svaku sliku proračunati položaj i veličinu grafičkih elemenata i proslediti komande GPU, kako bi ih on izvršio i iscrtao sliku na ekran. Ovo je posao centralne procesorke jedinice (eng. Central Processing Unit - CPU). Za svaku sliku se računa nova pozicija i veličina elemenata koji se iscrtavaju, pri čemu se računa i nova pozicija i veličina video rupe. Potom se opis grafičkih elemenata zajedno sa neophodnim podacima (pozicija, teksture, itd.) putem komandi prosleđuju drajveru grafičkog procesora, najčešće tako što se smeštaju u odgovarajući bafer, odakle ih on preuzima i prosleđuje GPU, takođe smeštajući ih u odgovarajući bafer. GPU na kraju preuzima pristigle komande, izvršava ih i kao rezultat svega dobije se željeni prikaz na ekranu. S obzirom na to da smo se odlučili da koristimo OpenGL tehnologiju, redosled poziva prilikom iscrtavanja slika na ekran izgleda kao što je prikazano na slici 3a.



Sl. 3.a) Hijerarhijski nivoi za iscrtavanje grafičkih elemenata, b) Hijerarhijski nivoi za rukovanje video sadržajem.

Na samom vrhu hijerarhije nalazi se aplikacija, nivo hijerarhije u kojem se gradi sve ono što će biti prikazano korisniku. Ispod nivoa aplikacije nalazi se OpenGL nivo. Njega aplikacija koristi kao podršku za 3D operacije i za prikaz 3D objekata. Potom sledi drajver grafičkog procesora kome aplikacija putem OpenGL-a prosleđuje komande koje on pretvara u komande prepoznatljive GPU. I na samom dnu se nalazi GPU koji na osnovu pristiglih komandi iscrtava sliku na ekran.

Sa druge strane za promenu veličine i pozicije video sadržaja koristili smo programsku podršku koja direktno šalje komande drajveru video dekodera. Ovo je potpuno različita putanja u odnosu na putanju za promenu veličine i pozicije grafičkih elemenata aplikacije. Na slici 3b prikazan su

hijerarhijski nivoi za slučaj promene veličine i pozicije video sadržaja.

Naš zaključak je da je za iscrtavanje grafičkih elemenata potrebno više vremena, dok se ne proračunaju sve pozicije i veličine svih objekata, zatim dok se ne proslede komande GPU i na kraju ih on ne preuzme i iscrtava sliku na ekran. Rešenje smo pronašli u tome da komande za promenu veličine i pozicije video sadržaja ne šaljemo odmah već da ih čuvamo u vidu nekog reda i da odložimo njihovo slanje za određeni broj slika. Uzeli smo sliku koji iscrtava GPU kao jedinicu mere. Pošto se ovaj problem različito manifestovao u zavisnosti od toga da li je u pitanju povećavanje ili smanjivanje video sadržaja ili je pak u pitanju promena njegove pozicije, morali smo na neki način detektovati koji je odgovarajući broj slika potrebno zakasnit za sva tri slučaja. Eksperimentalnim merenjima smo utvrdili da je u slučaju povećavanja dimenzija videa potrebno zakasnit 3 slike, za slučaj smanjivanja je potrebno 4 slike dok je za slučaj promene pozicije potrebno zakasnit 5 slika kako problem sinhronizacije ne bi bio očigledan krajnjem korisniku. Naravno sve ovo zavisi od toga koliko se komandi šalje GPU po slici, kolika je veličina grafičkog bafera i od vremena koje je potrebno da se iscrtava jedna slika (eng. framerate). U našem slučaju na platformi koju smo koristili ovo rešenje je bilo prihvatljivo i sa stanovišta dizajna jer problem sinhronizacije nije bio vidljiv i nije uticao na korisnički doživljaj.

IV. DALJI RAD

Iako smo problem sinhronizacije uspešno ograničili na nama prihvatljive okvire, planirano je da se u budućnosti malo više posvetimo rešavanju tog problema. Tokom potrage za rešenjem problema sinhronizacije, pronašli smo nešto što bi nam moglo pomoći da efikasnije rešimo ovaj problem. OpenGL pruža podršku za rešavanje tog problema sa nečim što se naziva fens objekat (eng. fence) [8]. Fens je sinhronizacioni objekat koji se dodaje u OpenGL komandni tok. Na početku je neoznačen, a označen postaje kada GPU izvrši komandu koju on predstavlja. Dodajući fens objekat na kraj niza komandi koje se prosleđuju GPU, moguće je saznati kada su sve komande prosledjene GPU izvršene. Kada nam fens objekat javi da je izvršen, tj. kad postane označen, pošto je bio poslednji u nizu komandi koje su prosledjene GPU, znači da su i sve komande pre njega izvršene. U našem slučaju fens objekat bi bio dodat na kraju niza komandi za iscrtavanje jedne slike. Kada fens objekat javi da je izvršen, možemo poslati komandu video dekodera da promeni veličinu i poziciju videa sa podacima koji su vezani za istu sliku. Na ovaj način ne bi morali da odložimo slanje komandi ka video dekodera za promeni veličine i pozicije videa. Pretpostavka je da bi ovom tehnikom značajno poboljšali izgled same aplikacije i doprineli boljem korisničkom doživljaju.

V. ZAKLJUČAK

Korisnici savremene potrošačke elektronike postaju sve nestrpljiviji i zahtevniji. Uporedo sa napretkom tehnologije rastu i zahtevi korisnika koji su željni inovacija. Kako bi se održali na tržištu proizvodnje STB uređaja, gde vlada neverovatna konkurencija, proizvođači tragaju za GUI rešenjima koja će privući što veći broj kupaca.

Implementirana aplikacija je jedan od primera modernog i atraktivnog GUI-a, čiji je cilj da korisnicima proširi vidike i odavno poznat svet im prikaže iz nešto drugačijeg ugla.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije kroz projekat TR32030.

LITERATURA

- [1] N. Jovanov, Đ. Kovačević, S. Pejić, G. Velikić, "One solution of visualizing Internet based EPG data combined with additional Internet content on an Android based set-top box", *Consumer Electronics Berlin (ICCE-Berlin), 2014 IEEE Fourth International Conference on*, vol., no., pp. 114-116, 7-10 Sept. 2014.
- [2] C. Yoon, "Cloud-based 3D menu generation and provision of digital broadcasting service on thin-client", *Advanced Communication Technology (ICACT), 2013 15th International Conference on*, vol., no., pp. 411-416, 27-30 Jan. 2013.
- [3] OpenGL ES, <https://www.khronos.org/opengles/> učitano 15.4.2015.
- [4] M. Milošević, S. Marković, B. Mlikota, M. Živanović, B. Prtvar, "Porting of HbbTV functionality on DTV platform based on Android OS", *Telecommunications Forum (TELFOR), 2012 20th*, vol., no., pp. 1353-1356, 20-22 Nov. 2012.

- [5] Android Webkit, <http://developer.android.com/reference/android/webkit/package-summary.html> učitano 27.5.2015.
- [6] Android OS, <http://developer.android.com/reference/android/os/package-summary.html> učitano 27.5.2015.
- [7] Stencil buffer, http://en.wikipedia.org/wiki/Stencil_buffer učitano 15.4.2015.
- [8] Fence sync object, https://www.opengl.org/wiki/Sync_Object učitano 15.4.2015.

ABSTRACT

In this paper we will present some problems which we have encountered during implementation of digital television application based on three-dimensional graphical user interface on set-top box platform. Also we will describe how we have solved these problems on the way to create the best user experience during the digital television video playback. The problems are integration of platform video playback into three-dimensional graphical user interface and its adjustment for application design that includes playback scaling and reposition.

Integration of STB platform video playback into 3D graphical user interface

Dejan Nađ, Milan Knežević, Nenda Jovanović, Milan Bjelica

One solution of visualizing Internet based EPG data combined with additional Internet content on an Android based set-top box

Nevena Jovanov, Djordje Kovacevic

Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad
Novi Sad, Serbia
{nevena.jovanov, djordje.lj.kovacevic}@rt-rk.com

Stefan Pejic, Gordana Velikic

RT – RK Institute for Computer Based Systems
Novi Sad, Serbia
{stefan.pejic, gordana.velikic}@rt-rk.com

Abstract— This paper presents a solution of visualizing the internet based Electronic Program Guide data combined with additional Internet content for Android based set-top box device. The main goal was to present different information in a unified way that will enhance user experience by allowing user to easily navigate through Electronic Program Guide and related Internet content on the screen. It is important to point out that Electronic Program Guide data that we are using is not fetched from digital television transport stream but from server that stores this data in its database.

Index Terms— DTV, Android, EPG, PEPG, set-top box, GUI.

I. INTRODUCTION

For majority of people television plays a big part of their everyday life. The emergence of digital television (DTV) significantly improved watching experience by crystal-clear picture reproduction, sound with no interference, and with a lot of additional features such as for example Electronic Program Guide (EPG) and Hybrid Broadcast Broadband TV (HbbTV). EPG provides continuously updated information for current and upcoming TV programs to the viewers of DTV. It is usually in a form of a table in which a user can see a list of program events, sorted by channels and time, with following information: a name of a show, the start and end time, genre, etc. [1]. Such EPG presentation is flawed because the user has to browse through the table to find something he would like to watch, which can be time consuming and frustrating. Hence, there is a need to improve classic visualization of EPG and make it more accessible to the user. This is accomplished by enabling the user easy access to shows that he will be interested to watch in the near future (Personalized EPG), along with related content from the Internet.

Our application is a part of a service that is developed within our Institute. The service is working on presenting filtered EPG content, based on users' preferences with the related Internet content. The EPG content filtering is based on the existence of users' profiles [2]. When a user wants to get recommendations while watching television, he signs in and his behavior is logged which allows the server to recommend EPG and the Internet content to the active user.

II. CONCEPT

Before the concept was created, we conducted a survey with the goal to define advantages and disadvantages of the classic EPG. The answers revealed that the users disliked that a menu of the classic EPG completely blocked the stream from the channel, and that is hard to visually determine which menu element is focused. However, they liked the suggestion of the picture styled elements. The survey also showed that the idea to have scheduled EPG information is good, but navigation through the timeline can be slow and confusing. The classic timeline screen often appeared busy, and users rather opted to have less information shown simultaneously.

We created the solution with the survey results in mind. In this solution, Graphical User Interface (GUI) visualizes EPG data by using images where each of them represents one corresponding EPG event. EPG event presents one TV show. Images are grouped in two panels on the opposite sides of the screen. Those panels, each with two columns of images, have



Fig. 1. Initial screen, with current TV stream in the middle and EPG events on the sides

the same visual appearance. Left panel, referred to as “Similar events”, shows events that are most similar to the current event. The simplest case would be that the left panel events are the same genre as currently watched event. A panel on the right side of the screen, referred to as “Recommended events”,

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Nevene Jovanov. Mentor je bio dr Milan Bjelica.
- b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji ICCE, Berlin, septembar 2014.

shows EPG events that are recommended for current user. The rest of the television screen is shaded, except for a rectangular space in the center, which frames the current stream (Fig. 1). Such visualization is a great solution for showing as much information as possible in an intuitive way, without occupying most of the screen.

Due to importance of the start and end time information, we decided to organize panels as timelines, so users can easily see what is on today, tomorrow etc.

When opened for the first time, the focus is on the center of the screen (current event). Then, when the user wants to see a specific event, he navigates to the left or right (Fig. 2). The motion of the focus inside one EPG event list is achieved with navigation buttons.

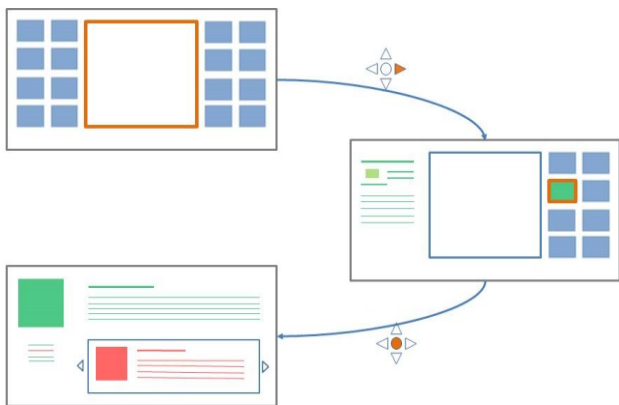


Fig. 2. The user interface navigation example. Initial screen – the channel stream is in focus. Moving cursor buttons highlights an event. The highlighted event is framed with pulsating orange window. The highlighted event on the one side of the screen while showing its information on another side (middle plot). Detailed information of the chosen event is shown on the last plot.

When EPG event is highlighted, the opposite side panel is hidden, and that area is covered with a short description and some basic information about highlighted event (Fig. 3).

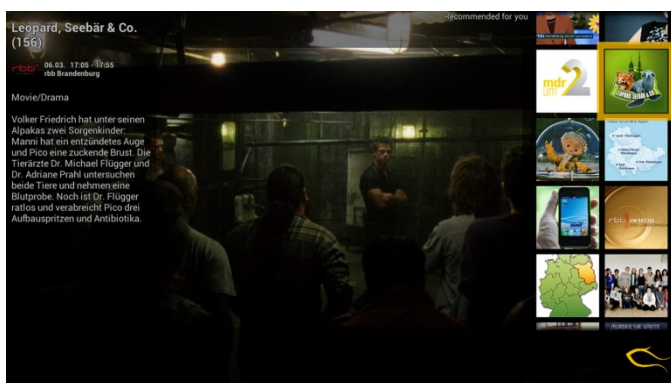


Fig. 3. Highlighted event on the one side of the screen while showing its information on another side. The middle section of the screen displays the current channel stream.

After selecting focused event, the new screen is revealed to the user with additional information related to the selected event. This new screen is designed to display as much information about the selected event as possible on one half of the screen. The other half (lower half of the screen) that is visually separated from the rest, is used as a place to present additional content from the Internet (Fig. 4).

The Internet content is a combination of a title, image and text. If the image itself is not the main content, it is used to better present received content to the user. For example, if content contains link to a video, it also contains a preview image. Text, if available, is a brief description of the content. If the content includes a link to a web page from which it originates, the user is allowed to visit the page. The user can browse through the Internet content using only horizontal navigation controls. The

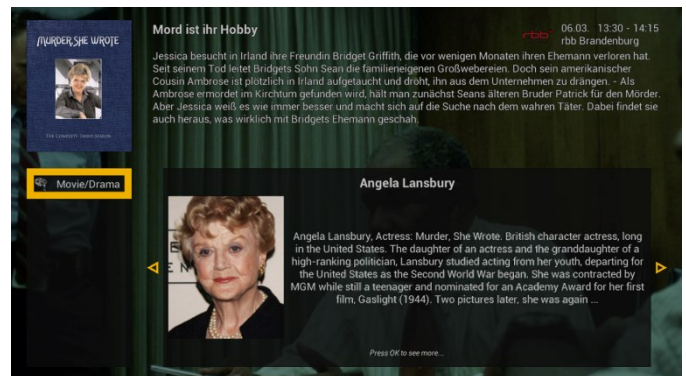


Fig. 4. Description of the selected event with related Internet content

Internet content is closely related to the selected event. For example, content related to a movie can be movie trailer, information about actors or other movie suggestions. Content is fetched from websites such as YouTube, Wikipedia, IMDb, and for some content it is possible to open a web page from which content is acquired. The information source is specified on screen. There are two reasons for that: one is that some sites demand this information to be enclosed with the content that is fetched from them, and the other is to inform the user about the origin of content.

Content is organized in categories which are represented by tags. A list of tags stands next to the internet content on the screen. Tags are describing different themes of events and are used for filtering internet content. Using up and down navigation button, highlights tag changes. By selecting one of the tags, the Internet content related to the tag is shown, which makes browsing through the content much simpler.

III. IMPLEMENTATION

The application was developed with the user experience in mind, more precisely high priority was put on the application responsiveness and fluency. The GUI is implemented with customized Android graphical components as part of existing set-top box based on Android4TV solution [3].

Communication layers of Android4TV are presented on (Fig.5). DTV middleware is software that handles DTV data. The middleware abstraction layer (MAL) separates the implementation of applications that use the DTV functionality from the DTV middleware implementation itself. Java Native Interface (JNI) enables Java code to call and to be called by native applications. The DTV service exposes the DTV middleware to the application.

Considering that the Internet content displayed on the screen is acquired from the server's database where it is stored, in order to ensure uniformity of data acquisition, EPG data is also retrieved from the server's database and not directly from the transport stream.

Acquiring data is enabled by the client library. The client library communicates with the database using client-side URL transfer library (cURL) and HTTP. Our client library for data acquisition extends MAL and connects GUI with a service that runs on the server and acquires data from the database.

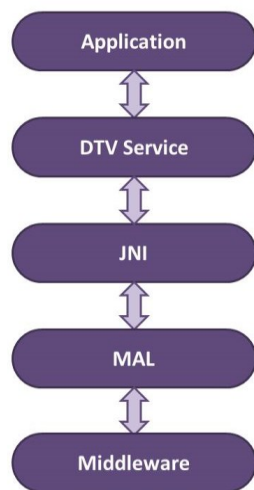


Fig. 5. Communication layers

By pressing corresponding button on the TV remote, the dialog starts to open and multiple requests for EPG data are sent to the server. The client library has the ability to process multiple requests asynchronously which contributes to optimization and better responsiveness. There are a fixed number of threads, each handling a queue of a fixed maximum number of tasks. When a request is made it is added to the queue that is the least occupied at that moment, i.e. handles the least tasks. In this application two requests are used for acquiring two different groups of events (similar and recommended events).

After receiving the response from the server, notification that data is prepared and ready for fetching is sent through callbacks. To make the application more responsive and because fetching events takes too much time, it is made possible not to fetch all events at once. This way waiting for all of the events to be acquired for showing just top several is

avoided. Events are received as a list of objects which contains basic event information and links to images of events.

ImageLoader module is used to download images from the received links and scale them down to an appropriate size before they appear on the screen. The scaling is important for better use of memory resources. Images are processed outside of the UI thread because the processing time is unpredictable and the UI thread should not be blocked for long [4]. Several threads are used to concurrently download pictures from received links (using HTTP). After, the processed images are saved on the disk cache for later use to avoid their repeated processing each time they reappear on the screen.

The same procedure is used to fetch content that is displayed on the second dialog. Using the same module, requests for content depend on selected event and active user profile. Callback mechanism is used to determine when the content is prepared on the server. The content is transferred as a list of Content objects. Each of these objects contains at least a title and an image, but it can also contain a text (description), video link, link to a website from which content originates etc.

Received content also contains a list of tags related to them. Tags are used to organize content so it can be easily browsed, as it's already mentioned.

IV. CONCLUSION

The classic EPG view is busy, hard to navigate, and outdated. We proposed this solution of visualizing the Internet based EPG data combined with additional Internet content as a solution to improve users' experience. This solution is chosen because it appears to be a solid base for later upgrade and answers to preliminary requests for changes from the classic EPG users. It also has a simple navigation, and fast response.

In the near future, major changes in the design are not expected, only improvements in terms of memory saving or the response rapidity.

ACKNOWLEDGMENT

This work was partially supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia under Grant TR32034.

REFERENCES

- [1] B. Pavlovic, M. Kovacevic, M. Zivanovic, B. Kovacevic, N. Zigic, "One solution of implementation and display of electronic program guide on the Android-based digital TV signal receiver" The 3rd IEEE International Conference on Consumer Electronics - Berlin (IEEE 2013 ICCE-Berlin).
- [2] D. Nadj, G. Stupar, A. Beserminji, I. Papp, "One solution of STB users cloud based profiling system", The 4th IEEE International Conference on Consumer Electronics - Berlin (IEEE 2014 ICCE-Berlin).
- [3] M. Vidakovic, N. Teslic, T. Maruna, and V. Mihic, "Android4TV: a proposition for integration of DTV in Android devices," IEEE 30th International Conference on Consumer Electronics (ICCE), Las Vegas, January 2012, pp. 441-44.
- [4] Android developers site, <http://developers.android.com>

Ispitivanje horizontalno proširivih rešenja za skladištenje podataka u sistemu za prikupljanje i preporuku multimedijalnog sadržaja

Milan Knežević, Stefan Pejić, Nevena Jovanov, Dejan Stefanović

Apstrakt — Povećanjem broja korisničkih zahteva koje računarski sistem poslužilac treba da obradi povećava se i opterećenje na komponentama sistema, što dovodi do potrebe za proširivanjem računarskog sistema. U ovom radu će biti predstavljeni rezultati ispitivanja performansi horizontalno proširivih sistema za skladištenje podataka. Za cilj je postavljeno pronalaženje sistema za skladištenje podataka koji bi bio optimalan za korišćenje u sistemu za prikupljanje i preporuku multimedijalnih sadržaja. Ispitivanja su bazirana na ispitivanju opterećenja koje sistem za skladištenje podataka može da izdrži u jedinici vremena.

Ključne reči — baza podataka, klaster, proširivost, skladištenje podataka, multimedijalni sadržaj, sistem za prikupljanje i preporuku multimedijalnog sadržaja

I. UVOD

Sistem za prikupljanje i preporuku multimedijalnog sadržaja (SPPMS) je sistem koji ima zadatak da prikuplja i skladišti informacije o određenom sadržaju i da ih na zahtev preporučuje i dostavlja korisnicima. Jedan od činilaca SPPMS između ostalih jeste i sistem za skladištenje podataka.

Sistem za skladištenje podataka je programska podrška koja obezbeđuje skladište podataka [1], koje je postavljeno u skladu sa određenim modelom podataka, i operacije za skladištenje i rukovanje podacima. U ovom radu će biti predstavljeni rezultati ispitivanja performansi horizontalno proširivih sistema za skladištenje podataka.

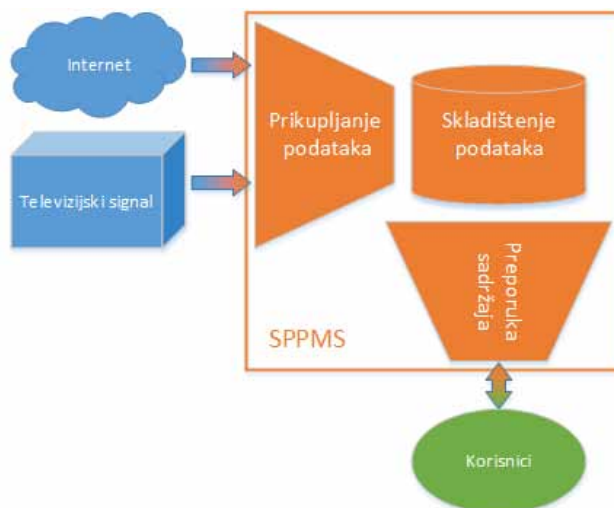
Proširivost računarskog sistema je osobina koja se definiše kao sposobnost sistema da poveća broj obrađenih zahteva u jedinici vremena povećanjem resursa raspoloživih sistemu (u najvećem broju slučajeva ovo su fizičke komponente). Horizontalna proširivost se postiže povećanjem broja računarskih jedinica u sistemu.

Sistemi za skladištenje podataka koji su ispitivani u radu su *MySQL Cluster* 5.6 [2], kao predstavnik alata za

horizontalno proširivanje sistema za upravljanje relacionom bazom podataka, *Apache Cassandra* 2.0.8 [3], kao predstavnik *NoSQL* baza podataka, i *PostgreSQL* 9.2 [4], kao predstavnik sistema za upravljanje relacionom bazom podataka. *PostgreSQL* je korišćen radi međusobnog upoređivanja proširivih i neproširivih sistema za skladištenje podataka. Napredak koji je ostvaren u odnosu na [5] je to što je napravljeno međusobno poređenje proširivih i neproširivih sistema za skladištenje podataka i ukazano je na poboljšanja koja donosi proširivanje, korišćene su novije verzije softvera koje kod *Apache Cassandra* donose rad sa transakcijama, kod *MySQL Cluster* programske podrške korišćen je NDBCLUSTER mehanizam za skladištenje. Takođe je ispitivani sistem za skladištenje podataka integrisan u koncept SPPMS.

II. ARHITEKTURA SISTEMA

Posmatrajući strukturu SPPMS možemo razlikovati deo sistema koji prikuplja sadržaje, deo sistema koji čuva (skladišti) sadržaj, deo koji se koristi za preporuku i dostavljanje sadržaj korisnicima.



Slika 2. Arhitektura sistema za prikupljanje i preporuku multimedijalnog sadržaja

Kako je tema ovog rada skladištenje podataka, posmatraćemo deo koji skladišti podatke kao centralnu tačku sistema kojoj deo za prikupljanje sadržaja i deo za preporuku pristupaju kao korisnici. Deo sistema koji prikuplja podatke upisuje sadržaje, dok deo za preporuku

Milan Knežević – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, (e-mail: milan.knezevic@rt-rk.com).

Stefan Pejić – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, (e-mail: stefan.pejic@rt-rk.com).

Nevena Jovanov – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, (e-mail: nevena.jovanov@rt-rk.com).

Dejan Stefanović – Istraživačko-razvojni institut RT-RK, Narodnog fronta 23a, 21000 Novi Sad, (e-mail: dejan.stefanovic@rt-rk.com).

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz master rada Milana Kneževića. Mentor je bio dr Milan Bjelica.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2014.

iščitava sadržaje iz sistema za skladištenje podataka koji je u upotrebi. U ovom radu će biti razmatran sistem koji vrši prikupljanje multimedijalnog sadržaja i preporuku tog sadržaja na televizijskom prijemniku u toku emitovanja programa na zahtev korisnika. Dobavljanje sadržaja je moguće iz digitalnog televizijskog signala i sa interneta.

Pojam sadržaja je različit sa stanovišta korisnika televizijskog prijemnika i stanovišta sistema za prikupljanje i preporuku. Korisniku je sadržaj prikazan kao multimedijalni sadržaj, a u sistemu sadržaj predstavljaju informacije o sadržaju među kojima se nalazi ukazivač na stvarni multimedijani sadržaj koji se dobavlja sa interneta ili iz digitalnog televizijskog signala.

III. ISPITIVANJE

Za ispitivanje funkcionalnosti i performansi je korišćen alat *Apache Jmeter* [6] koji je predviđen za simulaciju opterećenja u cilju ispitivanja, testiranja i analize performansi sistema zasnovanih na arhitekturi poslužilac-korisnik. Ispitni slučajevi su bazirani na pristupima preko *JDBC* rukovaoca. *JDBC* rukovalac predstavlja *API* koji opisuje način pristupa bazi podataka iz Java programskog jezika[1].

Skup ispitnih slučajeva je definisan u skladu sa zahtevom zadatka da sistem za skladištenje podataka bude deo SPPMS.

Ispitni skup je sastavljen od šest ispitnih slučajeva. Ispitni slučajevi su zasnovani na ispitivanju opterećenja koje sistem za skladištenje podataka može da podnese u jedinici vremena.

Olakšavajuća okolnost pri ispitivanju je da su sva tri ispitivana rešenja zasnovana na tabelarnom skladištenju podataka što je omogućilo ponovnu upotrebu napisanih ispitnih slučajeva uz prilagođenje ispitnih slučajeva upitnim jezicima ispitivanih rešenja.

Priprema koju je potrebno odraditi pre pokretanja ispitnih slučajeva se sastoji od formiranja tabela koje su potrebne za rad u odgovarajućem sistemu za skladištenje podataka i podešavanje alata *Apache JMeter* za rad sa *JDBC* rukovaocem za odgovarajući sistem za skladištenje podataka.

Skup ispitnih slučajeva je sačinjen od ispita baziranih na:

- Upisu dva entiteta povezana preko tabele poveznika.
- Čitanju entiteta prema primarnom ključu
- Čitanju entiteta korišćenjem upita sa spajanjem (join)
- Ažuriranju već unetih sadržaja
- Kombinovanom upisu, čitanju i ažuriranju entiteta
- 90% čitanju i 10% upisu koji bi trebao da približno simulira stvarni odnos zahteva koji su upućeni sistemu za skladištenje podataka.

Ispitivanja su sprovedena na četiri računara čije su karakteristike prikazane u tabeli 1. Na računarima je postavljen *Linux* operativni sistem, distribucija *Ubuntu*

12.04 x64.

TABELA 1: KARAKTERISTIKE KORIŠĆENIH RAČUNARA.

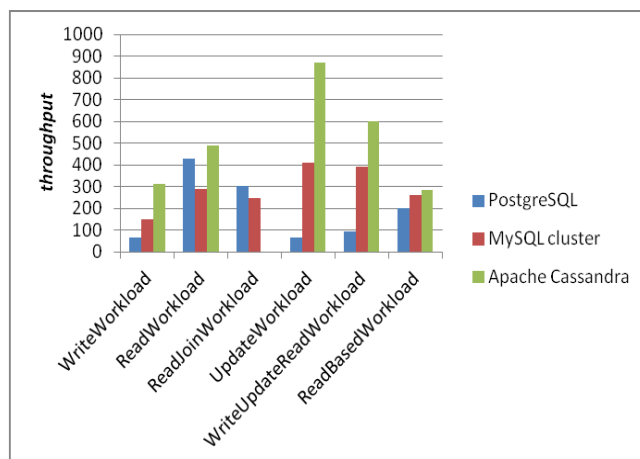
CPU (Intel Core2 Duo)	RAM	HDD SATA (7200rpm)
E7500 @ 2.93GHz	2x 2GB DDR2	500GB Western Digital WD5000AAKS-00V1A0
E4500 @ 2.20GHz	1x 2GB DDR2	500GB Western Digital WDCWD5000AAKS-0
4300 @ 1.80GHz	2x 1GB DDR2	500GB Western Digital WD5000AAKS-00V1A0
4300 @ 1.80GHz	2x 1GB DDR2	500GB Western Digital WD5000AAKX-001CA0

Programske podrške su postavljene na svoja osnovna preporučena podešavanja. Pri podešavanju *MySQL Cluster* programske podrške sistem je sačinjen od dva čvora podataka, dva čvora za rukovanje i četiri čvora za pristup (kod *MySQL Cluster* čvor je predstavljen procesom). Čvorovi podataka su postavljeni na po jednom računaru, a na druga dva računara su postavljeni po jedan čvor za rukovanje i po jedan čvor za pristup. U slučaju *Apache Cassandra* na svaki računar je postavljen po jedan čvor, dok je *PostgreSQL* postavljen na jednom računaru.

Usled toga što *NoSQL* baze podataka ne podržavaju *SQL* operaciju spajanja tabela (join) ispitni slučaj čitanja entiteta korišćenjem upita sa spajanjem nije realizovan za *Apache Cassandra*.

IV. REZULTATI

Dobijeni rezultati ispitivanja *PostgreSQL*, *MySQL Cluster* i *Apache Cassandra* programskih podrški su prikazani na grafu na slici 2. gde *throughput* predstavlja broj uspešno obrađenih zahteva po sekundi.



Slika 2. Grafički prikaz dobijenih vrednosti *throughput*-a u zavisnosti od ispitnog slučaja

Na osnovu rezultata ispitivanja može se videti da se *Apache Cassandra* u svim ispitnim slučajevima pokazala kao najbolje rešenje za skladištenje podataka u sistemima za prikupljanje i preporuku multimedijalnih sadržaja. Međutim, usled potrebe da se odabrana programska podrška ugradi u već postojeće rešenje koje je zasnovano

na *JPA JEE* tehnologiji javljaju se poteškoće pri integraciji *Apache Cassandra* usled nepotpune podrške za *JPA*. Takođe kao nedostatak, *Apache Cassandra*, kao i većina NoSQL baza podataka ne podržava SQL operaciju spajanja tabela (join), već teži da sve podatke drži u što manjem broju tabela.

Prilikom ispitnih slučajeva čitanja *MySQL Cluster* se neočekivano lošije pokazao od *PostgreSQL* programske podrške, što je moguće unaprediti postavljanjem *cache* komponente ispred sistema za skladištenje podataka, ali rezultat koji je ostvaren pri ispitivanju koji bi trebao da simulira opterećenje u SPPMS je očekivan i prihvatljiv za upotrebu u SPPMS.

V. ZAKLJUČAK

Sa naglaskom na tome da treba budu korišćeni u sistemima za prikupljanje i preporuku multimedijalnih sadržaja sistemi za skladištenje podataka koji su ispitivani su *MySQL Cluster*, kao predstavnik alata za horizontalno proširivanje sistema za upravljanje relacionom bazom podataka, *Apache Cassandra*, kao predstavnik *NoSQL* baza podataka, i *PostgreSQL*, kao predstavnik sistema za upravljanje relacionom bazom podataka.

U slučaju da je potrebno izabrati optimalan sistem za korišćenje u SPPMS čiji razvoj tek treba da počne *Apache Cassandra* se nameće kao optimalno rešenje, međutim usled potrebe da se ispitivana programska podrška ugradi u već postojeće rešenje koje je zasnovano na *JPA JEE* tehnologiji javljaju se poteškoće pri integraciji *Apache Cassandra* usled nepotpune podrške za *JPA*, tako da je naš izbor *MySQL Cluster*.

Moguća proširenja i unapređenja rada je moguće ostvariti povećanjem broja ispitivanih programskih podrški s obzirom na sve brži i sve inovativniji razvoj *NoSQL* baza podataka, povećanjem broja računarskih jedinica, ispitivanjem zavisnosti opterećenja koje sistemi mogu da izdrže od broja računarskih jedinica, kao i povećavanjem broja i kompleksnosti ispitnih slučajeva.

Ostavlja se i mogućnost ispitivanja korišćenjem *JPA* i *ORM* tehnologija iz *Java* programskog jezika, gde bi se ispitivanje moglo vršiti u realnim uslovima koje će obezbediti SPPMS.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, projekat 44009, od 2014. godine.

LITERATURA

- [1] Liu, Ling, Özsu, M. Tamer (Eds.): Encyclopedia of Database System, Springer, 2009
- [2] MySQL, MySQL Cluster documentation, <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.6/en/mysql-cluster-overview.html>, учитано 19.06.2014
- [3] Apache Cassandra Wiki, <http://wiki.apache.org/cassandra/>, учитано 19.06.2014
- [4] Korry Douglas, Susan Douglas: PostgreSQL, Second Edition
- [5] Tilmann Rabl, Mohammad Sadoghi, Hans-Arno Jacobsen, Sergio Gomez-Villamor, Victor Muntès-Mulero, and Serge Mankovski: Solving Big Data Challenges for Enterprise Application Performance Management, in Proceedings of the 38th Conference on Very Large Databases (VLDB), 2012.
- [6] Apache JMeter Wiki, <http://wiki.apache.org/jmeter/>, учитано 19.06.2014

One solution of DTV stream data acquisition system

Helena Peić Tukuljac, Đorđe Kovačević, Dejan Nad
Faculty of Technical Sciences
Novi Sad, Serbia
{helena.peic-tukuljac, djordje.lj.kovacevic,
dejan.nadj}@rt-rk.com

Nikola Teslić
RT-RK Institute for Computer Base Systems
Novi Sad, Serbia
nikola.teslic@rt-rk.com

Abstract—In last decades a vast number of textual analyzers have been developed. All those analyzers can be applied to textual data from any source, including Digital Video Broadcasting (DVB) stream. In this paper we propose a realization of a system whose primary purpose is DVB stream data acquisition. This solution can be used on a big variety of set-top boxes (STBs), considering their performances and capabilities and it presents an essential starting point for numerous types of systems, including television systems, personalized television systems etc.

Index Terms—DTV, data acquisition, service descriptor, Electronic Programme Guide, teletext, set-top box.

I. INTRODUCTION

Lack of free time, in today's way of life, raises pressure on entertainment based industry in providing great amount of amusement and relaxation, in a short period of time. In order to increase quality of time spent watching television, TV viewer should be provided with some kind of analyzed and personalized data [1]. Television providers have to improve not only their programme schedules, but also to go beyond boundaries of HbbTV (Hybrid Broadcast Broadband TV) [2].

Output of the data analysis system depends strongly on the quality of the input data. To provide reliable and accurate information, one of the essential prerequisites that stream data analyzer and stream data provider need is up to date, accurate and detailed information.

Most of the textual data from DTV (Digital television) stream can be used for a wide range of analysis and can be connected to various related information originating from the stream or any other source of information (Internet etc.).

This paper proposes a cost-efficient and easy-scalable solution for data acquisition system, Stream Content Collector (SCC). We will explain how this acquisition system is used in our system.

Data within stream data providers is usually collected by huge number of people, by hand. Aim of this solution is to increase speed of collecting data, without the need to lower the data quality.

II. SYSTEM ARCHITECTURE AND PURPOSE OF SCC

The system, in which SCC is used, is presented in Figure 1. This system represents client-server architecture. The client side consists of client STBs. Software on these STBs sends actions of the TV user (e.g. time of watching some TV show)

to Auto-Configuration Server (ACS). Collected information is stored in the user's profile present on the cloud server.

The cloud server uses collected data to provide personalized stream and Internet information. The business logic processes stream, Internet and profile data. The server stores stream data in the database. Stream data is acquired by dedicated STBs (Acquisition STB). SCC runs on these STBs.

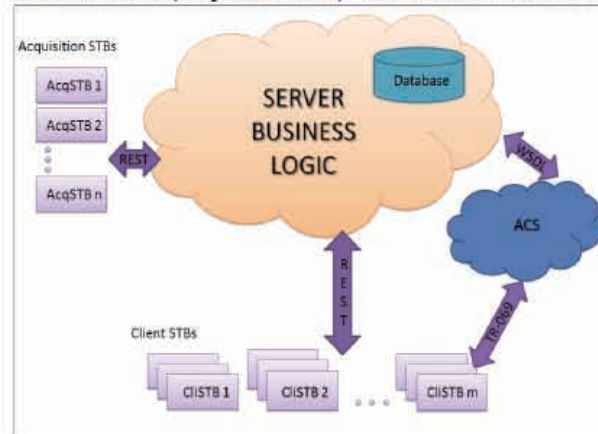


Fig. 1. Overview of the system structure.

These STBs acquire stream data and send it to server through RESTful (Representational state transfer) API (Application Programming Interface).

Collected stream data is analyzed and proper information is collected from the Internet and fetched from the stream database, using client's profile as starting point. Content is related to stream data, client's location (e.g. weather forecast), or any other profile information. Collected content is stored in the cache in order to reduce the number of unnecessary queries towards Internet. Client's STB visualizes content which the server has prepared and sent back to it.

In this paper we will focus on the acquisition STB.

SCC is an application dedicated to collecting data from the stream on a DTV STB. It collects: DTV service descriptors, EPG (Electronic Programme Guide) and teletext [3]–[5]. In DTV, EPG event is uniquely defined by DVB service's triplet (it consists out of three numbers: Original Network ID, Transport Stream ID and Service ID; these numbers are used for service identification) and his event ID. All the IDs are 16-bit numbers. EPG event contains information about TV

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz master rada Helene Peić Tukuljac. Mentor je bio dr Milan Bjelica.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji ICCE, Berlin, septembar 2014.

program: name, description, extended description, start time, end time, duration, parental rate, genre and subgenre.

Comedia DTV middleware is used as STB middleware [6]. SCC relies on basic DTV functionalities that are covered in the middleware:

- tuning to a frequency
- operations with DTV services (start, stop, get service descriptors)
- operations with EPG (fetching one-week EPG for all services on current frequency)
- operations with teletext (fetching teletext as text for current service)

If there is no stream EPG for some service, STB tries to find TV schedule data on the Internet, by using dedicated library [7].

Fetching teletext as text is not provided by standard API, so some middleware changes have been made [8]. Now our middleware's API covers fetching teletext pages as text, for defined teletext page number range (e.g. from 150 to 450).

III. USE CASES AND IMPLEMENTATION

In the system there can be one or more STBs used for acquiring data from stream. In order to make SCC application scalable for a situation where there is more than one STB, easy way of configuring SCC to acquire data only from specified range of frequencies was implemented. This way wide frequency range is divided into multiple disjunctive groups and assigned to STBs, which makes system more agile (changes in stream data are noticed fast).

If only one STB acquires stream data for all frequencies of its master service list (basic list of services whose frequencies have been scanned), it would result in a very cheap, but also very inert system.

For the best results, it is recommended to assign one frequency to one STB. In this case, the acquisition system is very agile – it responds to changes very fast and keeps data up to date. Although few dozens of STBs would be needed, this application can be used on a very cheap STB, with low performances and capabilities, so this case is cost-effective, as well.

SCC iterates through frequencies by zapping to every service (this is needed because teletext pages can be fetched only for the current service). After zapping to the first service of some frequency (transponder), SCC collects and sends service descriptors for all services on that frequency. Then, SCC zaps to every service, of that frequency, and collects and sends EPG (for seven days) and teletext data respectively, as shown in Figure 2.

After going through whole master service list (list of available services), SCC returns to the beginning of the list and starts the acquisition process all over again, so the data in server's database is up to date with changes in stream data.

SCC is implemented in C.

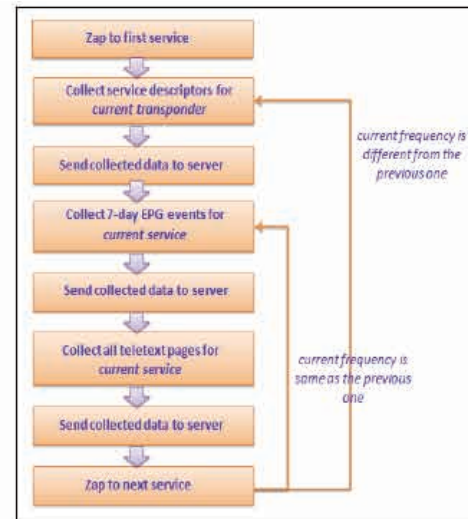


Fig. 2. Overview of main part of the algorithm.

IV. OPTIMIZATION OF IMPLEMENTATION

As far as detecting changes in stream data is considered, we can classify types of middleware into two groups: middlewares that notice changes in stream data and the ones that do not.

In order to make the SCC application adoptable to both groups of middlewares, SCC should track changes in stream data by itself. This is essential for reducing server load.

There is a need for a solution that will locally save some information about the data that is sent to the server in some kind of EPG information buffer. Next time when the STB collects the events, it should compare newly acquired events to the old ones, and send only new ones to the server, if there are any.

Another problem emerges: In order to make this software adjustable for a wide range of STBs (giving accent to operating memory size), solution that will cope with mentioned drawback, should store the least amount of information about the past events.

Event's details can contain 5KB of information (this is an example). Assuming that an average DTV service has about 50 events a day (average duration of a TV program is about 30 minutes), for storing information for one service, for seven days, we would need $5\text{KB} \times 7\text{days} \times 50\text{events} = 1,75\text{MB}$. DVB satellites can stream over 1000 DTV services and we can see that storing information about events that way would be a really memory consuming task. Our goal is to have least memory consuming solution, because it is designed to work on an embedded system.

This problem was solved by generating 32b (4B) hash code out of information of each event, and storing only that in memory. In this case, for one week of TV programs, for one service, we need only: $4\text{B} \times 7\text{days} \times 50\text{events} = 1,4\text{KB}$ and that is 1250 times less memory than in the previous case. The difference is huge and, although generating hash code is not unambiguous, it is appropriate for this usage. FNV (Fowler-

Noll-Vo) algorithm was used for generating hash code, because it is fast and simple.

Figure 3 shows diagram of our implementation of the buffer. Data is organized in three levels: service level, date level and event level. On service level, service triplets are stored. This is EPG information buffer's top level. Middle level is date level. It is used for storing date information that is important for navigation and buffer cleaning, after day change. Event level is the lowest level. Pairs of event ID and generated hash code are stored there. This way of organizing data was chosen, so corresponding event can be easily located.

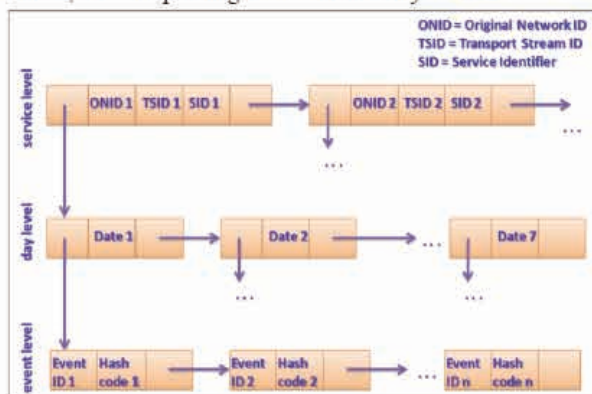


Fig. 3. EPG information buffer structure.

When new event is extracted from stream there are six different cases, presented in Table I. In first five cases, event is prepared for sending to server, because it is considered to be new.

TABLE I. POSSIBLE SITUATIONS AFTER FETCHING EVENT FROM STREAM

Num.	Situation	Solution
1.	there is no EPG information buffer	make new EPG information buffer
2.	corresponding service is not present in the buffer	add new service to the buffer
3.	corresponding day is not present in the buffer	add new day to the corresponding service
4.	corresponding event is not present in the buffer	add new event to the corresponding day
5.	corresponding event is present in the buffer, but hash codes differ	save new hash code
6.	corresponding event is present in the buffer and hash codes are equal	do nothing

Each time an event arrives from stream, SCC checks if information about it is already present in the buffer. If it is present, old hash code is compared to the new one and, if they differ, the new hash code is stored instead of the old one and that event is prepared for sending to the server. If it is not present in the buffer, it is added to the buffer and prepared for sending.

This application can acquire data from stream for many days consecutively. Each time the date changes, information about yesterday's events should be removed from this buffer, because they are not needed any more. For example, after the date changes, Date 1, from date level, and all the corresponding events, from event level, should be removed from the buffer. This buffer cleanup is done once every 24 hours for every service's data.

Decision to buffer EPG event information was made because EPG events change relatively rarely and contain big amount of information. In case without buffer there would be a huge amount of unnecessary server load.

V. EFFICIENCY

System was tested using different number of frequencies on Astra 19.2°E satellite. Results for acquisition on one STB are shown in Table II.

TABLE II. ACQUISITION RESULTS

Num.	Number of frequencies	Number of services	Time [minutes]
1.	1	2	5,2
2.	1	11	11,4
3.	2	13	14,8
4.	3	25	25,9
5.	4	29	30,5
6.	5	41	57,9

An average frequency has about 10 services. From the table II we can conclude that it would take about 10 minutes to collect all the information for one frequency. If we design our acquisition system in a way that every STB has only one frequency assigned to it, we would have a television information database, whose data is never invalid for more than 10 minutes.

Time needed for acquiring data can vary due to these factors:

- each time data arrives to the server, data is processed, keywords are extracted (server's logic is responsible for it) and acquisition STB gets response from server after server finishes keyword extracting
- if a service does not have any teletext pages, system moves faster to the next service of the list

VI. CONCLUSION

Consumer electronic's users are becoming more impatient, as far as getting right information fast is considered. These users want to get best personalized information in the shortest period of time. Presented system, whose basic part is SCC, or a similar one, will undoubtedly be part of every TV provider. TV providers will provide previously stored, organized and prepared data.

The SCC is an essential starting point not only for the system described earlier, but for any system that requires accurate stream information such as IPTV stream data provider, personalized EPG provider and many others. Special attention is given to low memory history tracking in order to

reduce server load. Also system scalability has been taken into consideration, when solution was designed.

Future work might include audio and video acquisition. Audio and video can be acquired and stored on the server. This will enable VoD (Video on Demand) which is great for people with a dynamic lifestyle [9].

Even though many researches and polls indicate that people are not addicted to television as they were few decades ago, most of them state that if they have to choose between television and Internet, they would chose the second option, therefor mixing television and Internet data and VoD adjusts standard home appliance to modern requests and needs. This is a great example of bringing new dimension to an everyday home appliance.

ACKNOWLEDGMENT

This work was partially supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia under Grant III-44009, year 2014.

REFERENCE

- [1] H.-J. Kwon; K.-S. Hong, "Personalized electronic program guide for IPTV based on collaborative filtering with novel similarity method", *Consumer Electronics (ICCE), 2011 IEEE International Conference on*, vol., no., pp.467,468, 9-12 Jan. 2011.
- [2] "Hybrid Broadcast Broadband TV" (2010.), European Telecommunication Standard [Online], Available: http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102700_102799/102796/01.01.01_ts_102796v010101p.pdf.
- [3] "Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB Systems" (2014. Jan.), European Telecommunication Standard [Online], Available: http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/300400_300499/300468/01.14.01_20/en_300468v011401a.pdf.
- [4] "Code of practice for an Electronic Programme Guide (EPG) " (1996. Oct.), European Telecommunication Standard [Online], Available: http://www.etsi.org/deliver/etsi_etr/200_299/288/01_60/etr_288e01p.pdf.
- [5] "Television systems; Data transmission within Teletext" (1997, Mar.), European Telecommunication Standard [Online], Available: http://www.etsi.org/deliver/etsi_i_ets/300700_300799/300708/01_60/ets_300708e01p.pdf.
- [6] Comedia middleware information: <http://www.iwedia.com/en/software-components/comedia-tv-and-stb-middleware>.
- [7] S. Pejić, H. Peić Tukuljac, M. Knežević, I. Papp, "One implementation of extendable application for collecting EPG data from internet sources", *unpublished*.
- [8] H. Fink, C. Hinson, C. T. Jones, "System and method for processing teletext information included with video signal utilizing buffered individual teletext information pages", *Patent of Texas Instruments Deutschland GmbH*, U.S. Patent 5237411 A, 17 Aug. 1993.
- [9] C. Yang; S.-T. Liang; X.-X. Chen; X.-X. Chen, "Design and implementation of intelligent acquisition and fast processing recording system for IPTV platform", *Machine Learning and Cybernetics (ICMLC), 2010 International Conference on*, vol.4, no., pp.1656,1660, 11-14 July 2010.

Predlog rešenja programske podrške za realizaciju DTV sekundarnog ekrana na iOS platformi

Aleksandar Lugonja, Ištvan Papp, Roman Pavlović, Milan Vidaković

Apstrakt – Poboljšanje performansi prijemnika digitalnog televizijskog signala kao i sve češća prisutnost digitalne televizije, glavni je razlog sve češće upotrebe ručnih uređaja poput pametnih telefona i tableta kao sekundarnih ekrana u prikazu televizije. Rad prikazuje arhitekturu jednog rešenja sistema, kao i strukturu funkcija sekundarnog ekrana. Rad se usredsređuje na televizijski prikaz digitalnog sadržaja u realnom vremenu i karakteristične usluge digitalne televizije. Sistem se zasniva na pametnom tv prijemniku koji u istom trenutku može da opsluži do 8 klijenata sa različitim sadržajem. Svaki klijent može da prati željeni televizijski sadržaj nezavisno od samog TV prijemnika. Rad prikazuje sveobuhvatno rešenje za prikaz televizijskog sadržaja u realnom vremenu i kontrolu datog sistema.

Ključne reči – sekundarni ekran; daljinski upravljač; iOS; mozaik; digitalna televizija

I. UVOD

Dnevna soba je prostor u kojem porodica provodi najveći period svog slobodnog vremena. Televizija često predstavlja izvor zabave, prikupljanja informacija, razlog započinjanja razgovora ili jednostavno razlog okupljanja čitave porodice. Nagli porast upotrebe računarskih uređaja (pametnih telefona, ručnih računara, laptopova) uticao je na promenu tradicionalnih porodičnih navika prilikom gledanja televizije. Ukućani sve češće koriste laptop kako bi pretraživali internet, koristili elektronsku poštu ili kako bi obavljali kupovinu preko interneta, za vreme gledanja televizije [3]. Intenzivno korišćenje dodatnih uređaja tokom gledanja TV-a otvorilo je mogućnosti za korišćenje sekundarnih ekrana.

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Aleksandra Lugonje. Mentor je bio dr Ištvan Papp.
- b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Vrnjačka Banja, juni 2014.

Aleksandar Lugonja – Fakultet Tehničkih Nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Srbija (e-mail: Aleksandar.Lugonja@rt-rk.com).

Ištvan Papp – Fakultet Tehničkih Nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad, Srbija (e-mail: Istvan.Papp@rt-rk.com).

Roman Pavlović – RT-RK.doo, Narodnog Fronta 23a, Novi Sad, Srbija (e-mail: Roman.Pavlovic@rt-rk.com).

Milan Vidaković – RT-RK.doo, Narodnog Fronta 23a, Novi Sad, Srbija (e-mail: Milan.Vidakovic@rt-rk.com).

Sekundarni ekran je termin koji se odnosi na dodatni električni uređaj kao što je pametni telefon ili tablet, koji omogućava televizijskim gledaocima pristup sadržaju i funkcijama TV-a. Uporedo sa prikazom televizijskog programa, na sekundarnom ekranu postoji mogućnost prikaza dodatnih podataka, bez ometanja ostalih korisnika koji prate televizijski program preko televizijskog ekrana. Aplikacija sa sekundarnim ekranom može da integriše interaktivne televizijske (eng. *iTV*) usluge, kao i da se orijentiše ka korišćenju televizijskog prikaza i interakciji sa korisnikom.

U istraživanjima [1,3,4] sugerisano je da daljinski upravljači sa većim mogućnostima pomažu korisnicima da postanu aktivniji u iTV okruženju u odnosu na raniji pristup samo gledanja televizijskog programa. U [4] se može pronaći da se daljinski upravljači slabo koriste; šta više, rezultati ukazuju da bi grafičko prikazivanje pomoću daljinskog upravljača trebalo da bude znatno više korišćeno u budućnosti. U [1] je izveden zaključak da bi trebalo uvesti prefinjeniji oblik ulaza i kontrole iTV-a kako bi on dostigao svoje potpune mogućnosti. U [3] se navodi da je korisnije imati pristup različitim servisima na odvojenim ekranima, u odnosu na samo jedan pretrpan prikazni ekran. Oslanjajući se na ove rezultate, iako je malo verovatno da će tradicionalne navike gledanja nestati, trebalo bi težiti ka odgovarajućim alatima za aktivno povezivanje korisnika sa gledanim sadržajem.

U [5] je predstavljeno rukovanje digitalnim televizijskim sadržajem. Programski sadržaj, podaci elektronskog programskog vodiča (eng. *Electronic Program Guide – EPG*), dodatni podaci o gledanom programu na glavnom ekranu, kontrola video snimanja sadržaja sa glavnog ekrana, neke su od stvari koje se mogu prikazati na sekundarnom ekranu. U [2] je objašnjen mozaik sačinjen od paralelnog prikaza nekoliko kanala, uz mogućnost promene trenutnih kanala na željeni, ali na TV prijemniku.

Ovaj rad predstavlja prilagođavanje kontrole sadržaja na uređaju sa sekundarnim ekranom, koji poseduje iOS operativni sistem. Realizacija aplikacije sa sekundarnim ekranom pored navedenog, obuhvata još i dodatne audio i video formate kao i 2D grafiku. Korisnik aplikacije ne zavisi od sadržaja prikazanog na glavnom ekranu, već može da menja izgled sadržaja u svom mozaiku iz aplikacije sa sekundarnim ekranom, gleda uživo televizijski program, pa shodno tome sekundarni ekran za korisnika postaje glavni. Takođe korisnik ima pristup EPG-u ili bilo kojoj drugoj kontroli, bez povezanosti sa glavnim ekranom i njegovim

pozadinskim procesima. Korisnik može upravljati glavnim ekranom pomoću sekundarnog ekrana, koji u ovom slučaju implementira i proširuje funkcije daljinskog upravljača. Dodatna funkcionalnost aplikacije sa sekundarnim ekranom jeste mogućnost prikaza multimedijalnog sadržaja sa servera za prikazivanje video sadržaja u realnom vremenu.

II. POSTOJEĆA REŠENJA

Postoji više sistema poznatih svetskih proizvođača koji implementiraju funkcionalnost sekundarnog ekrana. U daljem tekstu su predstavljena rešenja sa najbitnijim karakteristikama.

A. Samsung TV Media Player i Samsung SmartView

Kompanija Samsung za svoje televizijske prijemnike objavila je *TV Media Player* aplikaciju [8] sa sledećim funkcionalnostima: pretraživanje media uređaja priključenih na lokalnu mrežu, kao i prikaz video i audio sadržaja sa media uređaja unutar aplikacije ili na TV uređaju.

Samsung SmartView aplikacija [10] uvodi daljinsko upravljanje TV uređaja, kao i prikaz televizijskog sadržaja sa glavnog ekrana na sekundarnom ekranu.

B. LG TV Remote i LG TV Media Player

Kompanija LG je za potrebe sekundarnog ekrana za prikaz televizijskog sadržaja objavila aplikaciju *LG TV Remote* [6]. Glavne podržane funkcionalnosti ove aplikacije jesu kontinualni pregled TV prenosa uživo kao i daljinsko upravljanje putem daljinskog upravljača, tastature i pokazivačke ploče.

Druga aplikacija kompanije LG za prikaz televizijskog sadržaja objavila je aplikaciju *LG TV Media Player* [7] koja od funkcionalnosti sadrži TV prenos uživo i pretraživanje media uređaja priključenih na lokalnu mrežu.

C. Roomie Remote

Aplikacija je razvijena od strane kompanije Cyphersoft [9] i podržava prikaz dodatnog sadržaja u vidu elektronskog programskog vodiča putem *DLNA* zahteva, daljinsko upravljanje TV prijemnika i pretraživanje media uređaja priključenih na lokalnu mrežu. Aplikacija se koristi za kontrolu TV uređaja marke Samsung, Elite, Panasonic, Sony, Sharp i Elite.

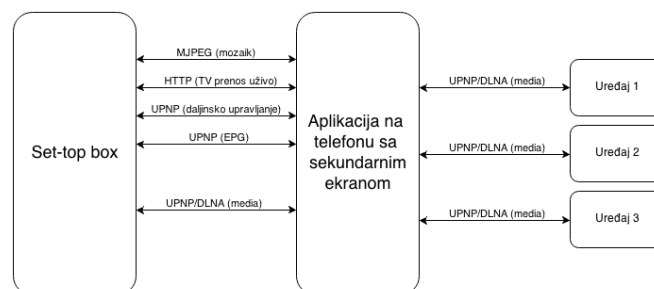
D. AirPlay

Aplikacija je stvorena od strane kompanije Apple kako bi Apple TV povezali sa ostalim proizvodima sa sekundarnim ekranom ove kompanije [11]. Aplikacija preko lokalne mreže omogućava deljenje sadržaja kao i prikaz tog sadržaja na televizijskom prijemniku uporedo sa njegovim prikazom na sekundarnom ekranu.

III. ARHITEKTURA SISTEMA

Sistem se sastoji iz prijemnika digitalnog televizijskog signala (*eng. set-top box - STB*), koji se bazira na Android operativnom sistemu i ručnih uređaja sa sekundarnim ekranom baziranim na iOS operativnom sistemu, koji predstavljaju klijente (iPhone/iPad). *STB* u sebi sadrži poslužioca koji obezbeđuje različite TV servise poput gledanja TV prenosa uživo, EPG-a, mogućnost video snimanja (*eng. PVR*), itd. Te usluge koriste se od strane Android korisničkog okruženja na samom *STB*-u i aplikaciji na uređaju sa sekundarnim ekranom. *STB* se sastoji iz osam

birača kanala (*eng. Tuner*). Poslužioc na *STB*-u koji je zadužen za opsluživanje klijenata, može da opsluži maksimalno osam klijenata istovremeno *TV* sadržajem koji se sastoji iz *TV* kanala, *EPG*-a... Realizacija ovakvog *STB* opisana je u [12]. Na ovaj način funkcionalnost *TV*-a ostaje netaknuta, dok se u isto vreme svi servisi dostupni na *TV*-u mogu prikazivati paralelno na uređaju sa sekundarnim ekranom. Za prikaz većeg broja kanala istovremeno na lokalnom *TV* pretraživaču, korišteni su hardverski video dekoderi sa vremenskim multipleksom. Zbog slabije procesne moći i manjih dimenzija ekrana na uređajima sa sekundarnim ekranom, kao i zbog ograničenja u mrežnom saobraćaju, nekoliko kanala je transkodirano u jedan video sa smanjenom dimenzijom sadržaja unutar *STB*-a. Klijentska aplikacija dobavlja *TV* usluge različitim kanalima (slika 1). Prenos programskog sadržaja koji se prikazuje na sekundarnom *TV* ekranu *iOS* uređaja, obavlja se putem *HTTP* protokola gde poslužitelj aplikaciji kontinualno šalje podatke za željeni kanal. Mozaični prikaz digitalnog sadržaja se realizuje upotrebom *MJPEG* toka podataka gde se korisniku pokazuje niz slika, a ne aktivna slika kao u sekundarnom *TV* ekranu. Funkcionalnost mozaičnog prikaza podržava do 4 video toka istovremeno. Servisi daljinskog upravljanja i *EPG* sadržaj šalju se putem *UPNP* zahteva poslužitelju. Za razliku od ovih zahteva *DLNA* je korišćen za prikupljanje informacija o media sadržaju posluživača, kao i listi poslužitelja. Funkcionalnosti pretrage medijalnih poslužioca se odnosi na sve dostupne poslužitelje u mreži.



Sl. 1. Komunikacioni protokoli korišteni za realizaciju aplikacije sa sekundarnim ekranom.

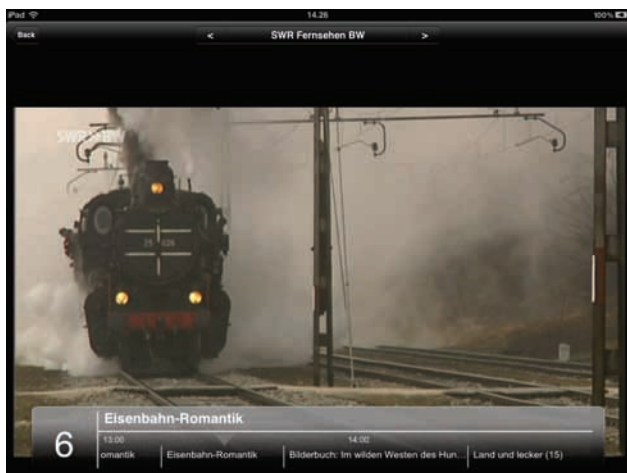
IV. RUKOVANJE I PRIKAZ DIGITALNOG SADRŽAJA

A. Sekundarni TV ekran

Moguće je gledanje *TV* prenosa uživo na uređaju sa sekundarnim ekranom nezavisno od glavnog ekrana. Kanal može biti različit ili kopija onog koji se trenutno prikazuje na glavnom ekranu. Za vreme gledanja prenosa na sekundarnom ekranu, korisnik može menjati kanale i pristupiti dodatnim uslugama omogućenim od strane trenutno posmatranog kanala i sve to se odvija nezavisno od glavnog ekrana. Najčešće korišćene kontrole dostupne su korisniku u vidu ručnih gestova, kao što su klizanje prstom na levu ili desnu stranu menja predhodni ili naredni kanal. Klizanje prstom na gore menja trenutno posmatrani kanal na glavnom *TV* ekranu u kanal koji se trenutno posmatra na sekundarnom ekranu. Preko trenutno puštanog video sadržaja korisnik u donjem delu ekrana ima uvid u informacije o trenutno gledanom kanalu kao što su broj kanala, ime trenutno gledane

emisije, ali i pojednostavljen elektronski programski vodič sa programskim sadržajem samo trenutno gledanog kanala (slika 2).

Za reprodukciju video sadržaja koristi se nestandardna komponenta u vidu VLC Plejera prilagođenog za mobilne platforme iz razloga što korišteni *STB* reprodukuje podatke u realnom vremenu u MPEG2 formatu, koji nije podržan od strane nativnih komponenti iOS operativnog sistema. Osim što omogućava prikaz sadržaja sa visokim performansama i na uređajima sa slabijim procesorskim resursima, ova komponenta omogućava i lako kasnije prilagođavanje različitim *STB*-ovima koji sadržaj puštaju u drugim formatima.



Sl. 2. Grafički prikaz realizacije TV prenosa na uređaju sa sekundarnim ekranom.

B. Elektronski Programski Vodič

Korisnik na sekundarnom ekranu ima pristup EPG-u za sve dostupne kanale. Pregled ne mora da bude vezan za trenutno odabran kanal na glavnom ekranu, što omogućava lično pretraživanje željenog sadržaja bez ometanja ostalih korisnika koji gledaju TV. Odabirom emisije dobija se priručni meni koji prikazuje detaljne informacije o emisiji, sa mogućnošću menjanja kanala na glavnom ekranu na trenutno odabran kanal unutar aplikacije na sekundarnom ekranu, mogućnost direktnog TV prenosa odabranog kanala na sekundarnom ekranu, i mogućnost dodavanja trenutno odabranog kanala u mozaični prikaz video sadržaja. Grafička realizacija EPG-a prikazana je na slici 3.



Sl. 3. Grafički prikaz realizacije elektronskog programskog vodiča sa listom kanala kao i delom programskog sadržaja svakog od njih.

Informacije potrebne za prikaz EPG sadržaja prikupljaju se sa poslužioca koji se nalazi na STB-u

putem UPnP protokola. Učitavanje podataka se izvršava sinhrono iz razloga što EPG može da sadrži velike količine podataka (e.g. 50 kanala x 40 emisija sa imenom, vremenom, detaljnim opisom...). Dostupni EPG zahtevi jesu kompletan EPG sadržaj svih kanala, kompletan EPG sadržaj željenog kanala i dodatni opis zeljene emisije na odabranom kanalu.

C. Mozaični prikaz video sadržaja

Usluga omogućava korisniku pristup paralelnom video prikazu do četiri kanala na jednom ekranu i ima mogućnost odabira kanala koje želi da gleda preko celog ekrana. Ovaj prikaz sadržaja može se iskoristiti za pregled omiljenih kanala.

Iz mozaičnog prikaza korisnik ima mogućnost da gleda uživo na uređaju sa sekundarnim ekranom odabrani kanal jednim klikom na željeni video. Dodatne mogućnosti za svaki TV kanal dostupne su u vidu priručnog menija, dugaćkim pritiskom na željeni video. Na odabir željenog kanala iz mozaika, aktivira se animacija koja širi odabran kanal sve dok ne dostigne veličinu ekrana, dok se ostali kanali smanjuju sve dok potpuno ne nestanu.

D. Daljinsko upravljanje

Aplikacija sa sekundarnim ekranom korisniku pruža mogućnost da pomoću replika daljinskog upravljača oponaša funkcionalnosti primarnog daljinskog upravljača za kontrolu STB-a. Daljinska kontrola je proširena tastaturom i mišem u obliku pokazivačke pločice (eng. *touchpad*). Sva tri modula daljinskog upravljanja mogu se videti na slici 3. Tastatura i pokazivačka pločica koriste se za rukovanje sadržajem unutar Android dela STB-a, dok se daljinski upravljač koristi kao klasični daljinski upravljač u interakciji sa TV-om.



Sl. 3. Daljinsko upravljanje sačinjeno iz modula: tastatura, touchpad i daljinski upravljač

E. Pretraživanje sadržaja na media poslužiteljima

DLNA pretraživač nakon prikaza svih dostupnih media uređaja sa DLNA podrškom korisniku omogućava pristup svim direktorijumima unutar posluživača, kao i mogućnost prikaza slika, video i audio zapisa preko lokalnih iOS komponenti za reprodukciju zvuka, videa ili pregleda slika. Navigacija kroz stablo pretraživača implementirana je kao namenska kontrola koja omogućava povratak na bilo koji nivo iz stabla pretraživača.

Pored media sadržaja, aplikacija sa sekundarnim ekranom pruža korisniku uvid u ostale dokumente dostupne na poslužitelju, međutim nije realizovana podrška za otvaranje takvog sadržaja.

V. ZAKLJUČAK

Ovaj rad predstavlja kompletan predlog aplikacije sa sekundarnim ekranom kao kompletne zamene televizijskog prikaza na glavnom ekranu, koja potpuno odvojeno od glavnog ekrana prikazuje i upravlja televizijskim sadržajem. Predlog obuhvata prenos televizijskog sadržaja na sekundarnom ekranu, EPG, mozaični prikaz video sadržaja, pretragu sadržaja unutar media poslužitelja, kao i neke od komponenata za rukovanje i prikaz digitalnog sadržaja.

Sama mogućnost sistema za prikaz više televizijskih sadržaja u paraleli omogućila je aplikaciji da implementira kompletan set funkcionalnosti ne vezano od sadržaja prikazanog na glavnom ekranu.

Za razliku od postojećih rešenja, dato rešenje implementira kompletan set funkcionalnosti u okviru jedne aplikacije. Funkcionalnosti kao što su elektronski programski vodič, sekundarni TV ekran...pvezane su tako da korisniku omoguće lakše rukovanje. Već navedeni ručni gestovi za promenu kanala u sekundarnom TV ekranu, prelazak na sekundarni TV ekran iz mozaičnog pregleda kanala klikom na kanal...

Za razliku od Samsungovog i LG rešenja aplikacije sa sekundarnim ekranom, podržan je prikaz kanala koji nije prikazan na TV prijemu. Takođe dostupan je mozaični prikaz do 4 kanala istovremeno, što navedene aplikacije ne podržavaju.

Ovo rešenje za prikaz televizijskog sadržaja podržava nekoliko formata za slanje TV sadržaja: H264, MPEG2, MPEG4, što proširuje set uređaja na koje ovaj sistem može da se poveže.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je delimično finansiran od strane Ministarstva za nauku i tehnologije Republike Srbije, na projektu tehnološkog razvoja TR-32041.

LITERATURA

- [1] L. Cruickshank, E. Tsekles, R. Whitham, A. Hill, K. Kondo "Making Interactive TV Easier to Use: Interface Design for a Second Screen Approach", The Design Journal, vol. 10, Number 3, November 2007, pp.41-53.
- [2] I. Vidal, J. Garcia-Reinoso, F. Valera, A. Bikfalvi, "Enabling layered video coding for ISM-based IPTV home services", IEEE Journal & Magazines, vol.23, issue 6, pp.30-35.
- [3] W. Seager, H. Knoche, M. Sasse, "TV-Centricity-requirements gathering for triple play services", Adjunct Proceedings of the European Conference on Interactive Television, pp.274-278, 2007.
- [4] R. Bernhaupt, M. Obrist, A. Weiss, E. Beck, M. Tscheligi, "Trends in the living room and beyond", Proceedings of the European Conference on Interactive Television, pp.146-155, 2007.
- [5] P. Cesar, D. C. A. Bulterman, J. Jansen, "Leveraging user impact: an architecture for secondary screens usage in interactive television", Multimedia System Journal, vol. 15, Issue 3, pp.127-142, 2009.
- [6] <https://itunes.apple.com/us/app/lg-tv-remote/id509979485?mt=8>
- [7] <https://itunes.apple.com/gb/app/lg-tv-media-player/id514993821?mt=8>
- [8] <https://itunes.apple.com/us/app/samsung-tv-media-player/id514991150?mt=8>
- [9] <http://www.roomieremote.com/>
- [10] <https://itunes.apple.com/us/app/samsung-smartview/id359580639?mt=8>
- [11] <https://www.apple.com/airplay/>
- [12] D. Dejanović, D. Rapić, N. Fimić, N. Kuzmanović, "A proposal for VMS extension of Android Based DTV STB", IEEE Third International Conference on Consumer Electronics – Berlin, 2013

ABSTRACT

Set-top box performance improvement, and more frequent presence of DTV set-top boxes in home, is the main reason of frequent usage of handheld devices such as tablets and smartphones as the second screen devices in television. This paper shows system architecture and framework of the second screen features. The paper focuses on implementation of live TV as well as other digital television services. System is based on a smart set-top box with capabilities for serving up to 8 clients simultaneously with different TV content. Each client can watch desired TV content independently from TV screen. This paper presents complete solution for displaying TV content and system control in real time.

A solution for DTV second screen application based on iOS platforms

Aleksandar Lugonja, Ištvan Papp, Roman Pavlović, Milan Vidaković

Analiza dekodovanja i prikaz performansi različitih okruženja za obradu video sadržaja na iOS operativnom sistemu

Ivan Bogdanović, Ištvan Papp, Roman Pavlović, Bojan Mrazovac

Apstrakt – U ovom radu su predstavljena, opisana i analizirana četiri programska okruženja za reprodukciju video sadržaja na iOS operativnom sistemu: ugrađeno okruženje iOS platforme, VLC, GStreamer, FFmpeg. Suština rada je u poređenju performansi i kvaliteta reprodukcije video signala u realnom vremenu koji se dobavlja sa prijemnika digitalnog televizijskog signala u relanom vremenu. Cilj rada jeste da ukaže na prednosti i nedostatke dostupnih okruženja za obradu video sadržaja na iOS platformi.

Ključne reči— iOS, STB, reprodukcija video sadržaja.

I. UVOD

Mobilna tehnologija i široko pojasne bežične komunikacije predstavljaju tehnologije bez kojih se danas ne može zamisliti svakodnevni život. Za uspostavljanje telefonske komunikacije sa drugim mobilnim uređajem koristi se bežično spajanje sa baznom stanicom. Prve bazne stanice koristile su analogne signale. Druga generacija baznih stanica (2G ili GSM) koriste digitalne signale i omogućile su pristup internetu. Treća generacija (3G) omogućila je video pozive, a najnovija (4G ili LTE) je omogućila brži prenos podataka.

Savremeni mobilni telefoni, osim osnovne funkcionalnosti - telefonske komunikacije, pružaju niz mogućnosti: slanje tekstualnih poruka, pristup internetu pomoću WiFi ili mobilne mreže, GPS komunikacije, video komunikacije preko mreže, slanje i primanje elektronske pošte, igranje igara, gledanje televizije, itd. Sve ovo omogućavaju operativni sistemi od kojih su najzastupljeniji: Android, iOS, Windows Phone i Symbian.

Mobilni telefoni koji imaju ovakve napredne mogućnosti nazivaju se pametni telefoni.

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Ivana Bogdanovića. Mentor je bio dr Ištvan Papp.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Vrnjačka Banja, juni 2014.

Ivan Bogdanović – Fakultet tehničkih Nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: ivan.bogdanovic@rt-rk.com)

Ištvan Papp – Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: istvan.papp@rt-rk.com)

Roman Pavlović – RT-RK d.o.o., Narodnog Fronta 23a, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: roman.pavlovic@rt-rk.com)

Bojan Mrazovac – RT-RK d.o.o., Narodnog Fronta 23a, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: bojan.mrazovac@rt-rk.com)

Poslednjih godina postaje sve popularnije praćenje televizijskih programa na pametnim telefonima. Pristup televizijskim servisima se može realizovati preko interneta, komunikacijom preko mrežnog protokola sa televizorom ili putem prijemnikom digitalnog televizijskog signala. (engl. *set-top box* - STB). Zbog potrebe praćenje televizijskog programa na telefonima javio se veliki broj aplikacija za mobilne telefone koje služe za reprodukciju televizijskog sadržaja.

Da bi se televizijski sadržaj mogao prikazivati na pametnim telefonima i tabletima mora postojati video okruženje koje će to omogućiti. Specifično, video okruženja moraju obezbediti podršku za reprodukciju video sadržaja u realnom vremenu putem lokalne mreže.

U ovom radu smo ispitali i analizirali četiri najzastupljenija video okruženja namenjena iOS platformi.

II. ODABRANA OKRUŽENJA ZA REPRODUKCIJU MULTIMEDIJALNOG SADRŽAJA

A. GStreamer okruženje

GStreamer [1] je multimedijalno okruženje bazirano na nizu faza obrade (engl. *pipeline*), implementiran je u programskom jeziku C koji koristi GObject (engl. *Glib Object System*) biblioteku.[2] Dizajniran je da bude međuplatformsko okruženje a najčešće je zastupljen na platformama kao što su: Linux, Microsoft Windows, Mac OS X, Android, iOS itd. Podržava veliki broj audio i video formata kao što su: H.264, AAC, MPEG-1/2, H.263, Ogg/Vorbis, Mkv itd. Podržava i mogućnost reprodukcije audio i video sadržaja koji su obezbeđeni posredstvom mrežnog poslužioca.

B. VLC okruženje

VLC [3] multimedijalno okruženje je jezgro VLC programske podrške za reprodukciju multimedijalnog sadržaja. Podržano je za slične platforme kao i GStreamer: Microsoft Windows, Mac OS X, Linux, iOS, Android itd. Kao i Gstreamer podržava najzastupljenije audio i video formate kao što su: MPEG-1/2, DivX, Ogg, H.264, H.263 itd. Za kodiranje i dekodiranje audio/video sadržaja koristi biblioteku FFmpeg okruženja. Podržava različite protokole za emitovanje tokova audio i video sadržaja putem mreže. Za potrebe ispitivanja napravljena je jednostavna aplikacija koja uključuje jezgro VLC video okruženja bez dodatnih proširenja.

C. FFmpeg okruženje

FFmpeg [4] je multimedijalno okruženje koje ima mogućnosti: dekodiranja, kodiranja, konvertovanja, multipleksiranja, demultipleksiranja, filtriranja i reprodukcije različitih audio i video formata: *H.264*, *MPEG-1/2*, *H.263* itd. Ovo rešenje otvorenog koda najzastupljenije je na *Linux* sistemima. Sastoji se iz niza biblioteka: biblioteka za kodiranje i dekodiranje audio/video sadržaja, biblioteka za multipleksiranje i demultipleksiranje audio/video sadržaja, biblioteka sa audio i video filterima, biblioteka za podršku različitim uređajima, uslužna biblioteka koju koriste sve ostale biblioteke, biblioteka za skaliranje video i audio sadržaja. Svaka od biblioteka je dizajnirana tako da može da se koristi nezavisno od ostalih. Na ovaj način može da se varira odnos veličine i performansi. Za razliku od prethodna dva okruženja *FFmpeg* ne obezbeđuje komponente za video prikaz. U ovom radu je korišćeno puno okruženje sa svim svojim komponentama, a ispitna aplikacija obezbeđuje prikaz video sadržaja korišćenjem *iOS OpenGL* okruženja za rasterizaciju grafike.

D. Ugrađeno okruženje iOS platforme

Standardno multimedijalno okruženje *iOS* platforme, naziva se *MPMoviePlayerViewController* [5]. Omogućuje reprodukciju audio i video sadržaja putem mrežne infrastrukture. Podržani audio formati su: *AAC-LC 48KHz* i *MP3*, a podržani video formati su: *H.264* i *MPEG4-Part2*. Specifikacija ovog okruženja jasno definiše da je cilj okruženja reprodukcija samo video i audio formata koji su prihvaćene od strane proizvođača.

III. POSTUPAK IMPLEMENTACIJE

Ovaj rad se zasniva na korišćenju video formata *H.264*, *MPEG-2*, *MPEG-4* zbog njihove velike zastupljenosti i mogućnošću reprodukovanja u realnom vremenu putem mreže. Navedena tri video formata su kombinovana sa dva najzastupljenija audio formata: *MP3* i *AAC*. Kombinacije video i audio sadržaja su ispitane za tri video rezolucije: 720x480(*SD*), 1080x720(*HD*), 1920x1080(*Full HD*). Za potrebe ispitivanja napravljeno je 16 ispitnih video sadržaja. Karakteristike *HD* ispitnih video sadržaja prikazana su na Slici 1. (Za ostale video sadržaje razlika je samo u rezoluciji).

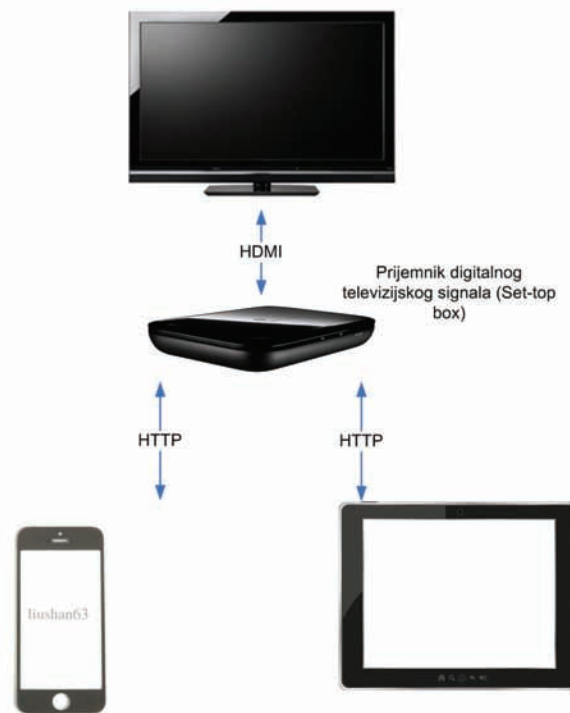
Video kompresija	H.264	MPEG-2	MPEG-4
Brzina smenjivanja video kadrova [Mbps]	14.6	13.2	13.2
Broj slika u sekundi [fps]	50	50	60
Razmera	16:9	16:9	16:9
Rezolucija	1080x720	1080x720	1080x720
Tip skeniranja	Progresivna	Progresivna	Progresivna
Audio kompresija	AAC	AAC	AAC
Bitska brzina [Kbps]	273	128	294
Učestanost uzorkovanja [KHz]	44.1	44.1	48

Sl. 1. Karakteristike Full HD video rezolucije

Arhitektura sistema koju smo koristili za potrebe ovog rada prikazana je na Slici 2.

STB [7],[8] zasniva se na *Android* operativnom sistemu koji omogućuje reprodukovanje video sadržaja putem mreže

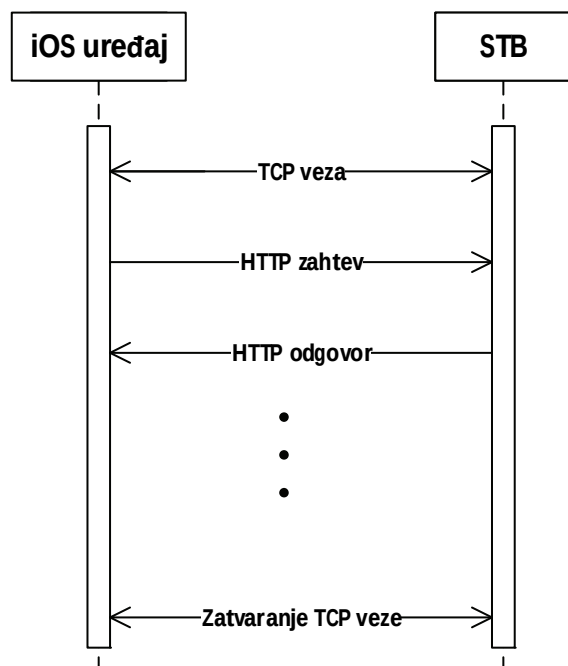
u realnom vremenu. Povezan je preko *HDMI* (engl. *High-Definition Multimedia Interface*) kabla sa televizorom. Omogućuje slanje video sadržaja preko protokola za prenos hiperteksta (engl. *HyperText Transfer Protocol - HTTP*) [6] koji je ugrađen u samu platformu.



Sl. 2. Arhitektura klijent-poslužitelj arhitekture korišćene za naše ispitivanje

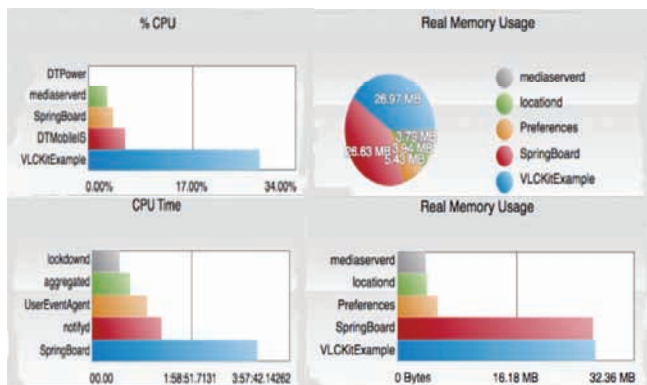
HTTP je protokol za komunikaciju između poslužioca i klijenta, baziran je na prenosnom kontrolnom protokolu (engl. *Transmission control protocol- TCP*). Kao poslužitelj koristi se *STB*. Klijentsku stranu predstavljaju dva *iPad* uređaja: *iPad Air* sa ugrađenim operativnim sistemom *iOS* verzije 7.1, procesorom *Dual-core* na 1,3GHz, radne memorije 1GB i *iPad1* sa ugrađenim operativnim sistemom *iOS* verzije 5.1.1, procesor *Apple-4* na 1GHz, radne memorije 256MB.

Pomenutih 16 ispitnih video sadržaja je smešteno na *STB* kao standardna datoteka sa jedinstvenim *URL* (engl. *Uniform Resource Locator*) identifikatorom. Kada klijentska strana želi da reprodukuje video sadržaj, prvo uspostavi *TCP* vezu sa *STB*, pa pomoću *HTTP-GET* zahteva, potražuje video datoteku na *URL* adresi. *STB* šalje video sadržaj pomoću *HTTP* odzivne poruke. Na klijentskoj strani aplikacija smešta podatke u prihvatnu memoriju. Prihvatna memorija se puni do nivoa, koji obezbeđuje pokretanje reprodukcije video sadržaja. Način uspostavljanja konekcije prikazan je na Slici 3.



Sl. 3. Način uspostavljanja konekcije

Za potrebe ispitivanja, na pomenutim uređajima napravili smo četiri aplikacije sa već pomenutim okruženjima. Kao posrednik u ispitivanju korišćen je Mac Book Pro računar sa operativnim sistemom Mac OS X, koji obezbeđuje aplikaciju Instruments, koja se koristi za sve vidove ispitivanja kako aplikacija pisanih na iOS platformi, tako i aplikacija koje su pisani na Mac OS X platformi. Preko navedene aplikacije povezujemo se sa pomenutim iOS uređajima i ispitujemo primere. Izgled navedene aplikacije prikazan je na Slici 4.



Sl. 4. Izgled Instruments aplikacije za ispitivanje

Ispitivanje je zasnovano na uporednoj analizi četiri parametra: podržanost formata, kvalitet video prikaza, zauzetost memorije i iskorišćenost procesora tokom reprodukcije video sadržaja. Kvalitet video prikaza je ocenjivan na osnovu dva parametra: pauze u prikazu video sadržaja i pojave „blocking“ efekta. Najčešći uzrok pojave pauziranja u toku reprodukcije je slabo učitavanje sadržaja sa mreže. Uzrok ovome može biti loše realizovan prijem video materijala sa mreže, prevelika zauzetost procesora tokom transkodovanja video sadržaja ili zagušenja na mreži. Okruženje korišćeno za analizu se nalazilo u zasebnoj lokalnoj mreži što isključuje mogućnost da do pauziranja

dolazi zbog zagušenja. „Blocking“ efekat se pojavljuje ukoliko video podaci sadrže grešku ili se prikazuje sadržaj koji ne sadrži kompletne podatke. Najčešće je uzrokovan zauzećem resursa fizičke arhitekture pri čemu se odbacuju delovi video materijala kako bi se zadržala vremenska komponenta.

IV. REZULTATI TESTIRANJA

Na sledećim slikama prikazani su uporedni rezultati ispitivanja radne memorije i procesora na iPad Air uređaju.

Mora se istaći da ugrađeno okruženje iOS nije ispitivano za video formate MPEG-2 koji je inače najčešće korišćen format za kompresiju video sadržaja. MPEG-2 format video sadržaja nije podržan od strane ovog okruženja.

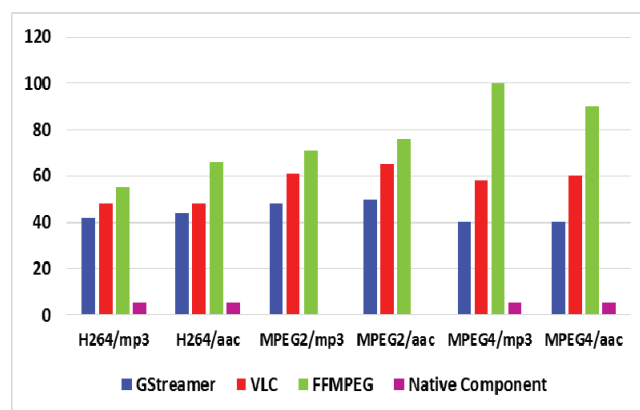
Ispitivanjem smo uočili da najviše radne memorije koristi FFmpeg okruženje, a da najmanje radne memorije koristi ugrađeno okruženje iOS platforme [Sl. 5], [Sl. 6], [Sl. 7].

Tokom ispitivanja ustanovili smo da se kod GStreamer okruženje tokom promene video sadržaja ne oslobodi sva zauzeta memorija. Memorija koja se ne oslobodi je oko 3 - 4MB a nakon svake sledeće promene video sadržaja javlja se ista pojava. Ova pojava se ne javlja kod ostalih okruženja.

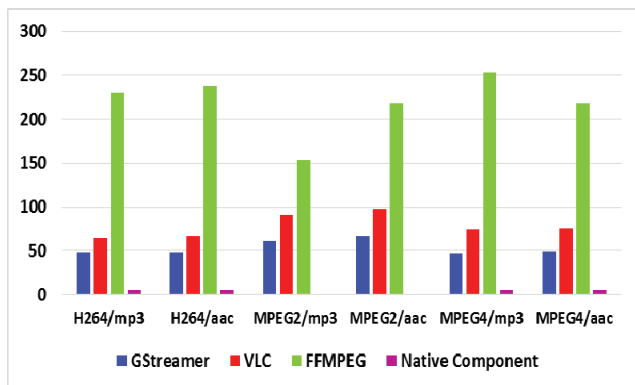
Najmanje procesorskog vremena kod video rezolucije 720x480 (SD) koristi VLC okruženje, dok GStreamer i FFmpeg okruženje koristi daleko više procesorskog vremena [Sl. 8]. Za veće rezolucije najmanje procesorskog vremena koristi ugrađeno okruženje iOS platforme a za njim slede redom: VLC, GStreamer, FFmpeg [Sl. 9], [Sl. 10].

Kada je u pitanju kvalitet video prikaza najbolje se pokazalo iOS ugrađeno okruženje dok za njim slede po redu: VLC okruženje, FFmpeg okruženje i GStreamer okruženje.

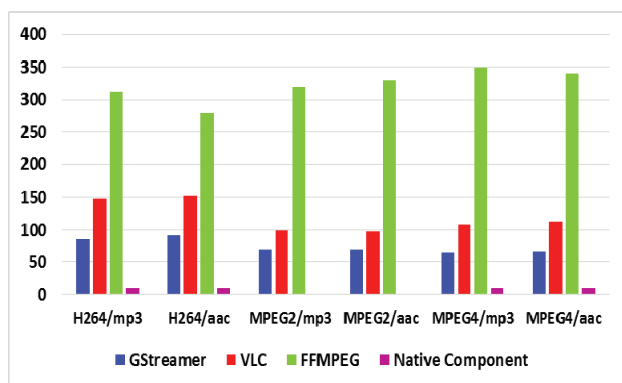
Ispitivanjem smo ustanovili da se aplikacije na iPad1 uređaju ne mogu smatrati dovoljno stabilnim. Ovo se može objasniti time da sva okruženja koriste znatno veće procesorsko vreme i memoriju i da se kod kvalitetnijih rezolucija (Full HD i HD) javlja nasilno prekidanje programa zbog preopterećenosti radne memorije kao i da je lošiji kvalitet video prikaza kod svih okruženja.



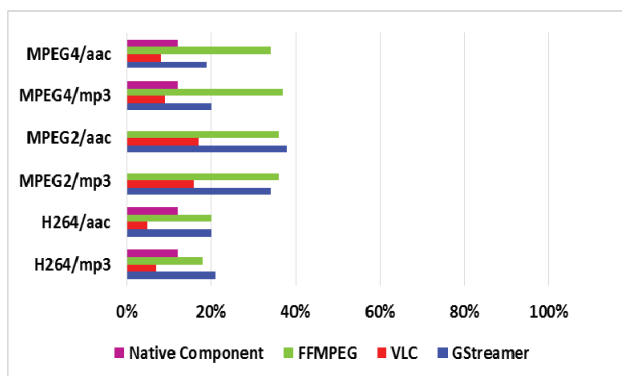
Sl. 5. Uporedni rezultati iskorišćenosti memorije za video rezoluciju 720x480



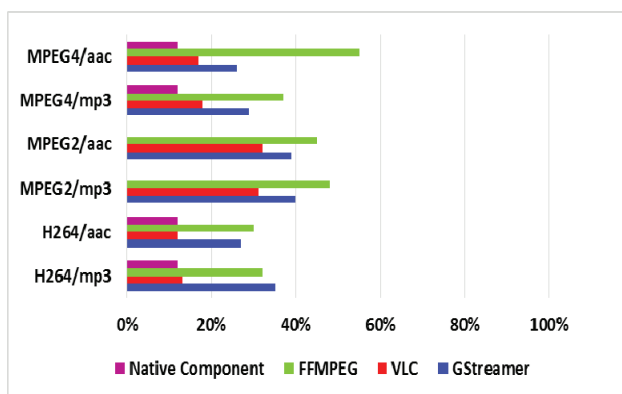
Sl. 6. Uporedni rezultati iskorišćenosti memorije za video rezoluciju 1080x720



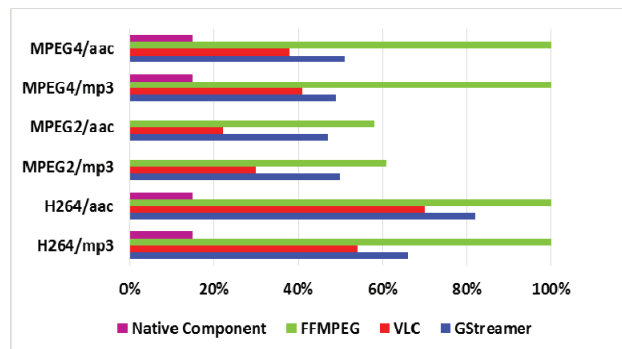
Sl. 7. Uporedni rezultati iskorišćenosti memorije za video rezoluciju 1920x1080



Sl. 8. Uporedni rezultati iskorišćenosti procesora za video rezoluciju 720x640



Sl. 9. Uporedni rezultati iskorišćenosti procesora za video rezoluciju 1080x720



Sl. 10. Uporedni rezultati iskorišćenosti procesora za video rezoluciju 1920x1080

V. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavili smo dostupna multimedijalna okruženja koja se koriste na iOS platformama. U slučajevima u kojima su podržani navedeni ispitni primeri zaključili smo da se VLC okruženje pokazalo kao najbolje: koristi znatno manje procesorskog vremena, ima najbolji kvalitet video prikaza, i sva zauzeta memorija se propisano oslobodi.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je delimično finansiran od strane Ministarstva za nauku i tehnologiju Republike Srbije, na projektu tehnološkog razvoja TR-32031.

LITERATURA

- [1] GStreamer Plugin Writer's Guide, <http://gstreamer.freedesktop.org/data/doc/gstreamer/head/pwg/pwg.pdf> f. Acc.(30.3.2014.)
- [2] GObject library <http://en.wikipedia.org/wiki/GObject>.Acc (30.3.2014)
- [3] VLC documentation, <http://www.videolan.org/developers/vlc.html>. Acc. (30.3.2014.)
- [4] About Ffmpeg, <http://ffmpeg.org/about.html>. Acc.(30.3.2014.)
- [5] MPMoviePlayer Controller iOS developer Overview, https://developer.apple.com/library/ios/documentation/MediaPlayer/Reference/MPMoviePlayerController_Class/Reference/Reference.html. Acc. (30.3.2014.)
- [6] D. Dejanović, S. Tanacković, N. Kuzmanović, M. Savić, B. Ivetić, „Jedno rešenje programske podrške za distribuciju DTV sadržaja na uređaje u lokalnoj mreži“, Konferencija Etran 2013
- [7] N. Kuzmanović, T. Maruna, M. Savić, G. Miljković, Đ. Isailović „Google's Android as an application environment for DTV decoder system“, 2010 IEEE 14th International Symposium on Consumer Electronics
- [8] M. Vidaković, N. Teslić, T. Maruna, V. Mihić, “Android4TV: a proposition for integration of DTV in Android devices”

ABSTRACT

This paper describes and analyzes four different frameworks for processing video content on the iOS operating system: iOS native framework, VLC, GStreamer, FFMpeg. The essence of the work is to compare the performances of processing video signals on different frameworks that are obtained from a set-top box. The purpose of the presented work is to emphasize the advantages and disadvantages of the available framework for processing the video content on the iOS platform.

Performance and decoding analyses of different video frameworks on iOS operating system

Ivan Bogdanović, Ištvan Papp, Roman Pavlović, Bojan Mrazovac

ALAT ZA SIMULACIJU OPTEREĆENJA SISTEMA TOOL FOR SYSTEM LOAD SIMULATION

Ognjen Munjin, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je alat za simulaciju opterećenja sistemskih resusa računara sa fokusom na simulaciju opterećenja centralne procesorske jedinice i sistemske memorije. Razvijeno rešenje je lako proširivo za druge vrste simulacija opterećenja.

Abstract – This paper describes a tool for simulating the load of computer system resources with a focus on simulating the load of the central processing unit and system memory. The solution is made to be easily extendable for other kinds of load simulation.

Cljučne reči: simulacija opterećenja računara, stres testiranje softvera.

1. UVOD

U ovom radu je opisana implementacija alata za automatsko opterećenje resusa računarskog sistema, koji omogućuje korisniku da sa jedne mašine upravlja različitim opterećenjima resusa jednog ili više računara u istoj lokalnoj mreži. Alat dozvoljava lako proširenje novim simulacijama opterećenja kako se za njih ukaže potreba. Ovaj alat pruža svoju funkcionalnost kao servis, da bi lako bio dostupan raznim klijentima konzolne ili GUI prirode da koriste njegovu funkcionalnost.

2. OPIS REŠAVANOG PROBLEMA

Kompleksna arhitektura današnjih aplikacija uzrokuje da je praktično nemoguće predvideti njene performanse na datum hardveru. Standardno rešenje je da se razmatrana aplikacija testira na više mašina sa različitim konfiguracijama, dok se ne proceni minimalna i optimalna konfiguracija za njeno korišćenje.

Za detaljniju procenu performansi aplikacija potrebni su alati koji omogućuju automatsku simulaciju željenog okruženja kao i sprovođenje različitih scenarija testiranja, poput:

- testova opterećenja
- stres testova
- testova izdržljivosti
- testova amplitude
- konfiguracionih testova i
- izolacionih testova.

Zadržaćemo se na prva tri tipa testiranja, pošto je radi njih i razvijen alat iz ovog rada. Testovi opterećenja su najjednostavniji od prethodno navedenih.

NAPOMENA:

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

Uključuju opterećivanje određenih resusa sistema, radi boljeg razumevanja ponašanja aplikacije u takvim uslovima.

Rešenje u ovom radi se bavi samo opterećenjem centralne procesorske jedinice i sistemske memorije.

Stres testiranje je ekstremni oblik testova opterećenja, gde se sistem stavlja pod maksimalno moguće opterećenje. Posmatranoj aplikaciji se ostavi minimum resusa koji su potrebni za njeno funkcionisanje i pokreću se njene najzahtevnije akcije. Tip grešaka koje se često ne manifestuju prilikom običnih testova opterećenja, a mogu da se pojave prilikom stres testiranja, su greške vezane za konkurentnu prirodu sistema.

Testovi izdržljivosti uključuju standardno predviđeno opterećenje sistema, primenjeno na duži vremenski period. Cilj je da se analizira kako se sistem ponaša nakon dužeg kontinualnog korišćenja. Meri se degradacija performansi sistema nakog određenog vremena, a greške koje se najčešće mogu otkriti ovim tipom testiranja su curenje memorije i problemi vezani za smanjeni odziv sistema.

Rešenje opisano u ovom radu trebalo bi da posluži kao alat prilikom testiranja aplikacija na jedan od tri opisana načina, simulacijom opterećenja procesora i sistemske memorije. Alat treba da podrži i testiranje distribuiranih aplikacija (koje su u istoj mreži), pa shodno sa time alat ima podršku da kontroliše simulacije na proizvoljnom broju računara u istoj lokalnoj mreži.

3. OPIS REŠENJA PROBLEMA

Rešenje razmatranog problema sastoji se od dva dela. U pitanju su konzolna aplikacija i GUI aplikacija, koje se mogu pokrenuti nezavisno jedna od druge. One su u *slave* – *master* odnosu. Preciznije, konzolna aplikacija (*slave*) ne prima nikakve inicijalne parametre, samo sluša naredbe od GUI aplikacije (*master*). Predviđeno je da se pokrene konzolna aplikacija alata na svim mašinama, na kojima je potrebno obaviti simulacije opterećenja sistema. Zatim se na bilo kojoj mašini pokrene *master* aplikacija, koja zadaje naredbe svim mašinama u istoj lokalnoj mreži, na kojima je prethodno pokrenuta *slave* aplikacija.

3.1 Konzolna aplikacija alata

Konzolna aplikacija obuhvata dva modula. Prvi se bavi implementacijom simulacija opterećenja i arhitekturom u koju se one uklapaju. Drugi pokriva podešavanje i pokretanje servisa koji sluša naredbe *master* aplikacije uz pomoć WCF tehnologije.

Opisano rešenje pokriva dve vrste simulacije opterećenja, za CPU i sistemsku memoriju. Međutim jedan od zahteva je da aplikacija bude lako proširiva za simuliranje opterećenja drugih hardverskih komponenti. Tim povodom definisan je interfejs *ILoadSimulator* koji

definiše sve akcije koje jedan simulator opterećenja mora imati i uspešno implementirati. Metode ovog interfejsa su:

- *Start()* – metoda koja pokreće simulator,
- *Stop()* – metoda koja zaustavlja simulator,
- *Report()* – metoda koja zahteva da simulator vrati podatak tipa string koji opisuje trenutni status uspeha rada simulatora i
- *Adjust()* – metoda koja prima parametar tipa *LoadSimulatorParameters*. Tako se simulatoru daje naredba da prilagodi svoje funkcionisanje prema prosleđenom parametru.

3.2 CPU simulator opterećenja

U današnje vreme računari poseduju centralne procesorske jedinice koje se značajno razlikuju po karakteristikama kao sto su: 32/64 bitne arhitekture, broj jezgara (fizičkih i virtualnih), takt procesora ili veličina keš memorije. Performanse kompleksne aplikacije je izuzeto teško tačno proceniti pa ih je potrebno testirati na procesorima koji imaju razne kombinacije ovih karakteristika. Nakon što se potvrdi njihovo ispravno funkcionisanje, moguće je i testiranje performansi aplikacije pod određenim opterećenjima procesora. Za tu svrhu služi CPU Simulator.

Trenutnu iskorišćenost procesora u *Windows* operativnom sistemu je lako proveriti uz pomoć *Windows Task Manager*-a. *Performance* isečak nudi uvid u ukupnu iskorišćenost procesora kao i iskorišćenost pojedinačnih jezgara procesora. Ova iskorišćenost je izražena u procentima, ali bitno je napomenuti da u realnosti CPU nikad ne radi na 30% ili 90% svojih mogućnosti. U određenom trenutku CPU ili radi ili ne radi. Moguće je samo izmeriti koliko procesor prosečno radi u nekom vremenskom periodu. Imajući ovo u vidu moguće je simulirati opterećenost od približno, na primer, 60% u trajanju od jedne sekunde, tako što angažujemo procesor na 0.6 sekundi i onda mu damo da ne radi ništa 0.4 sekunde. Smanjenjem ovog intervala na recimo 100 milisekundi bi trebalo da nam da još preciznije rezultate. Za merenje vremena može se koristiti sistemski atribut *Environment.TickCount* koji vraća broj milisekundi od kako je startovan operativni sistem. Ovaj atribut je izveden iz sistemskog tajmera čije vrednosti su označenog celobrojnog tipa od 32 bita (*signed integer*), pa je preciznost u inkrementima od 10 do 16 milisekundi.

Bolji izbor za merenje vremena nudi *System.Diagnostics.Stopwatch* klasa. Ona je namenjena preciznom merenju vremena. U tipičnom scenariju pozivaju se *Start()* pa *Stop()* metoda i onda se proveri *Elapsed* atribut za posmatrani interval. U ovom slučaju prosleđeni *loadPercentage* procenat se gleda kao broj milisekundi. Na primer, ako se prosledi broj 30, kada *Stopwatch* izmeri veće trajanje od 30, uspava se *Thread* za $100-30=70$ milisekundi i onda resetuje tajmer i ponavlja ovaj proces. Ovo daje približno opterećenje od 30%. Treba obratiti pažnju da *Thread.Sleep* nije veoma precizna metoda, pa se mogu primetiti male varijacije u njenom tačnom trajanju posle više merenja [1].

3.3. Simulator opterećenja memorije

Pomoću simulatora opterećenja memorije se izbegava potreba da se aplikacija testira na računarskim konfiguracijama sa raznim veličinama RAM memorije. Može se testirati koliko aplikacija degradira svoje performanse zbog nedovoljno raspoložive memorije kao i da li može doći do grešaka prilikom neuspešne alokacije memorije.

Za ograničenje sistemske memorije razmotreni su razni pristupi koji su se pokazali neadekvatnim. Efektivan i jednostavan pristup je da se testiranje obavi u virtualnoj mašini kojoj je ograničena RAM memorija na željenu vrednost. Slično rešenje, bez virtualne mašine, može se postići korišćenjem *boot* parametara. Memorija dostupna operativnom sistemu može se ograničiti upotrebom */burnmemory* i */maxmem boot* parametara na *Windows Server 2003* i *Windows XP*-u, kao i *truncatememory* i *removememory* opcijama uz pomoć *BCDedit /set* komande na *Windows Vista*-i i novijim verzijama [2]. Ova rešenja su odbačena, jer nisu pogodna za alat za automatsko testiranje, sa obzirom da zahtevaju komplikovana nameštanja okruženja i restartovanje sistema.

Još jedan pristup koji je izgledao obećavajuće je implementacija simulatora tako da zauzme određenu količinu RAM memorije. Efektivno simulirana aplikacija bi alocirala jedan deo sistemske memorije, koji onda ne bi trebalo da bude dostupan testiranoj aplikaciji. U praksi, na modernom operativnom sistemu, kao što su novije verzije *Windows*-a ovo se nije pokazalo kao efikasno rešenje. Menadžer virtualne memorije će se pobrinuti da svi programi dobiju potrebnu memoriju. Naš simulacioni program, koji bi alocirao memoriju samo bi je zauzeo u kratkom vremenu dok ne bio bio izbačen na disk, tako da bi testirana aplikacija dobila neophodnu radnu memoriju. Ako bi se program dalje modifikovao tako da zaključa svoje strane u memoriji (efektivno sprečavajući *swap*-ovanje na disk) ugrozilo bi se normalno funkcionisanje sistema [3].

Ako se u testiranu aplikaciju doda dijagnostički kod, koji bi pozivao sistemsku funkciju *SetProcessWorkingSetSizeEx* [4][5], mogao bi se ograničiti radni skup odgovarajućeg procesa. Radni skup procesa obuhvata strane virtualnog adresnog prostora koje se trenutno nalaze u fizičkoj memoriji. Ovo nije moguće uraditi u generalnom slučaju, jer svaka aplikacija zahteva modifikaciju koda.

Na kraju za finalno rešenje ovog problema upotrebljena je tehnologija *Job Object*-a [6][7]. Oni imaju podešavanja za zadavanje imena, bezbednosti i deljenja, a koriste se za kontrolu atributa nekog procesa. Operacije izvršene nad *Job Object*-om odražavaju se na sve procese koji su asocirani sa njim. Tehnologija je uvedena u *Windows 2000* verziji, i, iako je tada slabo korišćena, vremenom je kroz verzije unapređena. U ranijim verzijama proces je mogao biti asociran samo sa jednim *job*-om, ali od verzije *Windows 8* i *Windows Server 2012* podržano je njihovo ugnježdavanje. Primeri limita koje mogu da obezbede nad procesom su veličina radnog skupa, afinitet procesa kao i terminacija svih procesa asociranih sa nekim *job*-om. Naravno jedan od limita je i memorija koja je dostupna procesu, zbog čega je ovaj pristup i primenjen u finalnom rešenju.

Nažalost *Job Object*-i nisu implementirani u C# standardnoj biblioteci zaključno sa verzijom 4.5. Funkcije za njihovo korišćenje nalaze se u *kernel32.dll* Windows sistemskoj biblioteci. Da bi nam ove funkcije bile dostupne iz C# jezika, koristi se funkcionalnost CLR-a pod nazivom *Platform Invocation Services*, poznatija kao *P/Invoke*, kao standardni mehanizam za pozivanje nativnog koda iz upravljanog (*managed*) koda. Da bi deklarirali metodu, koja je implementirana u dinamički linkovanoj biblioteci, potrebno je uraditi sledeće:

- deklarirati metodu sa *static* i *extern C#* rezervisanim rečima,
- dodati *DllImport* atribut metodi,
- opcionalno, odrediti ručno *marshal*-ovanje vrednosti parametara metode i njene povratne vrednosti, koje će izmeniti uobičajna .NET pravila.

DllImport atribut dozvoljava da se navede ime *DLL*-a koji sadrži potrebnu metodu. Preporučena praksa je da se C# metoda zove isto kao i nativna metoda, ali ovo nije obavezno.

Funkcionalnosti *Job Object*-a se kontrolišu uz pomoć raznih struktura i enumeracija, koje se prvo moraju deklarirati, da bi bile dostupne potrebnim metodama. Za naše potrebe deklarirani su sledeći entiteti:

- *JobObjectInfoType* – enumeracija klasa limita koji se postavljaju
- *SECURITY_ATTRIBUTES* – struktura sigurnosnih atributa *job*-a,
- *JOB_OBJECT_BASIC_LIMIT_INFORMATION* – struktura osnovnih ograničenja nad *Job Object*-om,
- *IO_COUNTERS* – struktura brojača IO operacija,
- *JOB_OBJECT_EXTENDED_LIMIT_INFORMATION* – struktura dodatnih informacija ograničenja nad *Job Object*-om,
- *JobInformationLimitFlags* – enumeracija flagova koji selektuju željena ograničenja *Job Object*-a.

Ovde je takođe implementirana i *Job* klasa koja je zadužena za sve akcije vezane za korišćenje *Job Object*-a.

Ovde je bitno razmotriti javne metode ove klase:

- *Job(UIntPtr processMemoryLimit)* – konstruktor koji kao parametar prima pokazivač na vrednosti ograničenja memorija procesa u megabajtima.
- *AddProcess(IntPtr handle)* – metoda koja asocira proces sa *Job Object*-om preko parametra koji je pokazivač ka *handle*-u procesa.
- *Close()* – obavlja potrebnu pripremu za bezbedno brisanje objekta (pošto klasa pamti *handle Job Object*-a kao atribut prilikom pozivanja konstruktora). *Close()* poziva *CloseHandle()* metodu, koja je uklanja iz memorije. Ručno brisanje je potrebno zbog rada sa *unmanaged* objektima.

3.4. WFC klijent

Windows Communication Foundation (WCF) nudi izvršno okruženje i skup API-ja za pravljenje povezanih, servisno orijentisanih aplikacija [8]. Koristi se za implementaciju i izvršavanje softvera u .NET okruženju koji podržava servisno orijentisanu arhitekturu (SOA).

WCF je uveden u .NET verziji 3.0 2006. godine i tokom vremena je dobio značajna unapređenja sa .NET verzijama 3.5 i 4. Implementiran je kao skup klasa koje su deo CLR-a, što pruža poznato okruženje za .NET programere, koji imaju potrebe za pravljenje servisnih aplikacija.

WCF omogućava slanje podataka kao asinhronih poruka od jedne servisne krajnje tačke (*endpoint*) do druge. Krajnja tačka može biti klijent ili servis koji zahteva podatke od druge tačke. Ove poruke mogu biti jednostavne, kao što je jedan karakter ili reč poslata kao XML, ili komplikovane kao što je binarni *stream* podataka. Servisi tipično imaju WSDL (*Windows Services Description Language*) interfejs, koji bilo koji WCF klijent može koristiti da konzumira servis, nezavisno od platforme. Moguća je interoperativnost sa aplikacijama implementiranih u *Java EE* tehnologiji kao i drugim tehnologijama koje podržavaju neki od brojih protokola komunikacije koje WCF nudi, kao što su SOAP preko HTTP-a, SOAP preko TCP-a, SOAP preko redova poruka i drugi.

U kontekstu implementacije alata, napravljen je projekat *LoadServerLib* u kome se nalazi implementacija servisa. Prvo je potrebno definisati ugovor servisa. Gledano kroz C# termine, ugovor je ništa druga nego običan interfejs koji ima anotaciju *ServiceContract* i čije sve definisane metode imaju anotaciju *OperationContract* ili *DataContract*.

Servis nudi operacije koje su identične metodama koje nudi *ILoadSimulator* interfejs, što odgovara traženom rešenju. Alat treba da pruži funkcionalnost implementiranu u raznim simulatorima opterećenja, a uz pomoć WCF-a nudi istu tu funkcionalnost kao servis. Zbog ove činjenice implementacija samog servisa je trivijalna, jer je on u osnovi *proxy* ka već implementiranim simulatorima. Konstruktor klase *LoadSimulatorService* kao parametar prima simulator koji implementira *ILoadSimulator* interfejs. Kako se interfejsi, koje implementiraju servis i simulator, poklapaju po metodama, servis samo delegira pozive svojih metoda pozivima simulatora.

Kroz *ServiceBehaviour* atribut mogu se podešavati interna svojstva izvršavanja servisa koji implementira neki ugovor. U ovom konkretnom slučaju upotrebljen je *ConcurrencyMode*, koji kontroliše interni konkurentni model, i kontroliše da li se servis izvršava u jednoj niti (kao što je ovde slučaj), u više niti ili u jednoj niti sa mogućnošću ponovnog ulaska u izvršavanje. Atribut *InstanceContextMode* kontroliše broj instanci koje će biti kreirane za pozive servisa. Ovde je korišćena jedna instanca za sve pozive, koja se ne reciklira između poziva. Ako servisni objekat ne postoji, jedan se kreira pri prvom pozivu. Ostale opcije su objekat koji se pravi za svaki poziv i reciklira između poziva, kao i kreiranje po sesiji.

3.5. Discovery i klijent servisa

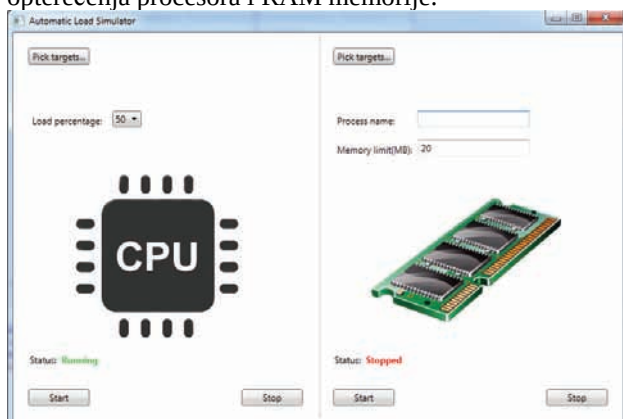
Uz pomoć predhodno generisanog klijenta servisa, klijentske aplikacije već imaju mogućnost njegovog korišćenja. Doduše ovakav pristup ima ozbiljan nedostak: računari u mreži, koji pružaju simulacione servise, moraju imati različite i unikatne adrese za krajnje tačke koje pružaju klijentima. Klijentskoj aplikaciji ove adrese moraju biti nekako dostupne, recimo kroz konfiguraciju.

Ovo znači da bi korisnik za svaku mašinu, na kojoj pokreće konzolnu aplikaciju alata, morao da u klijentskoj aplikaciji alata konfigurira adrese za konzumiranje njihovih operacija.

Kao rešenje ove komplikacije u procesu testiranja iskorišćena je funkcionalnost WCF servisa koja omogućava da servis izloži svoje kranje tačke tako da ih je moguće pronaći po ugovoru koji pružaju [9]. Kao krajnja klasa, koju bi klijentska aplikacija koristila za korišćenje servisa, razvijena je klasa jednostavno nazvana *Client*. Ideja je da klijent upotrebi statičku *FindServices* metodu ove klase, koja će, uz pomoć *Discovery* mehanizma, pronaći sve servise koji su trenutno dostupni u mreži i vratiti kolekciju njihovih adresa.

3.6. GUI aplikacija

Kao primer konzumiranja servisa izrađena je i osnovna grafička aplikacija za testiranje aplikacija pod simuliranim opterećenjem sa opcijama za simulaciju opterećenja procesora i RAM memorije.



Slika 3.1 - Izgled GUI aplikacije

Aplikacija je podeljena na dva dela (slike 3.1), levi za kontrolu simulacije opterećenja procesora i desni za kontrolu simulacije opterećenja memorije procesa. Dostupni su svi ulazni parametri simulatora. Za CPU simulator to je procenat opterećenja, izražen u inkrementima od 10%, a za memoriju to je količina memorije, izražena u megabajtima i ime procesa na koji se primenjuje ovo ograničenje. Na kraju, dostupni su dugmići za kontrolu simulacije, *Start* i *Stop*.

Oba simulatora imaju dugme *Pick Targets*, koje otvara novi prozor, *SlaveListView*. On izlistava sve pronađene adrese servisa, sa imenom računara na kojem se nalaze. Korisnik čekira one računare na kojima želi da pokrene simulaciju. Kada se podese parametri i klikne na *Start* ili *Stop* dugme, kontroliše se simulacija za sve servise na svim mašinama koji su predhodno čekirani. Ovim je pružena mogućnost simulatane kontrole grupe računara.

4. ZAKLJUČAK

Veliki akcenat u implementaciji alata stavljen je na njegovo lako proširenje, tačnije dodavanje novih simulatora opterećenja za kojima se može pokazati potreba, kao što su na primer simulatora opterećenja masivne memorije, mrežnog saobraćaja itd. Ovo je postignuto strogim poštovanjem interfejsa i iskorišćenjem

nekih od naprednijih funkcija WCF tehnologije. Novi simulator treba samo da implementira *ILoadSimulator* interfejs, sa njegove četiri metode. Posle male izmene konzolne aplikacije, tako da pokrene dodatni WCF servis za ovaj novi simulator, bio bi spreman za konzumiranje od strane klijenata.

Svaki od simulatora opterećenja nosio je sa sobom svoje izazove. Kod CPU simulatora izazov je bio precizna simulacija zauzeća procesora, izražena u procentima, kao i implementacija koja se snalazi sa promenljivim brojem jezgara procesora. Najveći problem kod memorijskog simulatora je bio naći rešenje koje efektivno ograničava aplikaciju u korišćenju memorije. Nakon brojnih odbačenih neadekvatnih rešenja, odabrane su *Windows API* funkcije i *Job Object* tehnologija kao jedini pouzdan način da se u *Windows* okruženju jednom procesu pouzdano ograniči radna memorija.

Razvijeni alat je namenjen za dalje proširenje. Moguće je dodati nove servise simulatora opterećenja, ali takođe i nove klijente koji koriste ove servise. GUI aplikacija, koja je prikazana u ovom radu je samo bazičan primer jednog grafičkog klijenta. Ova aplikacija se može proširiti sa mnoštvom korisnih funkcionalnosti, kao što su prikaz i kontrola više servisa pojedinačno, grafički prikaz simulacija kao i prikaz raznih analiza rada simulatora.

5. LITERATURA

[1] <http://stackoverflow.com/questions/2514544/simulate-steady-cpu-load-and-spikes>, ključne reči: *C#, CPU load*

[2] [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/hardware/ff542290\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/hardware/ff542290(v=vs.85).aspx), ključne reči: *windows, boot parameters, memory*

[3] <http://stackoverflow.com/questions/8351778/memory-stress-testing-in-c-sharp?rq=1>, ključne reči: *C#, memory, stress test*

[4] [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms686237\(v=VS.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms686237(v=VS.85).aspx), ključne reči: *windows, SetProcessWorkingSetSizeEx, documentation*

[5] J. Richter, C. Nasarre, *Windows via C/C++*, 2007

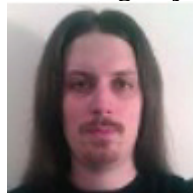
[6] [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms684161\(VS.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms684161(VS.85).aspx) ključne reči: *windows, job object, documentation*

[7] M. Russinovich, D. Solomon, A. Ionescu, *Windows Internals, Part 1*, 2012

[8] <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ee958158.aspx>, ključne reči: *.NET, WCF*

[9] [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd456791\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd456791(v=vs.110).aspx), ključne reči: *.NET, WCF, discovery*

Kratka biografija:



Ognjen Munjin rođen je 1987. godine u Novom Sadu. Završio je srednju školu Laza Kostić u Novom Sadu 2006. godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je upisao 2006. godine. Ispunio je sve obaveze i položio je sve ispite predviđene studijskim programom.

Milutinović Aleksandar, Popović Bojan, Popov Nikola

**STIM – PROGRAMSKI JEZIK ZA KONTROLU
FUNKCIONALNE ELEKTRIČNE STIMULACIJE**

Rezime: U ovom radu je prikazana implementacija novog programskog jezika - STIM za potrebe kontrole funkcionalne električne stimulacije. U okviru rada su prikazane komande realizovanog programskog jezika, osnovne funkcije jezika, kao i primer implementacije stimulacionog protokola za potrebe elektronskog stimulatora neuroproteze šake. Realizovani protokoli stimulacije se izvršavaju na PC računaru, a rezultati izvršavanja odgovarajućih komandi se prosleđuju elektronskom stimulatoru TremUNA.

Ključne reči: Funkcionalna električna stimulacija, Rehabilitacija, STIM programski jezik

1. UVOD

¶ Neuromuskularna električna stimulacija (NMES) se definiše kao upotreba električne struje u cilju izazivanja kontrakcije mišića. Funkcionalna električna stimulacija (FES) je definisana kao upotreba NMES u cilju izvršavanja namenskih pokreta kao što su držanje šolje ili pomoć prilikom hodanja u situacijama gde su nervi koji aktiviraju mišiće oštećeni ili uništeni. Samim tim FES se može smatrati neuralnom protezom [1]. Istraživačke grupe u polju FES su često suočene sa činjenicom da trenutno dostupni komercijalni FES stimulatori ne pružaju dovoljnu fleksibilnost i ne mogu biti upotrebljeni za izvršavanje različitih stimulacionih protokola. Primeri ovakvih sistema su *Bionic Glove* [2] i *Ness HandMaster* [3]. Oba uređaja se sastoje od stimulacione jedinice u vidu rukavice u kojoj unutrašnjosti se nalaze elektrode i kontrolne jedinice. *Bionic Glove* funkcioniše tako što na osnovu senzora pokreta koji se nalazi na zglobu ruke aktivira stimulacioni protokol za hvat ili otpuštanje šake. U zavisnosti od veličine pomeraja šake u zglobu pacijent određuje da li želi hvat ili otpuštanje šake. Kontrolna jedinica neuralne proteze *Ness HandMaster* preprogramirana je za dva moda za vežbanje i tri funkcionalna moda. Modovi za vežbanje (ciklično otvaranje šake + relaksacija ili ciklično otvaranje šake + hvat) služe za jačanje mišića. Funkcionalni modovi su otvaranje šake, hvat šake i hvat ključa. Odabir moda stimulacije se izvodi preko tastera koji se nalazi na kućištu kontrolne jedinice.

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Aleksandra Milutinovića. Mentor je bio dr Nikola Jorgovanović.
- b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETIKUM, Novi Sad, juni 2014.

Manjak fleksibilnosti komercijalnih sistema doveo je do toga da su različiti FES istraživački timovi razvili svoje stimulatore [4] [5]. Ovaj rad će se fokusirati isključivo na realizaciji programskog jezika za upravljanje neuralnom protezom baziranom na površinskoj električnoj stimulaciji [6] [7] [8].

2. METODE**2.1 Hardver**

Programski jezik STIM je namenjen za rad sa TremUNA električnim stimulatorom. TremUNA je programabilni multikanalni stimulator koji podržava asinhornu aktivaciju više različitih elektroda. Podaci sa senzora se digitalizuju i šalju računaru koji kontroliše stimulator preko USB-a. Centralni deo TremUNA stimulatora je mikrokontroler ATmega2560 koji upravlja svim funkcionalnim jedinicama: izvorima struje, sistemom za napajanje i komunikacionim interfejsom. Stimulator se napaja Litijum-Jonskom baterijom koja pruža mogućnost besprekidnog rada stimulatora od najmanje 10 sati. Izlazna jedinica stimulatora se sastoji od 8 nezavisnih strujnih izvora koji proizvode monofazne kompenzovane stimulacione impulse. Odmah nakon pravougaonog impulsa koji vrši depolarizaciju motornog neurona sledi eksponencijalni kompenzacioni impuls obrnutog polariteta čija je uloga da spreči moguće oštećenje tkiva usled galvanskih procesa. Komunikacija između stimulatora i računara se vrši preko USB 2.0 interfejsa. USB port stimulatora je galvanski izolovan od ostalih delova stimulatora. Programabilni parametri stimulatora su : frekvencija $F=1-50$ pulsa po sekundi (pps), sa korakom od 1 pps, širina impulsa $W=50-500 \mu s$, sa korakom od $10 \mu s$, amplituda pulsa $I=0-50mA$, sa korakom od 1 mA i kašnjenje kanala $\Delta T=0-$

1000 ms , sa korakom od 0.1 ms. Snaga strujnih izvora je ograničena maksimalnim izlaznim naponom od $U=95V$ [9] [10]. Stimulator TremUNA je prikazan na slici 1.



Sl. 1. TremUNA stimulator

2.2 Softver

Programski jezik STIM nastao je u cilju povećanja fleksibilnosti stimulacije. STIM je tekstualno bazirani programski jezik. On se izvršava u realnom vremenu na samom stimulatoru i namenjen je definisanju stimulacionih protokola za FES. Upotrebom rezervisanih reči koje su prikazane u tabeli 1 i komandi moguće je implementirati različite stimulacione protokole.

Struja	Frekvencija	Širina Impulsa	Analogni ulazi
Ich1	FCh1	WCh1	AI1
Ich2	FCh2	WCh2	AI2
Ich3	FCh3	WCh3	AI3
Ich4	FCh4	WCh4	AI4
Ich5	FCh5	WCh5	AI5
Ich6	FCh6	WCh6	AI6
Ich7	FCh7	WCh7	AI7
Ich8	FCh8	WCh8	AI8

Tabela 1. Rezervisane reči

Rezervisane reci Ich#, FCh#, WCh# i AI# predstavljaju amplitude struja, frekvencije

stimulacije, sirine impulsa i vrednost analognih ulaza za svaki kanal respektivno.

Upotrebom rezervisanih reči možemo pristupiti svakom parametru pojedinačno. U tabeli broj 2 su prikazane naredbe programskog jezika.

START()
STOP()
IF() ELSE END_IF
REPEAT() END_REPEAT
WHILE() END_WHILE
SET()
DELAY()
RISE()
FALL()

Tabela 2. Naredbe

Naredba START() kao parametar prihvata rezervisanu reč Ch# (# označava kanal stimulatora) i šalje komandu stimulatoru da uključi kanal .

Naredba STOP() kao parametar prihvata rezervisanu reč Ch# (# označava kanal stimulatora) i šalje komandu stimulatoru da isključi kanal.

Naredba IF() ELSE kao parametar prihvata uslov i ako je uslov ispunjen izvršavaju se naredbe ispod IF-a ,ako nije izvršavaju se naredbe posle ELSE.

Naredba REPEAT() kao parametar prihvata broj ponavljanja i naredbe uključene u REPEAT-END_REPEAT blok će se izvršavati onoliko puta koliko je naznačeno.

Naredba WHILE() kao parametar prihvata uslov i komande unutar WHILE-END_WHILE bloka se izvršavaju ciklično sve dok je uslov ispunjen.

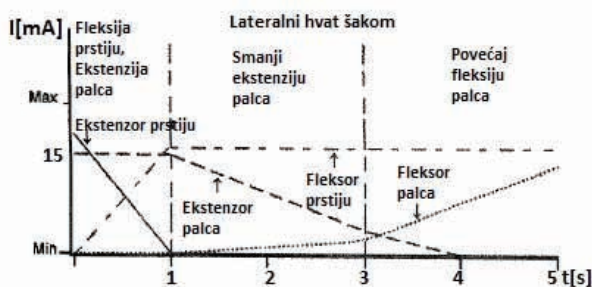
Naredba SET(){ } kao parametar prihvata Ch#. U telu naredbe zadaju se vrednosti parametra kanala u formi {I= ; F= ; W= ; } gde je I- jačina struje , F- frekvencija i W-širina impulsa.

Naredba DELAY() kao parametar prihvata vreme u milisekundama. Ova naredba služi da odgodi izvršavanje sledeće naredbe za zadano vreme.

Naredba RISE() kao parametre prihvata vreme i jedan od parametara kanala. Ova naredba služi da poveća vrednost parametra kanala sa trenutne vrednosti na zadatu u vremenskom periodu koji je prosledjen.

Naredba FALL() kao parametre prihvata vreme i jedan od parametara kanala. Ova naredba služi

da smanji vrednost parametra kanala sa trenutne vrednosti na zadatu u vremenskom periodu koji je prosledjen.



Slika 2. Protokol stimulacije

U primeru ispod napisan je programski kod za fleksiju šake koji je prikazan na slici 1. Za formiranje pokreta neophodna su 4 kanala gde 1. kanal služi za fleksiju palca, 2. kanal služi za ekstenziju palca a 3. i 4. za fleksiju i ekstenziju mišića prstiju. Sekvencu pokreta je neophodno izvršiti 10 puta.

```

1: REPEAT(10)
2:
3: SET(Ch1){ I=0 ; F=30;W=250; }
4: SET(Ch2){ I=15;F=30;W=250; }
5: SET(Ch3){ I=0 ; F=30;W=250; }
6: SET(Ch4){ I=18;F=30;W=250; }

7: START(Ch1)
8: START(Ch2)
9: START(Ch3)
10: START(Ch4)

11: FALL(1000,ICh4=0)
12: RISE(1000,ICh3=15)

13: DELAY(1000)

14: FALL(3000,ICh2=0)
15: RISE(2000,ICh1=5)

16: DELAY(2000)

17: RISE(2000,ICh1=14)

18: END_REPEAT
19: STOP(Ch1)
20: STOP(Ch2)
21: STOP(Ch3)
22: STOP(Ch4)

```

U 1. liniji koda inicijalizuje se petlja koja će se izvršavati 10 puta.

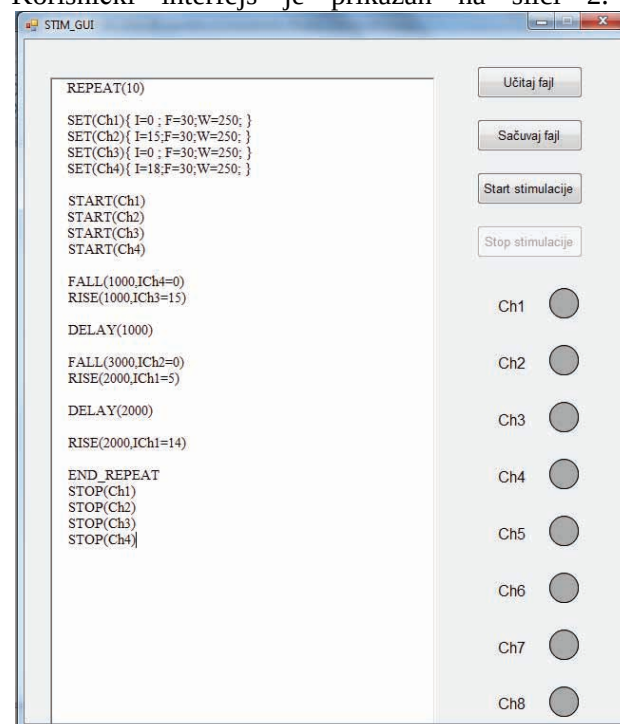
Od 2. do 6. linije postavljene su početne vrednosti parametara kanala sa tim da je Ch1 fleksija palca, Ch2 ekstenzija palca, Ch3 fleksija prstiju, Ch4 ekstenzija prstiju.

Od 7. Do 10. linije koda startuju se kanali za stimulaciju.

U 11. i 12. liniji postepeno se smanjuje jačina struje u Ch4 odnosno povećava u Ch3. Potrebno je uzeti u obzir da se sve naredbe do DELAY naredbe izvršavaju paralelno.

14. i 15 linija koda će se izvršiti tek posle vremena naznačenog u u DELAY naredbi u 13. liniji koda. Od 19. do 22. linije koda isključuju se svi kanali.

Korisnički interfejs je prikazan na slici 2.

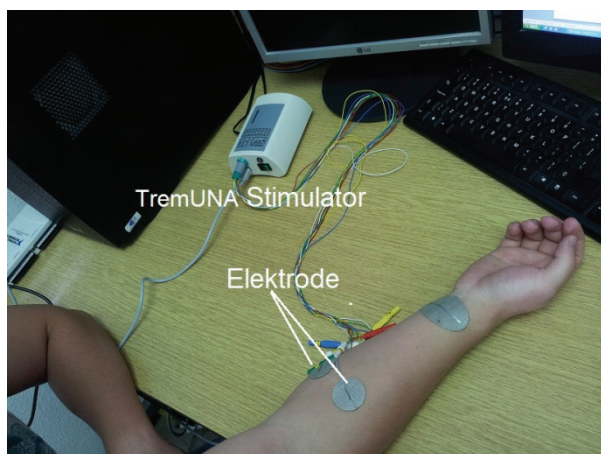


Sl. 2. Korisnički interfejs

Okruženje za programiranje stimulacionih protokola se sastoji od tekstualnog editora, dugmeta za čuvanje fajla, dugmeta za učitavanje fajla sa računara, dugmeta za start stimulacije i dugmeta za zaustavljanje stimulacije. Pored ovoga na korisničkom interfejsu postoje i 8 indikatora aktivnosti kanala sa naznačenim brojem kanala.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Da bi se u praksi proverile mogućnosti programskog jezika STIM izvršen je eksperiment hvata šake. Pozicije elektroda u toku eksperimenta su prikazane na slici 3.



Sl. 3. Eksperiment

Algoritam je naimečno uključivao kanal jedan i kanal dva. Uključivanjem jednog pa drugog kanala korisnik je smanjio zamor prilikom kontrakcije i omogućio korisniku da lakše upravlja neuralnom protezom. STIM programski jezik omogućuje laku implementaciju navedenog algoritma kojišćenjem samo par naredbi.

4. ZAKLJUČAK

STIM predstavlja programski jezik namenjen za realizaciju različitih protokola funkcionalne električne stimulacije mišića. Njegova primena je moguća u rehabilitaciji pacijenata kod kojih postoji oštećenje strukture nerava koji su zaduženi za pobuđivanje različitih grupa mišića. Upotrebom STIM programskog jezika ubrzali smo razvoj rehabilitacionog algoritma neuralne proteze. Njegovom upotrebom omogućena je velika fleksibilnost u izvršavanju različitih stimulacionih protokola. Programski jezik je univerzalnog tipa i može se koristiti sa bilo kojim stimulatorom. U ovom radu korišten je osmokanalni TremUNA stimulator.

5. REFERENCE

- [1] D. N. Rushton, "Functional Electrical Stimulation," *Physiological Measurement*, vol. 18, pp. 241-275, 1997.
- [2] Prochazka Arthur , Gauthier Michel, Marguerite Wieler, Zoltan Kenwell , "The bionic glove: an electrical stimulator garment that provides controlled grasp and

hand opening in quadriplegia ",Arch Phys Med Rehabil 1997;78:608-14.

- [3] M.J. Ijzerman, T.S. Stoffers, F.A.C.G. in 't Groen,M.A.P. Klatte, G.J. Snoek, J.H.C Vorseveld, R.H Nathan and H.J Hermens : "The NESS Handmaster orthosis: restoration of hand function in C5 and stroke patients by means of electrical stimulation "
- [4] Thierry Keller, Milos R. Popović, Ion P.I. Papas, Pierre-Yves Muller : *Transcutaneous Functional Electrical Stimulator „Compex Motion“*
- [5] Rebersek S, Vodovnik L,"Proportionally controlled functional electrical stimulation of hand" Arch Phys Med Rehabil 1973, 54:378
- [6] Malešević N, Popović L, Bijelić G, Kvaščev G, "Muscle twitch responses for shaping the multi-pad electrode for functional electrical stimulation".J Automatic Control 2010, 20:53-57
- [7] Popovic LZ, Malesevic NM, Popovic MB, "Optimization of multi-pad surface electrode: Selective stimulation of wrist" St. Petersburg Russia: Proc of IEEE EuroCON; 2009:142-145. OpenURL
- [8] Long C,"An electrophysiologic splint for the hand" Arch Phys Med Rehabil 1963, 44:499-503.
- [9] Lana Popovic,Maneski,Nikola Jorgovanovic,Vojin Ilic,Strahinja Dosen, Thierry Keller, Mirjana B. Popovic,Dejan B. Popovic, "Electrical stimulation for the suppression of pathological tremor"
- [10] Popović DB, Sinkjær T, Popović MB," Electrical stimulation as a means for achieving recovery of function in stroke patients"

Autori: Milutinović Aleksandar, Bojan Popović, Nikola Popov, Univerzitet Novi Sad, Fakultet Tehničkih Nauka, Trg Dositeja Obradovica 6, 21000 Novi Sad, Serbia, Tel: +381 21 485 2306, Fax: +381 21 454-495.

a.milutinovic@gmail.com
boxi89@live.com
npopov@uns.ac.rs



Stabilization of the Jet in Cone-Jet Mode in Electrospraying for Microfluidic Applications

Saša Marjanović, *Student Member, IEEE*, Vasa Radonić, *Member, IEEE* Jovan Matović, *Member, IEEE*, Vesna Crnojević-Bengin, *Member, IEEE*

Abstract— Microfluidic technology suffers from various drawbacks and limitations, such as channel clogging, process variations, highly resistive flow in case of high viscosity liquids, etc. We propose new techniques for manipulation of liquids on micro scale, where fluids are observed and analyzed in free space, rather than in microchannels, based on the electrospray and Taylor cone theory. Furthermore, we propose configurations that suppress the instability of the Taylor cone and the jet produced in the cone-jet mode.

Index Terms— electrospray, microfluidic devices, stability, Taylor cone

I. INTRODUCTION

As manipulation of very small quantities of liquids became possible with microfluidic technology, applications in various scientific and engineering disciplines soon followed, inkjet printing, chemistry, and biomedicine being only some of them. Microfluidic devices are currently defined as devices that manipulate the flow of fluids in one or more channels that have at least one dimension in the order of micrometers up to a few hundreds of micrometers.

However, liquids in motion confined to microchannels change their behavior severely, when compared to bulk flow. Even for laminar flows, i.e. low Reynolds numbers which are most common in microfluidics, effects of the viscosity, surface tension, van der Waals interactions and pressure gradients may cause difficulties. Variation of microchannels dimensions due to manufacturing process tolerances and particles adhering to the walls of the channels present additional challenges [1].

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Saše Marjanovića. Mentor je bila dr Vesna Crnojević Bengin.**
b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Srebrno Jezero, juni 2015.

Saša Marjanović, Vasa Radonić, Jovan Matović and Vesna Crnojević-Bengin are with the University of Novi Sad, Dr. Zorana Đindića, 21000 Novi Sad, Serbia, E-mail: marjanovic@uns.ac.rs, vasarad@uns.ac.rs, jovan.matovic@uns.ac.rs, bengin@uns.ac.rs

Pressure drop across the channel, which is inversely proportional to the fourth power of the channel radius, as stated by the Poiseuille law, is affected by these variations altering the flow significantly. Other problems are low throughput and sensitivity of microfluidic based sensors, limited by channel size [2], channel clogging [3], etc.

Mentioned problems could be overcome by removing the microfluidic channel from microfluidic devices. We have recently proposed a new channel-less microfluidic setup based on the Taylor cone effect [4]. Taylor cone has been commonly exploited in electrospraying, electrospinning, mass spectrometry and FEED (Field-Emission Electric Propulsion) and we have shown that it can also be efficiently used in microfluidic applications, since it allows for easy manipulation both of the width of the fluid under test (FUT) which can be tuned in the range from 5 μm to 200 μm , as well as of the length of the FUT, in the range of 50 μm to 7 mm. Such an approach enables simple and fast liquid and particle analyses, without the need for troublesome, time consuming and often expensive microchannel fabrication. However, a common problem in setups based on the Taylor cone effect is the jet stability in the cone-jet mode, which is the most interesting of all spraying modes in most applications including the one described in this paper. Namely, for given fluid and setup parameters the Taylor cone forms, but is extremely sensitive to changes in these parameters. On average it remains stable for only short period time in the order of 10 seconds. In this paper we present techniques for jet stabilization in cone-jet mode, which open up new possibilities for the design of microfluidic devices based on the Taylor cone.

II. THEORETICAL BACKGROUND

The pioneering work of Zeleny [5] paved the road to an exciting new field of electrospraying and various other applications based on the behavior that conducting liquids exhibit in strong electric fields. Namely, when a liquid is supplied through a capillary, under certain conditions instead of a spherical drop, a cone of liquid forms at the tip. Fine jet of liquid is emitted from the tip of the cone. Jet's diameter is two orders of magnitude smaller than the capillary orifice, and it can vary from a few tens of micrometers to a few centimeters in length. The jet eventually breaks up into fine droplets due

to varicose instability or columbic repulsion of accumulated charges. Later Taylor explained this phenomenon of the liquid cone formation observed at the tip of a capillary when strong electrical field is applied [6]. He calculated the conditions for such cone to be formed, and observed an emission of a jet of fluid from its tip. He also found that if the surface of the cone is considered equipotential, the vertical half angle is equal to 49.3° , named after him the Taylor angle. Theoretical values corresponded well with his experimental results.

When a liquid is supplied to a capillary and a high voltage (in the range of kV) is applied between the capillary and a conducting plate placed in its vicinity, electric field affects the liquid and results in specific behavior of the fluid, which depends on several parameters. These parameters can be separated into two main groups: (i) parameters of the fluid, and (ii) parameters of the setup. Parameters of the fluid found to have significant influence on its behavior are the surface tension of the fluid, its density, conductivity, viscosity, and permittivity ϵ [7–9]. Parameters of the setup that affect the fluid behavior are the flow rate Q , capillary diameter r_c , and the electric field E that is effectively changed by varying the capillary tip to ground plate distance h , and the applied voltage V [8].

Possible fluid behaviors, so-called spray modes were studied over the course of the 20th century and were summarized in [9]. In electrospraying and atomization of liquids, the spray or plume formed when the jet breaks up is of the greatest interest, hence the name. In our research we focus solely on the jet itself. By controlling the jet diameter and length, high throughput, ease of use and high precision needed in various microfluidic applications can be achieved. Fine jets with diameters in the micrometer range are obtainable called a simple-jet mode or convergent-jet mode and the cone-jet mode. Convergent-jet mode produces jets in the range of 50 to 200 μm , while the finer jets in the order of 10 μm or less are formed when the cone-jet mode is obtained. However, jets in the cone-jet mode are not so easily obtained with basic electrode configuration, and even when formed do not remain stable long enough to perform analyses or measurements. Jet instability is partly due to the radial component of the electric field present in the standard capillary-plate electrode configuration commonly used in electrospray. In other applications, such as electrohydrodynamic printing (EHDP) [10], there are efforts to stabilize the jet and prevent break up.

III. SIMULATION RESULTS

In this paper we consider two configurations capillary – plate configuration and plate – plate configuration to control the jet’s properties. In standard capillary-plate configuration, Fig. 1a, capillary is connected to high voltage, while the plate electrode is grounded. In order to make the electrical field more axial, a plate parallel to the ground electrode with an orifice for the needle is added just below the needle, and connected to the same voltage as the needle in the plate – plate configuration, Fig. 1b.

Simulations of the electrostatic field distribution were performed using dedicated open source FEMM 2D simulator, in order to compare various electrode configurations. Fig. 1 shows the E-field distribution of the analyzed configurations. Configurations have axial symmetry and a cross section is considered in simulations. In capillary – plate configuration radial component of the field is present. Field in the case of plate – plate configuration is almost purely axial, therefore the jet break up is suppressed. As a result, a more stable jetting regime is expected in the cone-jet mode.

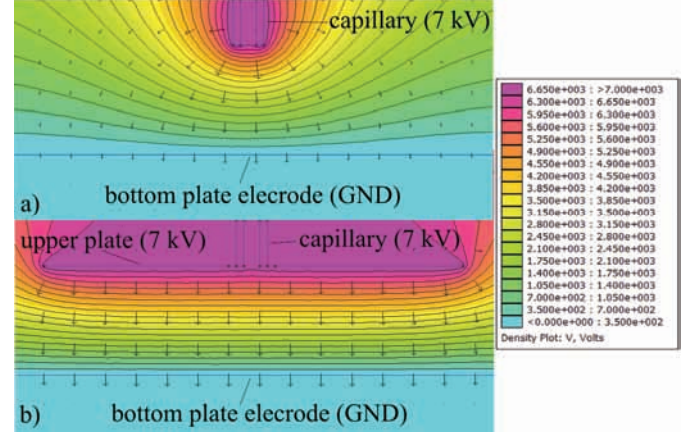


Fig. 1. Electric field distribution in two electrode configuration: a) capillary – plate configuration; b) plate – plate configuration.

IV. EXPERIMENTAL RESULTS

A. Experimental setups

The experiments have been conducted using three versions of the apparatus designed and fabricated in-house, shown in Fig. 2. and described below.

First configuration depicted in Fig. 2.a is similar to those often found in the literature [4], and commonly used in electrospraying. Bulk of the liquid was confined to a relatively large reservoir that was connected to a syringe using a flexible tube. A steel needle was attached to the outlet of the syringe. The needle was connected to the positive electrode of a high voltage source. At a distance h below the tip of the needle a metallic plate was placed in the holder, and connected to the ground electrode. Holder serves also as a collector for the waste fluid. Microscope with a high-speed camera was installed in order to observe and record the behavior of the liquid as it leaves the capillary tip. A halogen lamp placed behind a diffusion screen was used for illumination.

Second configuration depicted in Fig. 2.b is a somewhat modified version of the one described above. An electrode holder was 3D printed on *Felix 3.0* 3D printer. The holder is placed in the CNC milled waste fluid collector. The bottom plate electrode is mounted in a dedicated place in the holder and connected to the ground terminal of the high voltage supply. The upper plate electrode with an orifice for the needle is placed on supporting pillars of the holder and connected to the positive terminal of the voltage source. The needle with a fluid reservoir was then placed on the 3D-printed holder and connected to the positive plate electrode. Needle head is aligned with the orifice in the upper plate

electrode. Distance h and voltage V between the electrodes are easily changed, in order to vary the intensity of the electric field. An LED lamp placed in front of a reflection screen was used for illumination.

Final setup depicted in Fig. 2.c is a slight modification of the second. The needle with the reservoir is removed and instead a small 3D-printed container with a 1-mm orifice is placed on the upper electrode to contain the fluid under test. Orifice of the fluid container is aligned with the orifice in the upper electrode to allow the liquid to reach the bottom side of the upper electrode.

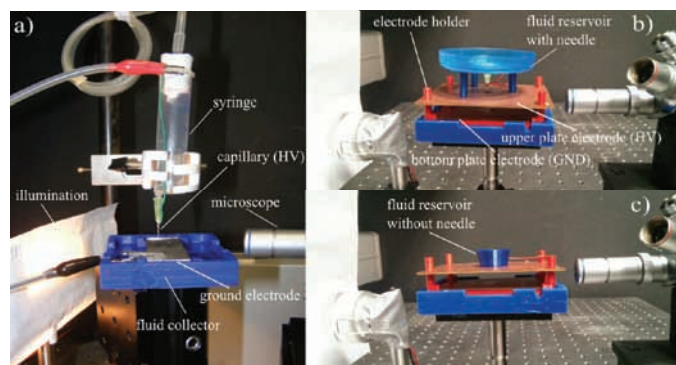


Fig. 2 Experimental setups: a) initial capillary - plate electrode configuration; b) plate - plate electrode configuration with fluid reservoir with a metallic needle attached; c) plate - plate electrode configuration with fluid reservoir without the needle.

B. Stabilization of the jet

With the first setup a stable convergent-jet mode is readily obtained, Fig. 3. This mode gives stable jets 4 mm in length and with diameters in the range of 50 to 200 μm conveniently variable with voltage and flow rate. Higher voltage and lower flow rates independently result in jets of smaller diameter. However, stable cone-jet mode that gives jets in the order of 10 μm or less is very difficult to achieve. A relatively stable cone-jet mode was achieved with this setup for voltages around 2.8 kV and electrode separation of 5 mm, Fig. 4, but it remained stable for a very short time. After 20 seconds on average, it changed to one of the subsequent modes, either the intermittent-jet or the spindle-jet mode.

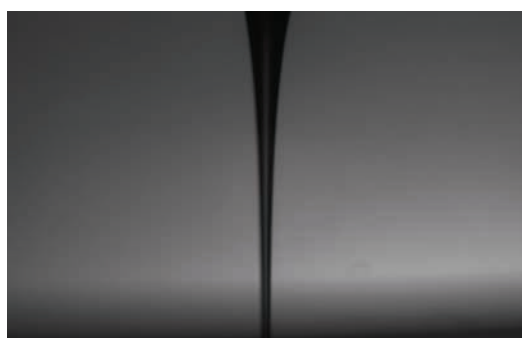


Fig. 3. Stable jetting in the convergent-jet mode: $h = 5$ mm, $V = 3.7$ kV.

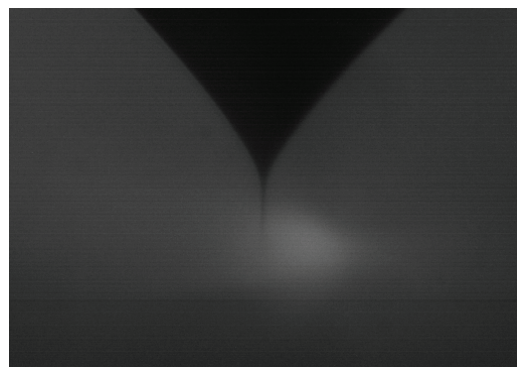


Fig. 4. Unstable Taylor cone and jet: $h = 5$ mm, $V = 2.8$ kV.



Fig. 5. Stable Taylor cone and jet obtained with setup no. 2: $h = 7$ mm, $V = 5.5$ kV

In order to stabilize the jet in the cone-jet mode a second plate electrode was added as described in the previous section. Liquid container, tube and syringe were replaced with a smaller reservoir with the needle directly attached to it. In this way a simpler system with a homogenous axial electric field and better control of the fluid level, therefore hydrostatic pressure and flow rate was achieved. As a result, a cone-jet mode was easily obtained. Fig. 5 depicts the cone and the jet formed for voltages in the neighborhood of 5.5 kV and distance between the electrodes of 7 mm. Jet remained continuous and break-up was not observed, which contributed significantly to the temporal stability of the jetting regime. Namely, the cone and the jet remained unchanged for as long as the flow rate hasn't decreased radically due to low level of the liquid in the reservoir, i.e. for more than 2 minutes. Diameter of the observed jet was in the range of 100 to 115 μm , while the length was around 7 mm.

Previous setup satisfied the jet stability requirement, but the diameter of the jet exceeded the desired value of 10 μm for one order of magnitude. In the third setup described previously, by eliminating the needle and supplying the liquid directly to the orifice of the container, which is approximately the same size as the upper electrode orifice. For low levels of the liquid in the container a drop of liquid forms on the bottom side of the upper electrode. Due to the surface tension and hydrophobic properties of the copper layer that covers the upper electrode the drop remains stable. When high voltage is applied to the upper electrode, the drop deforms to form a Taylor cone with a fine jet originating at its apex, Fig. 6.

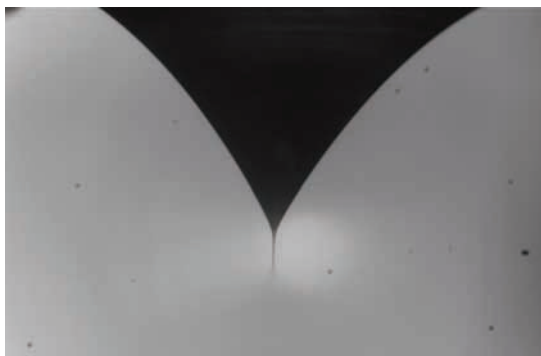


Fig. 6. Stable cone and jet obtained with setup no. 3: $h = 7$ mm, $V = 4.8$ kV

Measured jet diameter is in the range of 12 to 15 μm , with length exceeding 200 μm . The cone-jet mode obtained using this setup remained stable as long as the liquid level, i.e. the flow rate remained high enough, which in this case translates to more than 10 minutes.

V. CONCLUSIONS

In this paper we explore the possibilities of using setups similar to those commonly used in electrospraying to control fluids in a manner that benefits microfluidics. Additionally we consider the jet stability in the cone-jet mode and suggest configurations to enhance the stability of liquid jets. Jets stable over a long period of time in the order of minutes were achieved. When a needle was used to supply the liquid, jets of 100 μm in diameter and 7 mm in length were obtained. When the needle was removed and the fluid supplied to the upper plate directly from the reservoir produced jets had diameters below 15 μm and length above 200 μm . This opens up new

possibilities for microfluidics in free space, i.e. for microfluidic applications that operate without the problematic microchannels, and allows the development of new techniques for easy and low cost characterization of fluids and particles dispersed in them.

REFERENCES

- [1] Stone, H. A., & Kim, S. (2001). "Microfluidics: basic issues, applications, and challenges" *AIChE Journal*, 47(6), 1250-1254.
- [2] Zhang, Hongpeng, et al. "Methods for counting particles in microfluidic applications." *Microfluidics and nanofluidics* 7.6 (2009): 739-749.
- [3] Yamada, Masumi, and Minoru Seki. "Hydrodynamic filtration for on-chip particle concentration and classification utilizing microfluidics." *Lab on a Chip* 5.11 (2005): 1233-1239.
- [4] Saša Marjanović, Goran Kitić, Jovan Matović, Norbert Cselyuszka, Vesna Crnojević-Bengin "Towards a New Generation of Microfluidic Devices Without Microfluidic Channels" *TELSIKS* (2015), currently under review.
- [5] Zeleny, John. "Instability of electrified liquid surfaces." *Physical Review* 10.1 (1917): 1.
- [6] Taylor, Geoffrey. "Disintegration of water drops in an electric field." *Proceedings of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. Vol. 280. No. 1382. The Royal Society, 1964.
- [7] De La Mora, J. Fernandez, et al. "Generation of submicron monodisperse aerosols in electrosprays." *Journal of Aerosol Science* 21 (1990): S673-S676.
- [8] Smith, David PH. "The electrohydrodynamic atomization of liquids." *Industry Applications, IEEE Transactions on* 3 (1986): 527-535.
- [9] Grace, J. M., and J. C. M. Marijnissen. "A review of liquid atomization by electrical means." *Journal of aerosol science* 25.6 (1994): 1005-10.
- [10] Lee, D. Y., Shin, Y. S., Park, S. E., Yu, T. U., & Hwang, J. (2007). Electrohydrodynamic printing of silver nanoparticles by using a focused nanocolloid jet. *Applied Physics Letters*, 90(8), 081905.

One solution of web videoconferencing application based on WebRTC open project

Srđan Sladojević

Co-Owner, Panonit d.o.o, Miroslava Antića 7, Serbia, srdjan.sladojevic@panonit.com

Branislav Stanić

Software developer, Panonit d.o.o, Miroslava Antića 7, Serbia, branslav.stanic@panonit.com

Vladimir Todorović

Software developer, Panonit d.o.o, Miroslava Antića 7, Serbia, vladimir.todorovic@panonit.com

Vladimir Gajinov

Software developer, Panonit d.o.o, Miroslava Antića 7, Serbia, vladimir.gajinov@panonit.com

Nenad Knežev

Software developer, Panonit d.o.o, Miroslava Antića 7, Serbia, nenad.knezev@panonit.com

Abstract

In this paper, we investigate a browser based, videoconferencing solution that relies on WebRTC technology. The goal was to create lightweight, plugin free, web application that is easily accessible, and at the same time ensures high degree of quality and reliability, which is crucial in real-time communications. Special attention was given to usage of open source technologies. The proposed system was implemented and tested in medium sized company, and achieved admirable results, and proofed to be an excellent videoconferencing solution for both company's internal and external communication purposes.

Key words: HTML5, Real-time applications, Videoconferencing

1. Introduction

One of the remaining challenges for the web is to provide simple and reliable solution for human communication via voice and video: Real Time Communication. Existing solutions either require installation of dedicated native app (e.g. Skype), or download of special browser plugin (e.g. Google Hangouts). The most imposing solution for this requirement is represented in WebRTC. WebRTC is a free, open source project developed by Google that enables web browsers with Real-Time Communications capabilities via simple JavaScript APIs and HTML5. It supports browser-to-browser applications for voice calling, video chat, and P2P file sharing without plugins. Although still a work in progress, it has advanced implementation in most popular web browsers (Chrome, Firefox, Opera), which makes it ideal base for browser based videoconferencing service presented in this paper.

2. Relevant work

In [1] authors introduce and explain the W3C APIs and the IETF protocols of WebRTC. Packed with figures, example code, and summary tables, this book makes complicated concepts and technologies such as peer-to-peer media and NAT and firewall traversal easy to understand.

In [3] authors discuss impact of WebRTC on enterprise communications, as well as consumer communications and their interactions with enterprises. Article covers issues like security: firewall traversal, access control, and peer-to-peer data flows; compliance issues: recording, logging, and enforcing enterprise policies; and enterprise considerations like integration and interoperability with existing communication infrastructure and session-centric telephony systems.

3. WebRTC

WebRTC implements three major APIs: MediaStream, RTCPeerConnection and RTCDataChannel. First two components present the underlying technologies used in our system.

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Branislava Stanića. Mentor je bio prof. dr. Željko Trpovski.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji IS 14, Novi Sad, oktobar 2014.

3.1 MediaStream

The MediaStream or getUserMedia is one of the major components of WebRTC. It represents synchronized streams of media. Stream taken from camera and microphone input are represented with MediaStream audio and video tracks using getUserMedia() method and they can later be passed to a web page video element or an RTCPeerConnection.

The getUserMedia() method takes three parameters:

- Constraints object.
- Success call-back which, if called, is passed a MediaStream.
- Failure call-back which, if called, is passed an error object.

Constraints can be used to set values for video resolution. In the future other constraints such as aspect ratio, facing mode (front or back camera), frame rate are going to be added [2]. On calling getUserMedia, user is prompted for permission for camera or microphone access. Figure 1 shows video conference session.

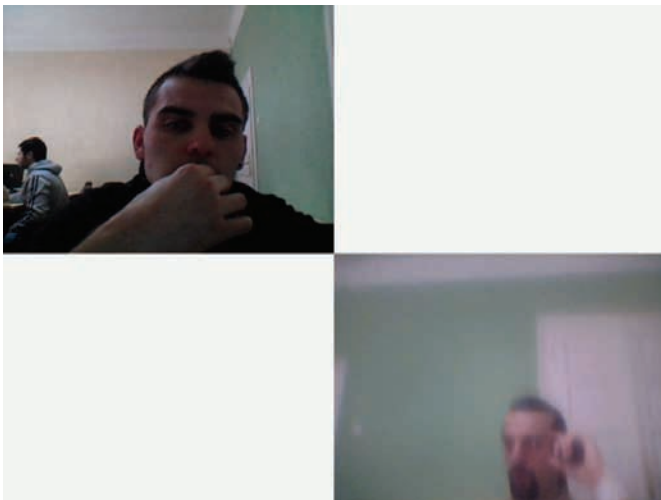


Figure 1. Conference screenshot (full screen)

3.2 RTCPeerConnection

RTCPeerConnection is the API used by WebRTC applications to create a connection between peers and communicate audio and video.

RTCPeerConnection has two tasks:

- Ascertain local media conditions, such as resolution and codec capabilities. This is the

metadata used for the offer and answer mechanism.

- Get potential network addresses for the application's host, known as *candidates*.

Once this local data has been ascertained, it must be exchanged via a signaling mechanism with the remote peer.

WebRTC needs four types of server-side functionality:

- User discovery and communication
- Signaling
- NAT/firewall traversal
- Relay servers in case peer-to-peer communication fails

Signaling is a process where clients coordinate communication by exchanging information such as the session control or error messages, bandwidth used for communication between peers, types of media that will be exchanged by users, also network data should be included such as IP address and port [2].

This process presents a way how clients can communicate with each other, and exchange contents containing the stable session. Signaling is not a part of WebRTC standards, main reason is compatibility with existing technologies, so we developed it in a way defined in proposed system.

Signaling approach in our system is developed using ICE framework, Socket.io and node.js.

ICE is a framework for connecting peers, such as two video chat clients.

Socket.IO is a JavaScript library for real-time web applications. It enables real-time, bi-directional communication between web clients and server. It has two parts: a client-side library that runs in the browser, and a server-side library for node.js. Both components have a nearly identical API. Like node.js, it is event-driven.

Node.js is cross-platform runtime environment for server-side and networking applications. Node.js applications are written in JavaScript, and can be run within the Node.js runtime on OS X, Microsoft Windows and Linux with no changes.

Node.js applications are designed to maximize throughput and efficiency, using non-blocking I/O

and asynchronous events [6]. It is commonly used for real-time applications due to its asynchronous nature. Node.js internally uses the Google V8 JavaScript engine to execute code, and a large percentage of the basic modules are written in JavaScript. Node.js contains a built-in asynchronous I/O library for file, socket, and HTTP communication, which allows applications to act as a Web server without software such as Apache HTTP Server or IIS.

NAT traversal, peer-to-peer networking, and the requirements for building a server app for user discovery and signaling, are beyond the scope of this article. Suffice to say that the STUN protocol and its extension TURN are used by the ICE framework to enable RTCPeerConnection to cope with NAT traversal and other network vagaries [7].

ICE tries to connect peers *directly*, with the lowest possible latency, via UDP. In this process, STUN servers have a single task: to enable a peer behind a NAT to find out its public address and port. (Google has a couple of STUN servers, one of which is used in our proposed system which is located at stun.l.google.com:19302.)

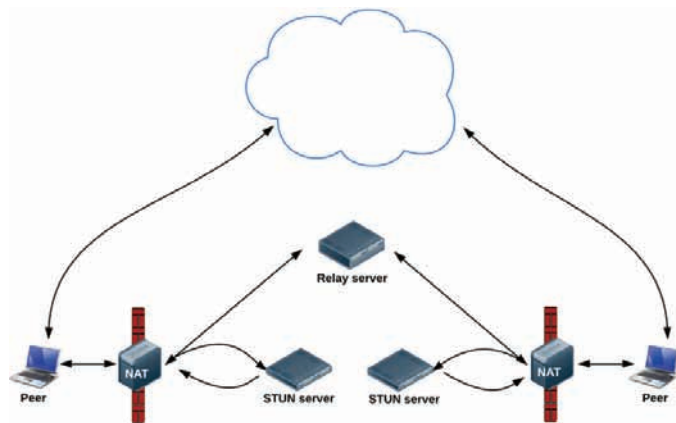


Figure 2. Finding connection candidates

4. System architecture

Application was developed by Panonit engineers for internal and external communication purposes. We have been using it for over a year (development and testing phase included) and it has proven very handy for office communication.

Backend application was developed as a java web application, using Apache Tapestry, an open-source component-oriented Java web application framework. Conferences are scheduled by a site administrator, several per day. Participants of the conference are provided with corresponding credentials. Only participants of the given conference can log into the application and join the call. When the user logs in, he's redirected to a page containing a single iFrame and logout button. iFrame targets the hosted conference page running on a node.js server (using a java script API), where the video stream from participants are merged.

The data containing sessions, users, calls, are stored in a SQL database. Conference calls are protected, it can only be joined from within our backend application, with a corresponding username and password. Any unauthorized access is blocked.

5. Results

Proposed system was actively tested for 6 months (at PANONIT d.o.o. offices). After initial deployment the system provided fairly stable and reliable performance, meaning there was no application crashes experienced. The only system reboots were done due to application of minor bug fixes. Signalling approach using Socket.io running on a Node server provided stable connection handling (e.g. opening, closing), as well as media capabilities selection management (e.g. codecs, resolution), with fast connection times.

Video call quality depends highly on available network bandwidth. In the one-to-one call, both encoder and decoder need to be capable of 720p@30fps, 2 Mbps throughput [4]. The multiparty call provides spatial scalability by the means of each encoder encoding and streaming three separate bitstreams of different resolutions to the RTC backend server. The server will send each receiving client only one of the three possible streams, based on their available bandwidth. The encoder needs to be capable of a total bandwidth of 1.8 Mbps, while the decoder needs to be capable of 3.2 Mbps bandwidth, with limitation of maximum number of 20 participants [4].

Figure 3 shows the results of human reported feedback. First two graphs represent feedback data gathered from the Talky [5]. It describes human reported feedback for two major browsers (Chrome and Firefox) based on the last 1528 conversations. Third graph shows evaluation results of proposed system deployed in PANONIT offices. It represents feedback gathered from firm's employees and associates. Somewhat higher evaluation results can be explained by testing environment. A large amount of videoconferencing was done for internal employee communication, and firm also disposes with high network bandwidth.

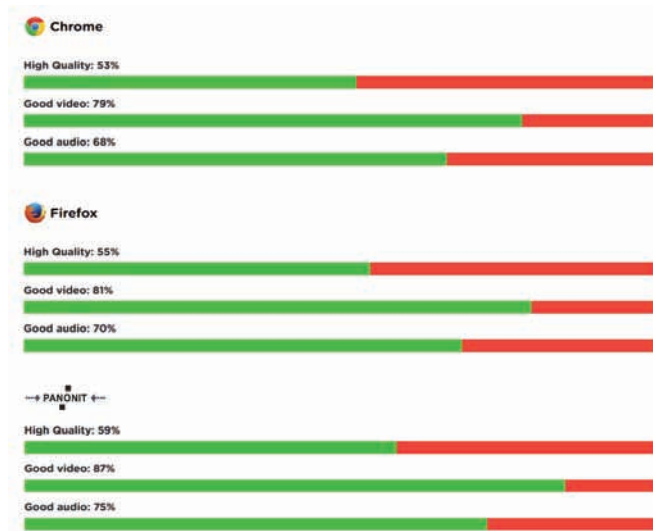


Figure 3. Video call assessment results

6. Conclusion

Proposed system, based on WebRTC, has shown loads of advantages, features. Simplicity is one of those advantages, quality of communication, and of course the potential of this technology alone, its growth rate and development expenses. System has proven as a great solution for internal and external communication tool. Even though WebRTC is still in development phase, it has been tested on a number of platforms (Windows, Ubuntu, Android, chrome OS, Firefox OS) and web browsers (Chrome, Mozilla, Opera). Current limitations are that there currently are a browsers that do not support WebRTC technology, like Safari and Internet Explorer. Since a number of large companies, like CISCO, are adding their contribution to project development, it is becoming

more clear that WebRTC is going to become a standard in web communication.

7. REFERENCES

- [1] Johnston, A., Burnett, D. (2012) "APIs and RTCWEB Protocols of the HTML5 Real-Time Web", Digital Codex LLC , USA.
- [2] <http://www.html5rocks.com/en/tutorials/webRTC/basics/>
- [3] Johnston, A., Yoakum, J., Singh, K. (2013) "Taking on webRTC in an enterprise", IEEE Communications Magazine, Vol. 51, No. 4, pp. 48 - 54.
- [4] Singh, V., Lozano, A. A., Ott, J. (2013). Performance analysis of receive-side real-time congestion control for WebRTC. In Proc. of IEEE Packet Video (Vol. 2013).
- [5] <http://iswebtrcreadyyet.com/>
- [6] Hughes-Croucher, T., Wilson, M. (April 2012) "Up and Running with Node.js" (First ed.), O'Reilly Media, p. 204, ISBN 978-1-4493-9858-3
- [7] Perkins, C., Westerlund, M., & Ott, J. (2012). Web Real-Time Communication (WebRTC): Media Transport and Use of RTP. draft-ietf-rtcweb-rtp-usage-05.
- [8] <http://www.webmproject.org/hardware/rtc-coding-requirements/>
- [9] Loreto, S., Pietro Romano, S. (2012). "Real-time communications in the web: Issues, achievements, and ongoing standardization efforts". IEEE internet computing, Vol. 16, No. 5, pp. 68-73.

PORTAL ZA PRETRAGU ODREĐENOG INTERNET DOMENA**PORTAL FOR SEARCHING AN INTERNET DOMAIN**

Jožef Marton Jung, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljena je implementacija portala za pretragu određenog Internet domena. Odlučeno je da će realizacija sistema biti klijent – server arhitektura. Serverska aplikacija vrši crawling i indeksiranje stranica sa određenih Internet domena. Takođe, serverska aplikacija pruža pristup funkcionalnostima za pretragu indeksiranih stranica preko REST servisa. Razvijene su dve klijentske aplikacije koje korisniku omogućuju pretragu na lak i jednostavan način. Jedna klijentska aplikacija je razvijana za veb brauzere, a druga klijentska aplikacija je razvijana za Android operativni sistem.

Abstract – This paper presents an implementation of a portal for searching an Internet domain. It was decided that the architecture of the system will be client – server architecture. The server side application does the crawling and indexing of the pages from an Internet domain. Beside these tasks, the server side application exposes it's functionalities for searching through a REST service. Two client side applications has been developed enabling easy and simple searching. One client side application targets web browsers, and the other one targets devices with Android operating system.

Ključne reči: *Crawling, Indeksiranje, Pretraga, Lucene, Hibernate Search, AngularJS, Android*

1. UVOD

Živimo u digitalnom dobu u kojem smo okruženi raznoraznim informacijama. Ove informacije nemaju vrednost ako ih ne možemo pronaći. Zbog ovoga se javlja potreba za pretragom ovih informacija. Određeni internet domeni imaju svoje specifičnosti u koje spada i jezik na kojem je većina sadržaja i koji određuju pretprocesiranje tekstualnih sadržaja [5].

U ovom radu implementirana je aplikacija koja je namenjena za pretragu HTML dokumenata koji se nalaze na domenu Novosadskog univerziteta i pripadajućih fakulteta. Vršiti se pretprocesiranje sadržaja koji je specifičan za Srpski jezik – vrši se pretvaranje ćiriličnih slova u latinicu i vrši se *stemming* (svodenje reči na koren reča) specifičan za Srpski jezik [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ivanović, docent.

Implementirana aplikacija koja vrši gore navedene funkcionalnosti je serverska aplikacija koja je pisana u Java programskom jeziku.

Ova aplikacija pruža pristup funkcionalnostima pomoću REST (Representational State Transfer) servisa koja omogućuje izvršenje pretrage. Pored pretrage, serverska aplikacija vrši i prikupljanje HTML dokumenata sa domena Univerziteta Novog Sada i pripadajućih fakulteta radi indeksiranja.

Pošto je serverska aplikacija korisniku ne pruža grafički korisnički interfejs, neophodno je bilo implementirati klijentsku aplikaciju koja omogućuje korisniku laku interakciju sa serverskom aplikacijom.

U okviru ovog rada implementirana su dve klijentske aplikacije. Jedna je namenjena za korišćenje iz veb pretraživača, a druga je namenjena za pametne uređaje koju pokreću Android operativni sistemi. Obe aplikacije koriste REST servise serverske aplikacije za izvršenje pretrage korisnika.

2. SPECIFIKACIJA ZAHTEVA

Nefunkcionalni i funkcionalni zahtevi sistema su sledeći:

- Arhitektura sistema treba da bude klijent – server arhitektura. Sistem treba da poseduje jednu serversku aplikaciju i jednu ili više klijentskih aplikacija (u ovom radu su implementirane dve klijentske aplikacije).
- Serverska aplikacija treba da ima implementiran pristup funkcionalnostima pomoću REST API-a.
- Konfiguracija serverske aplikacije treba da bude odvojena od same aplikacije.
- Serverska aplikacija treba da implementira logovanje poruka o radu.
- Klijentska aplikacija treba da omogući prikaz interfejsa na engleskom i srpskom jeziku uz mogućnost proširenja na ostale jezike.
- Klijentska aplikacija treba da omogući konfiguraciju parametara za pretragu.
- Klijentska aplikacija treba da ima mogućnost čuvanja konfiguracije na klijentskoj strani.
- Serverska aplikacija u toku inicijalizacije vrši učitavanje konfiguracionog fajla sa unapred definisane lokacije.
- Serverska aplikacija zahteva pravilno iskonfigurisanu bazu podataka sa kreiranom tabelom u kojoj će moći da snimi sadržaj stranice.

- Nakon inicijalizacije serverska aplikacija pokreće proces crawling-a. Osnovni (seed) URL za crawling treba da bude konfigurisan u konfiguracionom fajlu.
- U procesu crawling-a za svaki resurs se određuje da li treba učitati. Ako treba, vrši se učitavanje resursa, a nakon toga vrši i indeksiranje.
- Proces indeksiranja se sastoji od dva dela. Prvi deo je snimanje učitane stranice u bazu podataka – ovo je potrebno za generisanje dinamičnih sažetaka. Drugi deo je indeksiranje stranice pomoću Hibernate Search-a koja koristi Lucene.
- Klijentska veb aplikacija radi u veb brauzeru korisnika i treba da omogući osnovno i napredno pretraživanje preko REST servisa serverske aplikacije.
- Klijentska veb aplikacija notifikuje korisnika o raznim događajima u toku rada aplikacije, kao što su: poruka o nepostojanju rezultata pretrage, poruka o uspešnosti sačuvanih konfiguracionih parametara, itd.
- Klijentska Android aplikacija radi na uređajima na kojima se nalazi Android operativni sistem. I ova aplikacija treba da omogući korisniku osnovnu i naprednu pretragu preko REST servisa serverske aplikacije.
- Klijentska Android aplikacija notifikuje korisnika o raznoraznim događajima u toku rada aplikacije, kao što su: uspešnost pretrage, uspešnost sačuvanih konfiguracionih parametara, itd.
- Klijentska Android aplikacija treba da ima mogućnost otvaranja linka u ugnježđenom pretraživaču i u podrazumevanom pretraživaču koji je konfigurisan u Android operativnom sistemu. Ovo treba da bude konfigurabilno, i korisnik treba da podešava ovo svojstvo.

3. ARHITEKTURA SISTEMA I IMPLEMENTACIJA

U ovom radu je prikazan implementirani sistem koji se sastoji od tri aplikacije:

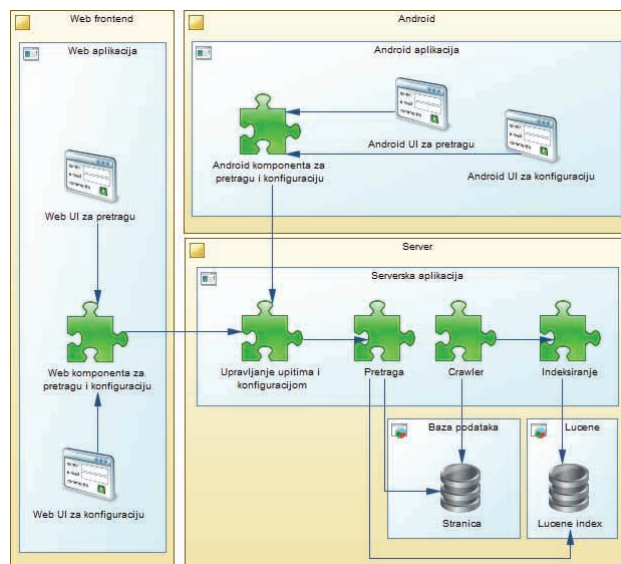
- Serverska aplikacija koja vrši crawling i indeksiranje i pretragu indeksa. Takođe serverska aplikacija nudi pristup funkcionalnostima za pretragu pomoću REST API-a.
- Klijentska veb aplikacija koja je namenjena za veb brauzere
- Klijentska aplikacija za Android operativni sistem

Dijagram komponenti prikazan je na slici 3.1.

3.1. Serverska aplikacija

Kao što je prikazano na slici 3.1, server sadrži serversku aplikaciju, bazu podataka, i *Lucene* indeks.

Serverska aplikacija je veb aplikacija pisana u Java programskom jeziku. Koristi Spring okvir za razvoj. Aplikacija zahteva server koja implementira Servlet 3.0 tehnologiju (ili noviju). Pristup bazi podataka se vrši pomoću JPA-a [4].



Slika 1. Dijagram komponenti

Serverska aplikacija se sastoji od četiri većih komponenti:

- Komponenta za upravljanje upitima i konfiguracijom
- Komponenta za pretragu
- *Crawler* komponenta
- Komponenta za indeksiranje

Komponenta za upravljanje upitima i konfiguracijom se sastoji od REST API-a pomoću kojeg klijentske aplikacije mogu da izvrše upite. Pod konfiguracijom se misli na konfiguraciju upita. Kada klijenti šalju upit, mogu i slati željenu konfiguraciju za dati upit. Pošto je REST API serverske aplikacije *stateless*, svaki klijent treba da vodi računa o konfiguraciji upita. Za izvršenje upita, komponenta za upravljanje upitima i konfiguracijom koristi komponentu za pretragu. Za implementaciju REST API-a koristi se biblioteka *RESTEasy*.

Komponenta za pretragu parsira i izvršava upit. To se radi na sledeći način: pretvara se JSON zahtev za pretragu u domenski objekat i na osnovu domenskog objekta se vrši konstruisanje *Lucene* upita. Nakon toga izvršava se *Lucene* upit, i za dobijene rezultate učitavaju se odgovarajući entiteti iz baze podataka [2][3]. Ti entiteti sadrže sadržaj stranice. Tako da se za svaki element iz rezultata formira dinamički sažetak na osnovu sadržaja stranice. Posle ovoga skup rezultata se transformiše u domenski objekat koja predstavlja odgovor. Na kraju procesa ovaj domenski objekat se pretvara u JSON koja će biti poslata kao odgovor na dat zahtev. Komponenta za pretragu koristi *Hibernate search* biblioteku za pretragu indeksa [2]. Za učitavanje sadržaja pronađenih stranica koristi se JPA [4].

Komponenta za crawling i indeksiranje su čvrsto vezani. Kada se pokreće aplikacija, iz konfiguracione datoteke se učitava konfiguracija koja definiše domene koje treba obraditi (indeksirati). Na osnovu ove konfiguracije *crawler* čita resurs i proverava da li treba indeksirati. Ako treba indeksirati, učitava sadržaj resursa i snima ga u bazu podataka. Prilikom snimanja, komponenta

za indeksiranje vrši indeksiranje (koristeći *Lucene*) snimljenog entiteta.

Ova komponenta takođe koristi biblioteke Hibernate search i JPA. Hibernate search koristi Lucene u pozadini [2][3][4].

Pored ovih biblioteka, ova komponenta koristi JSOUP biblioteku za obradu učitane stranice.

3.2. Klijentska veb aplikacija

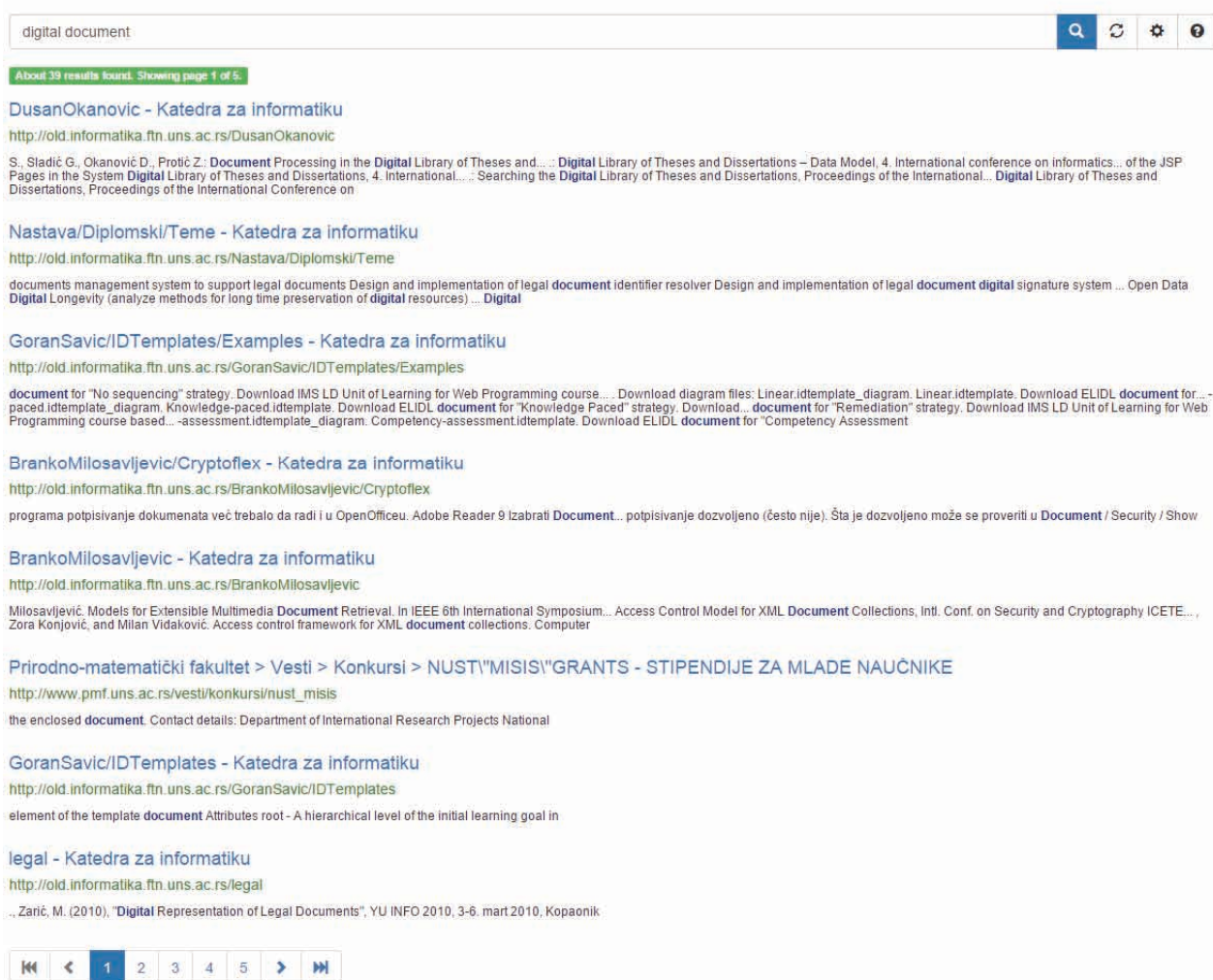
Klijentska veb aplikacija je pisana u Javascript programskom jeziku. Aplikacija koristi AngularJS okvir za razvoj. Pored toga koristi se i biblioteka Bootstrap koja

je namenjena za poboljšanje izgleda stranice bez dodatnog CSS-a.

Klijentska veb aplikacija se sastoji od dva dela: jedan služi za izvršenje pretrage i vizualizaciju rezultata, a drugi deo služi za konfiguraciju. Koristi API koji je definisan u okviru serverske aplikacije. Prednost Javascript aplikacije je da aplikacija u potpunosti radi na klijentskoj strani u veb pretraživaču korisnika.

Ovo ima dve prednosti: minimizuje opterećenje veb servera na kom se aplikacija nalazi, i aplikacija može da bude postavljena na bilo koji veb server (ne zavisi od tehnologije, na primer server ne treba da podrži Servlet tehnologiju). Izgled klijentske veb aplikacije se nalazi na slici 3.2.

Client application for FTN search engine



Slika 1. Klijentska veb aplikacija

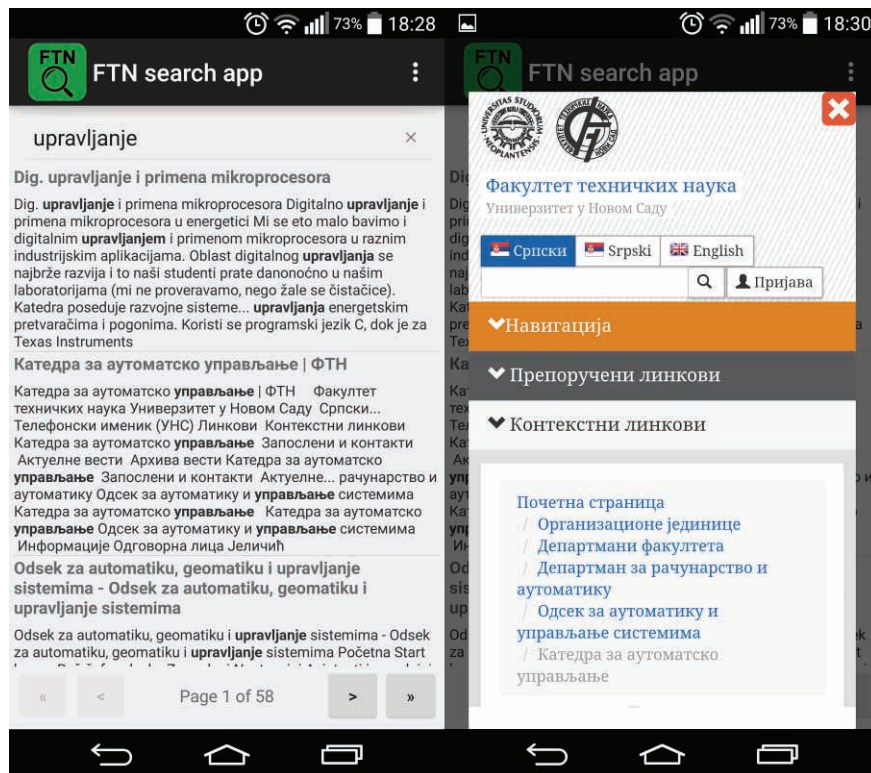
3.3. Klijentska Android aplikacija

Klijentska Android aplikacija je pisana u Java programskom jeziku za uređaje koje pokreću Android operativni sistem.

Funkcionalnosti aplikacije u potpunosti odgovaraju funkcionalnostima veb aplikacije, s tim što Android aplikacija omogućuje otvaranje linka iz seta rezultata ili u

ugnježdenom pretraživaču ili u podrazumevanom pretraživaču.

Razlika je u reprezentaciji korisničkog interfejsa – aplikacija je prilagođena manjim ekranima i optimizovan za korišćenje na mobilnim uređajima. Izgled klijentske Android aplikacije je prikazana na slici 3.3.



Slika 3. Klijentska Android aplikacija

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize već postojećih sistema za pretragu određenih domena, određen je osnovni skup funkcionalnosti koja treba da bude implementirana da bi dobili jedan sistem koji vrši pretragu i indeksiranje specifičnih domena.

U ovom radu je prezentovana implementacija jednog takvog sistema. Implementiran sistem se sastoji od serverske aplikacije, koja vrši pretragu i indeksiranje sadržaja određenih Internet domena, i od dve klijentske aplikacije koje koriste servis serverske aplikacije – jedana aplikacija je namenjena za veb pretraživač, a druga aplikacija je namenjena za pametne uređaje sa Android operativnim sistemom.

Implementirana serverska aplikacija je relativno jednostavna, tako da neki od budućih pravaca razvoja mogu da budu sledeći:

- Proširiti funkcionalnost pretrage sa razvijanjem posebnog jezika za pretragu.
- Umesto relacije baze podataka za skladištenje sadržaja implementirati skladištenje sadržaja pomoću distribuirane baze podataka ili pomoću distribuiranog file system-a.
- Implementirati distribuiran Lucene indeks. Trenutna implementacija čuva Lucene indeks na istom računaru gde se aplikacija izvršava.
- Potpuno razdvojiti implementaciju indeksiranja od implementacije prikupljanja podataka koristeći neki okvir za razvoj za streaming podataka. Na primer: implementirati komponentu koja prikuplja podatke (crawler) i stavlja ih u stream, i implementirati a komponentu koja vrši indeksiranje podataka

stavljenih u stream. Sa ovakvim pristupom distribucija postaje lakša, i celokupni sistem postaje otporan na greške i kvarove. Ovakvu arhitekturu je moguće postići, na primer, korišćenjem Apache Samza okvira za stream procesiranje i korišćenjem Apache Hadoop za distribuciju sistema.

5. LITERATURA

- [1] D. Ivanović, B. Milosavljević. (2015). Upravljanje digitalnim dokumentima. Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka.
- [2] Hatcher, E., & Gospodnetić, O. (2010). Lucene in Action (2nd ed.). Saintmpford: Manning Publications
- [3] Bernard, E., & Griffin, J. (2009). Hibernate search in action. Greenwich: Manning.
- [4] Keith, M., & Schnicariol, M. (2009). Pro JPA 2 mastering the Java Persistence API. New York: Apress.
- [5] Manning, C., & Raghavan, P. (2008). Introduction to information retrieval. New York: Cambridge University Press.

Kratka biografija:



Jožef Marton Jung rođen je u Novom Sadu 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjene računarske nauke i informatika odbranio je 2015.god.

One solution for DVB stream data processing with additional Internet services support

Velibor Stevanović, Milan Savić, Bojan Škipina, Damir Kličković

Abstract — This paper presents one solution of DVB (Digital Video Broadcasting) stream data processing with additional Internet services support on Android based system. Teletext, subtitles and SSU (System Software Update) are all extracted from DVB transport stream and processed by modules in DTV (Digital Television) software stack. Additional information about running TV program is acquired from the Internet (e.g. information about running shows, commercials etc.). Some technical details along with ideas behind aforementioned processing of TV data are described in this paper.

Keywords — Android, DVB, Internet, System Software Update, Subtitles, Teletext, Television.

I. INTRODUCTION

AS the number of modern TV sets with access to the Internet (so-called connected TVs) increases, new ways of acquiring TV data emerges. Besides data extracted from the DVB transport stream, additional information can be gathered from the Internet services. Second chapter of this paper will address acquisition and processing of DVB stream data. Teletext, subtitle and System Software Update (SSU) processing will be discussed there. Third chapter will be based on the idea behind and reasons for gathering data from the Internet services. The fourth chapter contains information regarding implementation of software modules mentioned in this paper as a part of DTV software stack [1] which is shown in

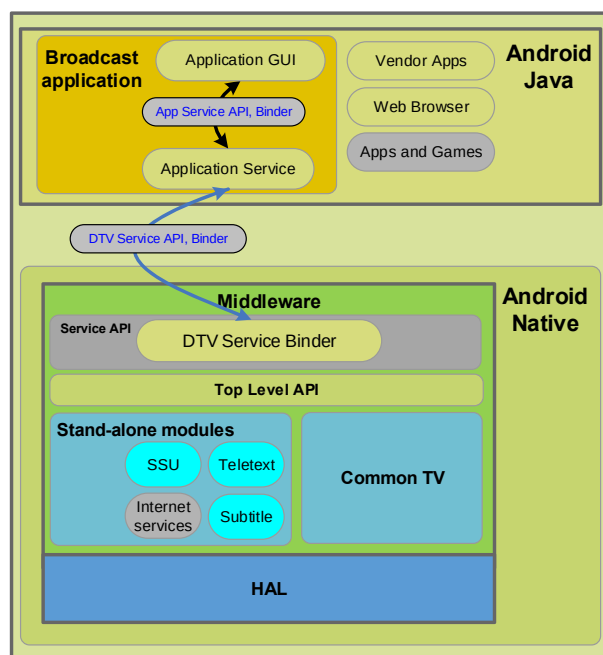


Figure 1.

The test platform for this work is under Android OS and DTV software stack is integrated as part of the native service. Broadcast application framework is extension of Android application framework which provides TV functionality. Communication with the native service is completed by using binder Inter-Process Communication (IPC).

Velibor Stevanović, Faculty Of Technical Science (Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Serbia (e-mail: Velibor.Stevanovic@rt-rk.com)).

Milan Savić, RT-RK Institute for Computer Based Systems LLC, Narodnog fronta 23a, 21000 Novi Sad, Serbia (e-mail: Milan.Savic@rt-rk.com).

Bojan Škipina, RT-RK Institute for Computer Based Systems LLC, Narodnog fronta 23a, 21000 Novi Sad, Serbia (e-mail: Bojan.Skipina@rt-rk.com).

Damir Kličković, RT-RK Institute for Computer Based Systems LLC, Narodnog fronta 23a, 21000 Novi Sad, Serbia (e-mail: Damir.Klickovic@rt-rk.com).

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz master rada Velibora Stevanovića. Mentor je bio dr Ilija Bašičević.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji ETRAN, Vrnjačka Banja, juni 2014.

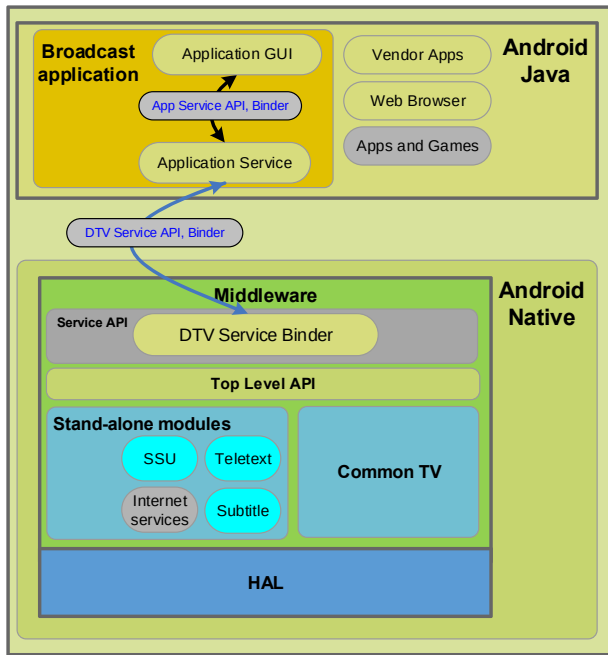


Figure 1: Software structure

II. PROCESSING OF DVB STREAM DATA

DVB uses MPEG transport stream as a standard format for transmission. Transport stream is specified in [2]. Transport stream consists of multiple Packetized Elementary Streams (PES) and Program-specific Information (PSI). Audio, video and additional data PES streams are multiplexed as shown in **Figure 2**.

These stream components allow different kind of data to be transmitted and finally processed by adequate modules of middleware as described below.

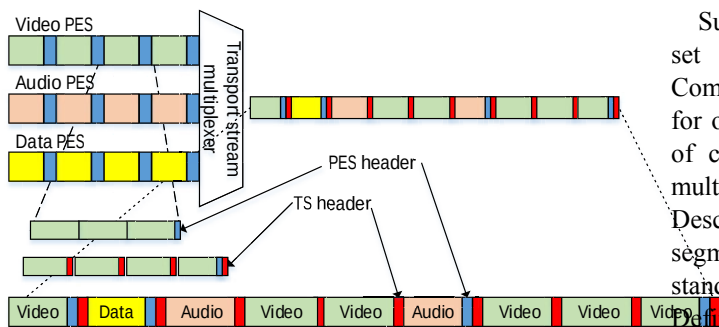


Figure 2: Transport stream structure

A. Teletext

Teletext is a television information service developed in the United Kingdom in the 1970s. Teletext represents a mean of conveying text and diagrams to television sets. Most commonly, news, weather and TV schedules are the information sent via teletext. Subtitles are another service which can be transmitted as a part of the teletext.

In digital television, according to DVB standard [3], teletext data are transmitted in PES packets. One television program can have multiple teletext streams of different types and/or languages. Teletext descriptors are found in Program Map Tables (PMT, one of the PSI tables) and

they contain information about teletext language, teletext type (e.g. initial page, subtitle page etc.) and Packet Identifier (PID) for each of the available teletext streams.

Upon discovery of the available teletext stream, middleware starts acquisition of teletext data (teletext PES packets) with adequate teletext PID.

Every PES packet contains 45 bytes which allows whole teletext line to be stored in a single packet. Teletext line contains 40 characters, where one byte represents one character. Remaining 5 bytes are used for storing teletext control data (page identifier, language, character set etc.). Teletext page is comprised out of 24 lines.

B. Subtitles

Subtitles are used as a textual representation (transcription) of dialog or commentary in movies, television shows etc. DVB subtitles are carried in PES packets as defined in ETSI EN 300 743 [4] standard. Besides textual data, DVB subtitles can transmit images such as logos etc.

Subtitle stream conveys one or more subtitle services which contain textual and/or graphical information used for subtitles or particular purpose glyphs. Subtitle services use pages to display its information associated to the video image. One subtitle page can contain multiple regions which are rectangular areas defined by a region identifier, size, position and color.

Presentation of subtitle stream is defined by the Presentation Time Stamp (PTS) in the PES header. Page content is displayed at the time specified in the accompanying PTS. This ensures synchronization of subtitles and video stream. Each page has a time-out after which page ceases to exist. Definition of a new page also causes previous page to be removed.

Subtitling descriptor, defined in [5], contains specified set of attributes needed to decode subtitle service. Composition page is a mean of conveying subtitle elements for one specific subtitle service. Ancillary page is a mean of conveying subtitle elements that may be shared by multiple subtitle services within a subtitle stream. Descriptor can also contains so-called display definition segment which defines display sizes different from standard definition (i.e. other than 720x576 – e.g. for High Definition TV).

C. System software update

SSU stands for the update of receiver software transmitted over the DVB systems as proposed in [6]. There are two profiles for software update services regarding the signaling of the service: simple and Update Notification Table (UNT) enhanced profile. Simple profile software update services are using signaling in NIT (Network Information Table), BAT (Bouquet Association Table) and PMT. Enhanced profile software update services are using signaling in UNT which carries scheduling and targeting for the update service.

Update service data can be carried in proprietary format streams (specific to the manufacturer) or in standard update carousel (potentially shared between

manufacturers).

III. PROCESSING OF INTERNET SERVICE DATA

As stated in the introduction, connected TV sets give opportunity for additional data to be acquired from the Internet. Information which cannot be found in the DVB stream now can be accessed on the Internet. It can be provided from specific Internet services, whether that is information about running program, name of the leading actress in a movie etc.

Internet services can also be used for Automatic Content Recognition (ACR) which allows the content played from sources other than DVB stream (e.g. DVD, Blu-ray players etc.) to be recognized. Using gathered data, related content and advertisements can be presented to the user or passed to some other service for additional data acquisition.

Communication with mentioned Internet services can be accomplished by using some application layer Internet protocol (e.g. HTTP).

IV. EXISTING SOLUTIONS

This has been an attempt to integrate DVB stream data processing on the Android based system for the first time. Other existing solutions have been based on Real Time OS (RTOS) or Linux OS. Challenges and implementation of this solution under Android are depicted in the following chapters.

V. IMPLEMENTATION

Encountered DTV software stack was lacking support for teletext, subtitle and SSU, and as such, needed to be changed. Idea was to integrate stand-alone modules and take full advantage of the Hardware Abstraction Layer (HAL) shown in the **Figure 3**. HAL is divided into three parts which are developed on top of the chipset driver software:

- TBOX: It is the toolbox part. Its purpose is to declare some helpful functions and macros, in order to log messages, measure times, etc.
- TKEL: Thin Kernel Encapsulation Layer. It is an abstract layer for the real-time operating system.
- TDAL: Thin Driver Adaptation Layer. It is the abstract layer for the drivers. Each functional zone (audio/video, OSD, demultiplexer, tuner, etc.) is covered by one module.

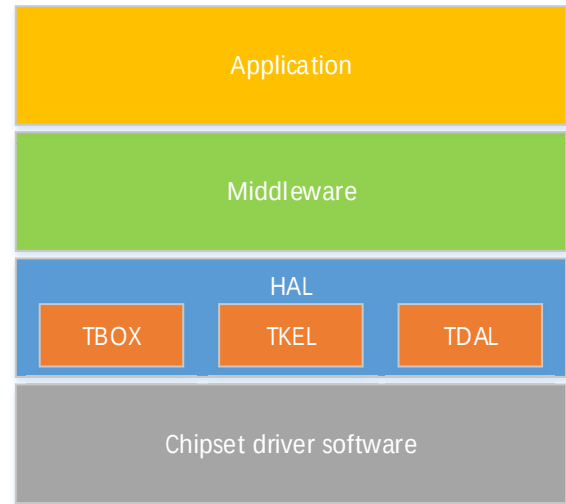


Figure 3: Hardware abstraction layer in DTV software stack

The first goal was to modify and port some of the HAL modules to enable full support for all of the data acquisition and processing.

Creation of the uniform top-level API was the second goal which these modules had to fulfill. This was needed to ensure successful communication with Android application. Rest of this chapter describes processes and effort that were required to integrate this solution.

A. Teletext

Teletext module, which acquires and processes teletext data, consists of four components: component for acquisition of PES packets, component for building teletext pages, teletext page database and component for display of teletext pages. Structure of the teletext module is shown in **Figure 4**.

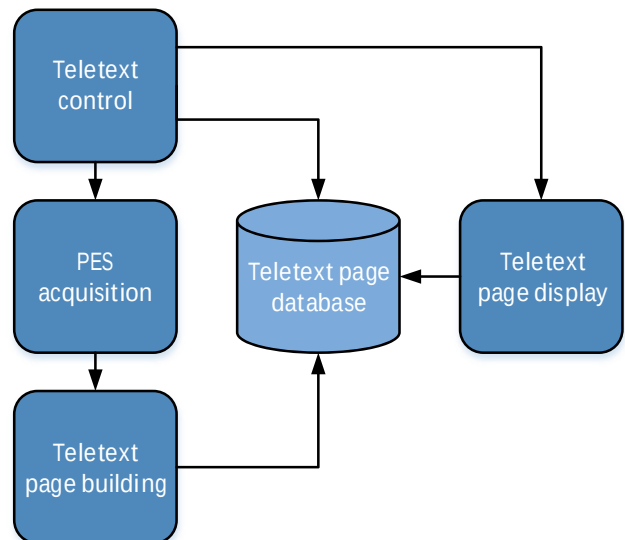


Figure 4: Teletext module structure

Teletext PES packets are stored in a circular buffer. Building of teletext page starts with searching the circular buffer. All of the packets which are a part of a single page are decoded and grouped to make a page. After building,

teletext pages are stored in the database. Every requested page is retrieved from the database. Since teletext pages are in the form of character strings, it is needed to generate bitmaps before displaying them on the screen. After bitmaps have been created, they are sent to the graphics module which actually draws the teletext pages. Sequence diagram for starting teletext display is shown in the **Figure 5**.

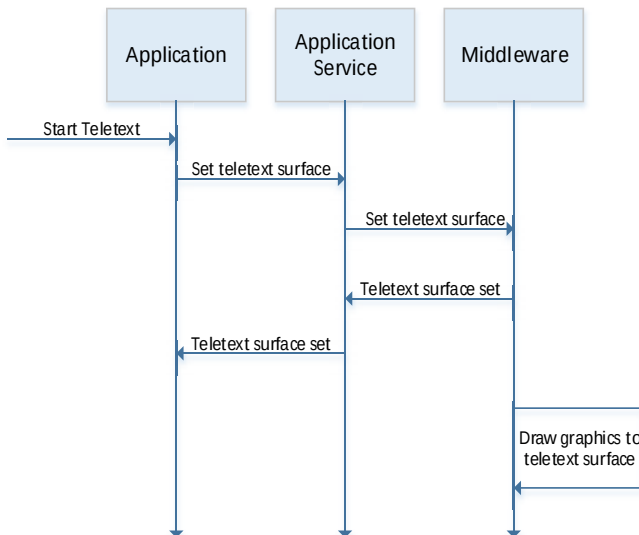


Figure 5: Teletext display sequence diagram

B. Subtitles

Subtitle module acquires subtitle PES packets and decodes subtitle data when user requests subtitle. After acquisition of subtitle PES packets, those packets are decoded and subtitle pages are generated. Similarly to teletext pages, textual subtitle pages also have to be turned into bitmaps before being displayed on the screen. Subtitle module uses PTS Matching module to ensure synchronization of subtitles. PTSM needed to be integrated into HAL as shown in **Figure 6**.

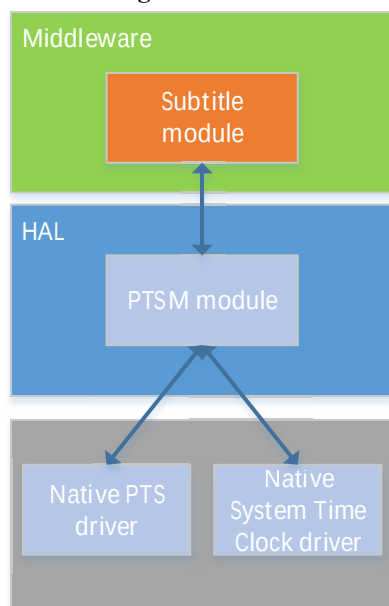


Figure 6: PTSM module in HAL

C. System software update

Two modules represent SSU integration in DTV software stack: trigger and downloader module. Trigger module detects presence of the software update in the stream (or some other medium, e.g. USB storage device) and then triggers downloader module which starts acquisition of SSU image. SSU download can be started automatically or manually from the SSU settings menu.

Update process is performed using the build-in Android update mechanism. After image has been downloaded and placed in the */cache* partition, Android Recovery Console (RC) is started and it installs the update. This process allows for all of the user data to be preserved by keeping the content of the */data* partition unchanged.

D. Internet service data

Processing of Internet service data is done by middleware module shown in

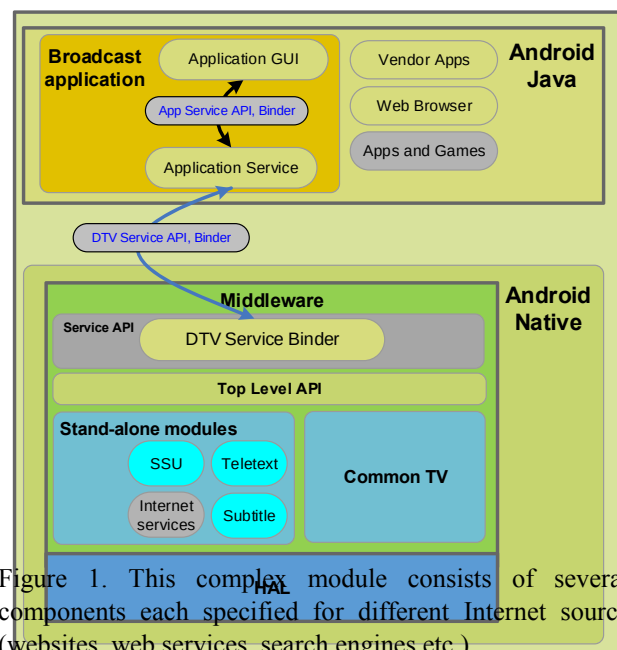


Figure 1. This complex module consists of several components each specified for different Internet source (websites, web services, search engines etc.).

Components use HTTP for communication with content providers. Each component creates a specific request (using an existing web API e.g. GraceNote's API [7]) and sends it with HTTP GET to the adequate Internet service. Once response has been received, it is parsed and processed accordingly and extracted information is stored in the memory as a C structure. These structures are then sent to the application via binder and reconstructed as Java objects on the application side. Finally, gathered data are presented to the user.

On the other hand, by using Android Intent mechanism it is possible to start dedicated application whether it is a web browser or some other specialized application to display additional information about running content. Electronic Program Guide (EPG) uses this method to

enable users to search IMDb (Internet Movie Database) for the selected EPG event.

```
...  
  
Intent intent = new Intent();  
  
intent.setAction(android.content.Intent.ACTION_VIEW);  
  
StringBuilder builder = new  
StringBuilder();  
  
intent.setData(Uri.parse(builder.append("http://www.imdb.com/find?q=").append(movieName).toString()));  
  
...  
  
ctx.startActivity(intent);
```

- [3] ETSI EN 300 472 V1.3.1 (2003-05) Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for conveying ITU-R System B Teletext in DVB bitstreams.
- [4] ETSI EN 300 743 V1.3.1 (2006-11) Digital Video Broadcasting (DVB); Subtitling systems.
- [5] ETSI EN 300 468 V1.11.1 (2010-04) Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems.
- [6] ETSI TS 102 006 V1.3.1 (2004-05) Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for System Software Update in DVB Systems.
- [7] Gracenote (2013, Jan. 14). eyeQ Web API Reference (Version 1.3.2) [Online]. Available: <http://www.developer.gracenote.com/sites/default/files/eyeq-webapi-ref.pdf>

VI. PERFORMANCES

Android OS was not initially intended to be used for DVB stream processing. In contrast to existing RTOS or Linux based systems, this presented an effort for adaptation of Android OS to fully accommodate DVB data acquisition and show satisfactory performance.

When compared to other ‘non-Android’ solutions, it has been observed that systems behaved and performed very similarly. [Most substantial divergence in performance was caused by differences between hardware platforms.] Final finding is that this solution fulfilled performance requirements as part of the DTV software stack.

VII. CONCLUSION

Main contribution of this solution is integration of said TV functionality into an Android based system. Different data can be transmitted via DVB stream such as pictures, teletext and even software updates. This solution enables acquisition and processing of that data in manner described in this paper. Modularity of this solution allows the whole system to be more flexible and portable. Internet and DVB stream data complement each other and open a new dimension for user’s TV experience. These technologies make television much more interactive and more personally tailored for the user.

ACKNOWLEDGMENT

This work was partially supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia under Grant TR32014.

REFERENCES

- [1] M. Vidakovic, N. Teslic, T. Maruna, and V. Mihic, “Android4TV: a proposition for integration of DTV in Android devices”, submitted for publication in Proceedings of the 30th IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), January 2012.
- [2] ISO/IEC 13818-1:2013 Information technology -- Generic coding of moving pictures and associated audio information -- Part 1: Systems.

DIMENSIONISANJE RASKLOPNE OPREME U PRENOSNIM MREŽAMA**DIMENSIONING OF SWITCHING EQUIPMENT IN THE TRANSMISSION NETWORKS**Vladan Jovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu izložen je proračun struja kratkih spojeva, na osnovu kojih se dimenzioniše rasklopna oprema u prenosnim mrežama. Proračun karakterističnih struja kratkih spojeva vršen je korišćenjem smernica koje predlažu IEC Standard i ANSI/IEEE Standard. U programskom jeziku C++ razvijena je funkcija za proračun kapaciteta visokonaponske rasklopne opreme. Za analizu rezultata ove funkcije korišćena je jedno-stavna test prenosna mreža.

Abstract – This paper presents a calculation of the short circuit currents which is used for dimensioning of switching equipment in the transmission networks. Calculation of characteristic short-circuit currents was carried out using the guidelines proposed by the IEC Standard and ANSI/IEEE Standard. Function for calculation of high voltage switching equipment capacity is implemented in C++ programming language. For analyzing the results of this function, simple power system test network is used.

Ključne reči: Izbor prekidačke opreme, struja kratkog spoja, udarna struja, struja prekidanja, termička struja.

1. UVOD

Jedan od osnova za rešavanje niza problema pri planiranju, projektovanju i eksploataciji elektroenergetskih sistema su proračuni kratkih spojeva [1]. Jedan od tih problema je izbor parametara opreme pri projektovanju elektroenergetskih objekata. Pod ovim problemom pre svega se misli na proračun karakterističnih struja kratkih spojeva, na osnovu kojih se dimenzioniše visokonaponska rasklopna oprema.

U ovom radu prikazani su IEC Standard [2] i ANSI/IEEE Standard [3]. To su dva vodeća standarda u svetu koji daju detalje preporuke na koji način treba da se sprovedu proračuni struja kratkih spojeva pri dimenzionisanju rasklopne opreme.

Veličina struje kratkog spoja posebno je značajna za izbor nekih bitnih naznačenih parametara rasklopne opreme, kao što su udarna struja, struja isključenja itd. Izbor ovih parametara vrši se prema najvećoj struji trofaznog kratkog spoja, s tim što se mora izvršiti njihova provera i za najveće struje zemljospoja [1]. Ovo se preporučuje, jer struje pri kvarovima sa zemljom u nekim slučajevima mogu nadmašiti struju trofaznog kratkog spoja. Ali, adekvatnom politikom uzemljenja zvezdišta transformatora, takve situacije mogu se relativno lako izbeći.

NAPOMENA:

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

2. VISOKONAPONSKA RASKLOPNA OPREMA

Od rasklopne opreme u prenosnim mrežama koriste se prekidači i rastavljači, jer je ostala rasklopna oprema dimenzionisana obično do 35 kV naponskog nivoa [4].

Prekidači su sklopni aparati koji mogu da uspostavljaju, trajno provode i prekidaju struje u normalnim pogonskim uslovima, kao i da uspostavljaju, kratkotrajno podnose i prekidaju naznačene struje kratkog spoja [4]. Bez obzira koje su vrste, prilikom izbora prekidača proverava se kapacitet njihove izdržljivosti na struje kratkog spoja (udarna struja, prekidna struja, termička struja), ali i na normalne pogonske uslove (maksimalna radna struja i maksimalni radni napon).

Rastavljači su sklopni aparati koji služe da vidno i sigurno odvoje deo postrojenja koji nije pod naponom, od dela koji je pod naponom, kako bi omogućili pristup pojedinim elementima postrojenja, dok su drugi delovi u pogonu [4]. Karakteristične veličine i kriterijumi izbora rastavljača su: jednosekundna podnosiva struja (koja je ekvivalentna termičkoj struji), maksimalna radna struja i napon u normalnim radnim uslovima.

3. NESIMETRIČNA STANJA U TROFAZNIM MREŽAMA

Pri pojavi različitih poremećaja (namernih ili nenaamernih), ili pogrešnih manipulacija, sistem (koji je prethodno normalno radio u uslovima geometrijske i pogonske simetrije) može preći u neki od abnormalnih radnih režima, okarakterisanih nesimetričnim stanjima [1]. Najčešći uzroci nesimetričnih stanja su kvarovi, u prvom redu kratki spojevi.

Po IEC Standardu [2] *kratak spoj* je slučajan ili nameran spoj provodnika, posredstvom malog otpora ili impedanse, između dve ili više tačaka, koje su obično pod različitim naponom. Sa druge strane, *struja kratkog spoja* je povećana struja prouzrokovana kratkim spojem, u električnom kolu u kojem se dogodio kratak spoj. Ukupna struja kratkog spoja (i_k) se može izraziti kao zbir aperiodične prolazne (jednosmerne) komponente (i_{DC}) i sinusoidne (naizmenične) komponente (i_{AC}):

$$i_k(t) = i_{DC}(t) + i_{AC}(t), \quad (3.1)$$

dok su opšti izrazi za svaku od dveja komponenta struje kratkog spoja dati u referenci [1].

4. PRIMENA IEC STANDARDA PRI PRORAČUNU KRATKIH SPOJEVA

Prema IEC Standardu [2] definišu se sledeće karakteristične veličine kratkog spoja:

Početna simetrična struja kratkog spoja (I_k'') predstavlja efektivnu vrednost naizmenične komponente očekivane struje kratkog spoja, u trenutku nastanka kratkog spoja:

$$I_k'' = c_{max} U_n / \sqrt{3} \cdot |\hat{Z}_k|; \quad (4.1)$$

gde su:

c_{max} naponski faktor, koji prema IEC Standardu [2] iznosi 1.1 za prenosne mreže;

U_n nazivni napon mreže na mestu kratkog spoja;

$\hat{Z}_k$ ekvivalentna impedansa mreže gledana odočno sa mesta kratkog spoja.

Udarana struja kratkog spoja (i_p) predstavlja najveću moguću trenutnu vrednost očekivane struje kratkog spoja:

$$i_p = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_k''; \quad (4.2)$$

$$k = 1.02 + 0.98 \cdot e^{-3R/X}; \quad (4.3)$$

gde su:

k udarni faktor,

R/X odnos koji se dobija iz ekvivalentne impedanse mreže gledana odočno sa mesta kratkog spoja.

Simetrična rasklopna struja kratkog spoja I_b predstavlja efektivnu vrednost integrala jednog ciklusa simetrične naizmenične komponente očekivane struje kratkog spoja, u trenutku razdvajanja kontakata prvog pola prekidača:

$$I_b = I_{kQ}''; \quad (4.4)$$

gde je I_{kQ}'' početna simetrična struja kratkog spoja mreže. Simetrična rasklopna struja dobijena izrazom (4.4) u prenosnim mrežama je veća od stvarne simetrične struje i na taj način dobija se na sigurnosti.

Nesimetrična rasklopna struja kratkog spoja ($I_{b,asym}$) na mestu kratkog spoja merodavna je za izbor prekidača. Ona se sastoji od simetrične rasklopne struje i jednosmerne struje u trenutku t_{min} :

$$I_{b,asym} = I_k'' (1 + \sqrt{2} \cdot e^{-2\pi \cdot f \cdot t_{min} \cdot R/X}), \quad (4.5)$$

gde su:

f učestanost sistema;

t_{min} minimalno vremensko kašnjenje isključenja prekidača.

Trajna (ustaljena) struja kratkog spoja predstavlja efektivnu vrednost struje kratkog spoja, koja se ustali posle nestanka prelazne pojave. Kada je u pitanju prenosna mreža koja je pretežno upetljane strukture, ova struja računa se kao početna struja kratkog spoja na određenoj lokaciji, umanjena za uticaj asinhronog motora (I_{kM}''):

$$I_k = I_k'' - I_{kM}''. \quad (4.6)$$

Termička struja (I_{th}) merodavna je za proračun toplotnih efekata struje kratkog spoja na provodnicima i električnoj opremi.

To je računski konstantna struja, koja je prema svojim toplotnim efektima u toku nekog vremena T_k (vreme trajanja kvara, obično se uzima jedna sekunda) ekvivalentna stvarnoj, promenljivoj struji kratkog spoja iz

relacije (3.1). Prema IEC Standardu [2] ekvivalentna kratkotrajna termička struja kratkog spoja računa se kao:

$$I_{th} = I_k'' \sqrt{m+n}, \quad (4.7)$$

gde su m i n numerički faktori, preko kojih se uvažavaju efekti jednosmerne i naizmenične komponente struje kratkog spoja, respektivno. Proračun ovih faktora detaljno je prikazan u IEC Standardu [2].

5. PRIMENA ANSI/IEEE STANDARDA PRI PRORAČUNU KRATKIH SPOJEVA

Američka nacionalna institucija za standarde (ANSI – "American National Standard Institution") u saradnji sa Institutom inženjera elektrotehnike i elektronike (IEEE – "Institut of Electrical and Electronic Engineers") daje detaljne definicije karakterističnih veličina kratkog spoja, metode njihovog proračuna i korišćenje u praksi savremenih elektroenergetskih sistema u SAD i Kanadi [1].

Prema ANSI/IEEE Standardu [3] definišu se sledeće karakteristične veličine vezane za struju kratkog spoja:

Simetrična struja kratkog spoja (I_{sym}) predstavlja efektivnu vrednost naizmenične komponente očekivane struje kratkog spoja i računa se za svaki period posebno:

$$I_{sym} = U_n / |\hat{Z}_k|, \quad (5.1)$$

gde su:

U_n nazivni napon mreže na mestu kratkog spoja;

$\hat{Z}_k$ impedansa sistema, gledano sa mesta kvara, za svaki period (prvi period ($k = 1$), period prekidanja ($k = 2$) i trideseti period ($k = 3$)).

Impedansa sistema ($\hat{Z}_k$) predstavlja zbir otpornosti (R_{ekv}) i reaktanse (X_{ekv}), gledanih sa mesta kvara, koje se nalaze preko posebnih mreža reaktansi i otpornosti elemenata sistema. U zavisnosti od ciklusa u kom se zahteva proračun struja kratkog spoja, postoje tri impendatne mreže:

1. impendatna mreža u prvoj periodu;
2. impendatna mreža u periodu prekidanja;
3. impendatna mreža posle određenog vremena od nastanka kvara (najčešće u tridesetj periodu).

U zavisnosti od perioda u kome se zahteva vrednost simetrične struje kratkog spoja ($\hat{I}_{sym}$), impendanse (otpornosti i reaktanse) u mreži direktnog redosleda množe se odgovarajućim korekcionim faktorima prikazanim u tabeli 4-1 u referenci [3].

Struja uključenja (I_{asym}) je asimetrična struja kratkog spoja koja se izračunava pola periode posle nastanka kvara:

$$I_{asym} = MF_m \cdot I_{sym}; \quad (5.2)$$

$$MF_m = \sqrt{\left(1 + 2 \cdot e^{-2\pi / (X_{ekv}/R_{ekv})}\right)}; \quad (5.3)$$

gde su:

I_{sym} efektivna vrednost simetrične struje kratkog spoja, dobijena neposredno posle nastanka kvara;

MF_m multiplikacioni faktor koji uvažava uticaj jednosmerne komponente struje kratkog spoja;
 X_{ekv} ekvivalentna reaktansa mreže u prvoj periodu, dobijena iz odvojene mreže (pri $R_{ekv} = 0$),
 R_{ekv} ekvivalentna otpornost mreže u prvoj periodu, dobijena iz odvojene mreže (pri $X_{ekv} = 0$).

U slučaju da je aproksimacija dovoljna, ANSI/IEEE Standard [3] preporučuje da se za odnos X_{ekv}/R_{ekv} uzme 25, onda za ovaj odnos faktor MF_m iznosi 1.67, što znači da je I_{asym} struja 1.67 puta veća od I_{sym} struje.

Udarana struja (I_{crest}) predstavlja maksimalnu moguću vrednost očekivane struje kratkog spoja i ona se upoređuje sa udarnom strujom iz IEC standarda, relacija (4.2):

$$I_{crest} = MF_p \cdot I_{sym}; \quad (5.4)$$

$$MF_p = \sqrt{2} \left(1 + e^{-2 \cdot \pi \cdot \tau / (X_{ekv}/R_{ekv})} \right); \quad (5.5)$$

$$\tau = 0.49 - 0.1 \cdot e^{-(X_{ekv}/R_{ekv})/3}; \quad (5.6)$$

gde su:

MF_p multiplikacioni faktor koji uvažava uticaj jednosmerne komponente struje kratkog spoja;
 τ trenutak kada se kvar pojavio (u periodima).

U slučaju da je aproksimacija dovoljna, standard [3] preporučuje primenu $X_{ekv}/R_{ekv} = 25$, što uzrokuje $\tau = 0.5$ (prva poluperioda), pa samim tim i udarnu struju I_{crest} koja je 2.6 puta veća od simetrične I_{sym} .

Struja prekidanja (I_{int}) je asimetrična struja koja se proračunava u periodu prekidanja i ona je merodavna za izbor prekidačke opreme, i može se upoređivati sa $I_{b,asym}$ strujom iz relacije (4.5). Da bi se odredila I_{int} struja potrebno je znati u kom periodu (drugom, trećem, petom ili osmom) se vrši prekidanje struje kratkog spoja. Ovaj podatak zavisi od tipa prekidača i očitava se iz kataloga prekidača. Kada se ovaj podatak očita iz kataloga, onda se na osnovu njega i Tabele 1 određuje vreme odvajanja prekidača (u ciklusima).

Tabela 1. – Minimalno vreme odvajanja kontakata prekidača po ANSI/IEEE Standardu [3]

Period u kom prekidač vrši prekidanje struje kratkog spoja	Vreme odvajanja kontakata prekidača (C)	Faktor asimetrije (S)
2	1.5	1.4
3	2	1.2
5	3	1.1
8	4	1.0

Najčešći kvarovi koji se dese u elektroenergetskom sistemu su upravo kvarovi u kojima je generator udaljen u odnosu na mesto kvara. Ovakav pristup daje najveću vrednost struje kvara (ovo ide na stranu sigurnosti). Greška pri korišćenju ovog pristupa je oko 5%. U ovom slučaju struja I_{int} računa se kao:

$$I_{int} = MF_r \cdot I_{sym}; \quad (5.7)$$

$$MF_r = \sqrt{\left(1 + 2 \cdot e^{-4 \cdot \pi \cdot C / (X_{ekv}/R_{ekv})} \right) / S}; \quad (5.8)$$

gde su:

MF_r multiplikacioni faktor za udaljene kvarove;
 C vreme odvajanja kontakata prekidača, koje se određuje na osnovu Tabele 1;
 S faktor asimetrije koji se određuje na osnovu Tabele 1;
 X_{ekv} ekvivalentna reaktansa mreže u periodu prekidanja, dobijena iz odvojene mreže (pri $R_{ekv} = 0$);
 R_{ekv} ekvivalentna otpornost mreže u periodu prekidanja, dobijena iz odvojene mreže (pri $X_{ekv} = 0$).

Struja kratkog spoja posle određenog vremena od nastanka kvara je struja posle iščezavanja prelaznih pojava. Smatra se da te prelazne pojave iščezavaju otprilike posle 30 perioda (odnosno posle oko 0.5 sekundi). Ova struja se upoređuje sa ustaljenom strujom I_k iz IEC Standarda iz izraza (4.6). Vrednost ove struje koristi se pri podešavanju vremenskog releja sa vremenom kašnjenja iza 6 perioda, i ona se ne razmatra u okviru ovog rada.

6. ANALIZA REZULTATA

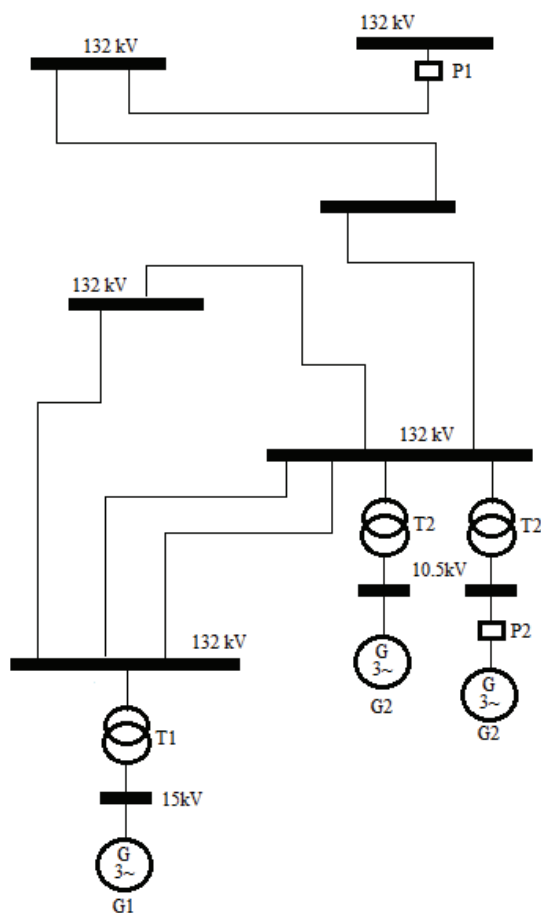
U ovom delu prikazani su i analizirani rezultati funkcije za proveru prekidačke moći rasklopne opreme u prenosnim mrežama prema smernicama IEC [2] i ANSI/IEEE Standarda [3]. Na Slici 1 prikazana je test prenosna mreža nominalne učestanosti 60 Hz nad kojom se vrše proračuni. Ova šema se sastoji od devet međusobno povezanih VN sabirnica.

Pored toga, šema se sastoji od sinhronih generatora G1 i G2 snaga 165 MVA i 62.5 MVA, respektivno. Takođe, sastoji se od dvonamotajnih transformatora T1 i T2 snaga 155 MVA i 60 MVA, prenosnih odnosa 132/15 kV/kV i 132/10.5 kV/kV i sprega Yd5, respektivno.

Radi preglednosti šeme, prikazani su samo elementi od interesa. Prekidači označeni sa P1 i P2 su elementi nad kojima se radi provera prekidačke moći simuliranjem tro-palnog kratkog spoja. Kataloške vrednosti prekidača P1 i P2 prikazane su u Tabeli 2.

Tabela 2. – Kataloški podaci prekidača P1 i P2

Kataloške vrednosti prekidača	P1	P2
Nominalna udarna struja [A]	44500	28000
Nominalna rasklopna struja [A]	26200	18000
Nominalna termička struja [A]	23580	14000
Nominalna struja [A]	2500	4000
Nominalni napon [kV]	145	10
Vreme prekidanja [s]	0.05	0.05
Minimalno vreme kašnjenja [s]	0.05	0.05



Slika 1. – Šema test prenosne mreže

Na osnovu dobijenih rezultata prekidača u Tabelama 3 i 4, koji se upoređuju sa katalogskim vrednostima istih prikazanih u Tabeli 2, može se reći da će prekidač P1 u mreži sa Slike 1 izdržati struju trolnog kratkog spoja, za datu topologiju mreže, dok prekidač P2 neće i mora se zameniti sa drugim prekidačem koji će podneti ove struje trolnog kratkog spoja.

Tabela 3. Rezultati proračuna po IEC Standardu

Izračunate vrednosti prekidača	P1	P2
Udarana struja [A]	5703	62875
Rasklopna struja [A]	2720	23287

Tabela 4. Rezultati proračuna po ANSI/IEEE Standardu

Izračunate vrednosti prekidača	P1	P2
Udarana struja [A]	4275	59037
Rasklopna struja [A]	2501	21170

Iz Tabela 3 i 4 primećuje se da kod struja merodavnih za proveru prekidača P2 dosta utiče blizina generatora, dok se sa udaljavanjem od generatora struje kratkog spoja smanjuju, kao što je slučaj kod prekidača P1. Udarana struja i prekidna struja uvek su malo veće kod IEC Standarda u odnosu na ANSI/IEEE Standard.

Razlog ovome je što IEC Standard predviđa upotrebu korekcionog faktora (c_{max}), koji iznosi 1.1 u prenosnim mrežama, dok ANSI/IEEE standard ne unosi korekcionni faktor za napone pri proračunu struja kratkog spoja.

Drugi razlog je razlika pri proračunu ova dva standarda u formiranju modela mreže impedansi. IEC Standard nalaže formiranje jednog modela u kojem su uračunati svi korekcionni faktori. Rezultat proračuna sa ovakvom mrežom je osnovna veličina iz koje se izvode sve ostale. ANSI/IEEE Standard nalaže formiranje posebnih mreža za sva tri perioda proračuna kratkog spoja.

7. ZAKLJUČAK

U radu su objašnjeni postupci za proveru rasklopne opreme u uslovima sa kvarom za zadatu topologiju mreže. Ovi postupci mogu se koristiti za projektovanje i izbor nove rasklopne opreme. Standardi koji su obrađeni daju preporuku kako se može dimenzionisati rasklopna oprema, kao i postupak za proračun struja u različitim periodama kratkog spoja koje su potrebne za procenu mehaničkog i električnog naprezanja rasklopne opreme. U radu je prikazan proračun karakterističnih veličina za dimenzionisanje prekidača koji se nalaze u blizini generatora (prekidač P2) i koji su udaljeni od generatora (prekidač P1), na test prenosnoj mreži koja se sastoji od devet međusobno povezanih VN sabirnica.

8. LITERATURA

- [1] M.S. Čalović, A.T. Sarić, “*Osnovi analize elektroenergetskih mreža i sistema*“, Akademska misao i Tehnički fakultet u Čačku, Beograd, 2004.
- [2] *** “*Short-Circuit Currents in Three-Phase AC Systems - Calculation of Currents*“, IEC Standard 60909-0:2001, Geneva, Switzerland, 2001.
- [3] *** “*IEEE Recommended Practice for Electrical Power Distribution for Industrial Plants*” (Red Book), ANSI/IEEE Standard 141, IEEE, New-York, NY, USA, 1993.
- [4] M. Savić, “*Visokonaponski rasklopni aparati*“, Akademska misao i Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Beograd, 2004.

Kratka biografija:



Vladan Jovanović rođen je u Ljuboviji 1990. godine. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu upisao je školske 2009/2010. godine, smer energetika, elektronika i telekomunikacije. Na osnovnim studijama diplomirao je 2013. godine, smer elektroenergetski sistemi. Diplomski – master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva je odbranio 2015. godine.

ULOGA FEMTOĆELIJA U RAZVOJU MOBILNIH MREŽA ZA PRENOS PODATAKA

THE ROLE OF FEMTOCELLS IN THE DEVELOPMENT OF MOBILE NETWORKS FOR DATA TRANSMISSION

Nenad Široki, Željen Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljen je koncept femtoćelija i trenutni položaj tehnologija i standarda, tako da se potencijalni problemi u razvoju ovog tipa ćelija mogu istraživati. Izvršena je simulacija uticaja femtoćelija na makro nivo na teritoriji grada Novog Sada dodavanjem 150 femto stanica. Nakon toga, iz simulacije su izvučeni rezultati, kao što su najbolji RSCP u unutrašnjosti zgrada, HSDPA SINR i ostavljivi HSDPA nosioci za svaki scenario. Simulacija je izvedena pomoću alata za radio planiranje Atoll-a.

Abstract – In this paper, the concept of femtocells and their current status of technology and standards was presented, so that possible problems in femtocell deployment could be studied. Simulation of femtocell impact at the macro layer was performed in an area in central part of Novi Sad adding 150 femto stations. After that, the simulation results are evaluated, mainly the best indoor RSCP, HSDPA SINR and achievable HSDPA bearer for each scenario. The simulation was performed by Atoll radio planning tool.

Ključne reči: Femtoćelija, UMTS, NodeB, HSDPA.

1. UVOD

Pokrivenost signal je oduvek bilo važno pitanje u mobilnim mrežama. To je tradicionalno bio problem u ruralnim područjima, podzemnim lokacijama, kao i u zatvorenom prostoru. Operateri moraju stalno da dolaze do novih rešenja da bi izvukli maksimum iz ograničenih resursa: spektra i prostora. Mikroćelije i nanoćelije, kao i distribuirani antenski sistemi (DAS) su efikasna, ali i skupa.

Femtoćelije omogućavaju drugačiji pristup ovom problemu. Femtoćelije pokrivaju veoma mala područja. Uređaji su integrisani u mala plastična kućišta koja su jednostavna za instaliranje. Postojeća DSL konekcije od korisnika usluga se koristi kao veza ka mobilnoj mreži, a aparati se napajaju iz standardnih utičnica. Pošto se femtoćelije instaliraju u zatvorenom prostoru, one će sigurno pomoći pri postizanju bolje unutrašnje pokrivenosti signala barem u svojoj neposrednoj blizini. Femtoćelije će, takođe, povećati kapacitet mreže zbog male veličine ćelija i smanjiti opterećenje makroćelija.

Performanse femtoćelija istražene su u simulaciji pomoću alata za radio planiranje. Simulacija proučava pokrivenost servisa i prenos podataka. U ovom radu pokazano je kako se pokrivenost signala poboljšava dodavanjem femtoćelija

i kako se ukupni mrežni kapacitet povećava do pet puta upoređujući trenutni marko sloj mreže.

2. TIPOVI MOBILNIH ĆELIJA I NJIHOV UTICAJ

Konvencionalna mobilna pristupna mreža, bazirana samo na makroćelijama, ima svoje nedostatke. Makroćelije se koriste kako bi se obezbedila opšta pokrivenost ali one nisu efikasne u obezbeđivanju većih brzina prenosa podataka. Zbog toga se koriste ćelije manjih dimenzija u oblasti sa većom koncentracijom korisnika. Te manje ćelije se zovu mikro, piko ili femtoćelije, u zavisnosti od njihove veličine. Recimo, može se ostvariti ušteda električne energije i do 60% ako se za 20% korisnika obezbedi pokrivenosti pikoćelija umesto makroćelijama, u poređenju sa mrežom koja bi bila koncipirana isključivo na makroćelijama [1].

3. 3G HOME NODEB

Novi elementi osnovne mreže u rešenju femtoćelija su same femtoćelije koje su ovde označene kao 3G Home NodeB (HNB), 3G Home NodeB Gateway (HNB GW), Security Gateway (SeGW) i 3G Home NodeB Management System (HMS). Pored ovih elemenata, uvode se i interfejs pod nazivom Iu-h koji je definisan standardima 3GPP HNB. Interfejs Iu-h funkcioniše između HNB i HNB GW. 3G Home NodeB je uređaj koji se postavlja na objekat korisnika i služi kao femtoćelija. HNB može da funkcioniše sa 4 do 8 postojećih korisničkih uređaja i pruža im iste usluge kao kada bi radili pod redovnim NodeB (klasičnim baznim stanicama). Home NodeB Gateway je uređaj koji se koristi za povezivanje HNB-a na UMTS mrežu. HNB-GW koncentriše povezivanja iz velike količine femtoćelija. Novi Iu-h interfejs koristi se između HNB i HNB-GW. HNB-GW može da se postavi bilo gde u objektu korisnika.

4. SARADNJA SA MAKRO SLOJEM

Femtoćelije će pružiti dodatno ruralno i unutrašnje pokrivanje i poboljšati kapacitet na račun bolje iskorišćenosti spektra. Jasno je da će korisnik doživeti dobre mrežne performanse zbog blizine ćelije. Međutim, za efikasno funkcionisanje femtoćelije zaista moraju biti integrisane u mrežu. Terminali moraju biti u stanju da se kreću između femto i makroćelijskih servisa bez vidljivih problema.

Deljenjem istih radio resursa bez femtoćelijskog planiranja stvara probleme koji moraju biti rešeni. Povećan broj ćelija prouzrokuje interferenciju, koja se najviše javlja kada makro i femto nivo rade na istom kanalu. Istokanalno funkcionisanje je od suštinskog značaja za mnoge operatore radi dostizanja maksimalne

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željen Trpovski, vanredni profesor.

koristi od prostornog korišćenja. Da bi se obezbedio dobar kvalitet usluge u mobilnim telekomunikacionim mrežama, korisnici treba da budu u stanju da se nesmetano kreću unutar mreže i da uspostavljaju, održavaju i primaju pozive i obavljaju normalan prenos podataka. Ovim se podrazumeva i nesmetani ponovni odabir ćelija u trenutku kada je poziv u toku. Normalna ponovna selekcija ćelija i primopredajne procedure u UMTS se aktiviraju kada je slobodna druga ćelija sa većim nivoom signala od vrednosti signala trenutne korišćene ćelije. Ovaj princip se koristi i kod femtoćelija ali u određenim situacijama ga treba izbeći.

5. PERFORMANSE MREŽE

U mobilnim telekomunikacionim mrežama, udaljenost i dimenzije propagacionog okruženja su mnogo veće u odnosu na korišćene talasne dužine. Jednostavna jednačina može predstaviti propagacioni gubitak u slobodnom prostoru.

$$P_{RX} = \frac{G_{RX}G_{TX}\lambda^2}{(4\pi d)^2} P_{TX} \quad (1)$$

gde P_{RX} i P_{TX} predstavljaju prijemnu i predajnu snagu, respektivno. G_{RX} i G_{TX} su dobiti antene, d rastojanje između predajne i prijemne stanice i $\lambda = c / f$ predstavlja talasnu dužinu gde je c brzina svetlosti, a f frekvencija. Propagacija u slobodnom prostoru je jedina moguća u idelnim uslovima. U stvarnosti, priroda i čovek su stvorili takvo okruženje gde svaki objekat i površina utiču na prostiranje talasa.

Performanse mreže i raspoloživost kapaciteta usko su povezani sa nivoom signala i šumom, poznatijim kao Signal to Noise and Interference Ratio (SINR). U slučaju da se koriste isti prosečni nivoi snage u svim ćelijama i samo susedne ćelije su uzete u obzir, da bi se pojednostavila jednačina, šum terminala iznosi $N_0 = 0$, SINR se formuliše kao:

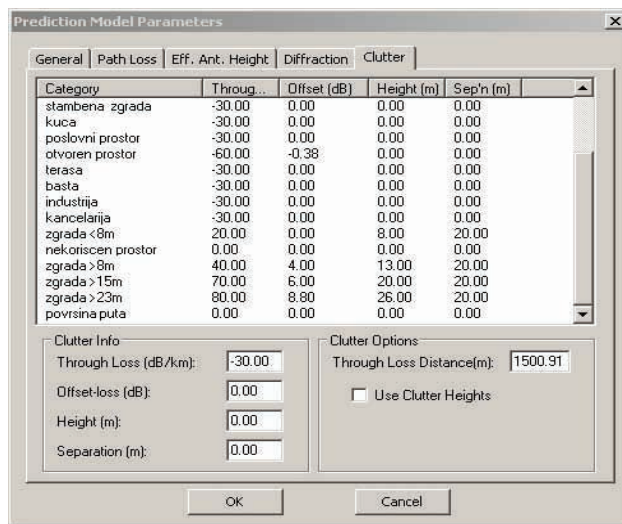
$$SINR = \frac{P_{RX}^{own}}{\sum_i P_{RX}^i + N_0} = \frac{\frac{1}{d_1^2}}{\sum_i \frac{1}{d_i^2}} = \frac{\frac{1}{3}}{\sum_{i=1}^6 \frac{1}{5}} = \frac{5}{108} \quad (2)$$

gde je P_{RX}^{own} snaga primljenog signala koji želimo da dobijemo na prijemu, $\sum_i P_{RX}^i$ je suma snaga svih ostalih snaga, d_1 je rastojanje od opslužujuće ćelije i d_i rastojanje od susednih ćelija.

6. SIMULACIJA

U ovom radu, mreža u simulatoru je realizovana pomoću alata za radio planiranje Atoll 3.3 kompanije Forsk [2]. Atoll je veoma poznat alat u industriji mobilnih telekomunikacija. Simulacioni model je izveden na teritoriji šireg centra grada Novog Sada. Simulacija je izvedena u tri scenarija.

Prvi scenario čini 39 makroćelija. Drugi scenario je slučaj sa 150 femtoćelija u istokanalnom modu. Treći scenario čini 150 femtoćelija sa pripadajućim nosiocem. Pozicija baznih stanica i broj makroćelija je preuzeta od jednog od tri operatora koji posluju na teritoriji Republike Srbije. Osnovni makro nivo sadrži 13 baznih stanica i 39 ćelija. Svaki sajt sadrži 2-4 ćelije po sajtu. Iako Forsk daje preporučene startne parametre za različite frekvencije, preporučuje se da se kalibriše model za specifični tip oblasti.



Slika 1. Macro_urban model – clutter parameters

Saobraćaj je kreiran dodavanjem terminala u simulacionu oblast. Položaj terminala je određen preko tipova klatera i isti je za sve scenarije. Svaki objekat ima drugačiju potražnju za saobraćajem i procentom korisnika.

Tabela 1. Gubici i količina saobraćaja za određene tipove objekata

Clutter type	Indoor loss (dB)	Traffic weight
Voda	0	1
Šuma	0	10
Park	0	15
Poluotvoren prostor	0	20
Stan	10	20
Otvoren prostor	0	20
Kuća	8	10
Kancelarija	10	40
Zgrada < 8m	12	40
Zgrada > 8m & < 15m	12	45
Zgrada > 15m & < 23m	18	50
Zgrada > 23 m	21	60

Zbog količine i slučajnosti korisnika i njihovog ponašanja u mobilnoj mreži, kontinuirana simulacija sa stalnom kretnjom korisnika bi bila izuzetno komplikovana. Lakše je primeniti statički pristup.

7. REZULTATI SIMULACIJE

Pokrivenost signala je predstavljana u RSCP (engl. Received Signal Code Power) crtežima. U situaciji gde je RSCP vrednost najveća, mesto sa najvećom primljenom snagom je predstavljeno na slici.



Slika 2. Najbolji unutrašnji RSCP, simulacija 1.



Slika 3. Najbolji unutrašnji RSCP, simulacije 2 i 3.

SINR je osnov za odlučivanje ostavarivog downlink nosioca. HSDPA SINR u simulacijama 1, 2 i 3 su prikazani na slikama 4, 5 i 6, respektivno. Dok posmatramo slike, jasno se uočava razlika u simulaciji 3, a na prvi pogled rezultati iz simulacija 1 i 2 su identični. Može se primetiti da je SINR vrednost приметно bolja oko femtoćelija u simulaciji 2 i da postoje neke razlike u ivicama različitih nivoa SINR-a. U simulaciji 3 SINR crtež izgleda totalno drugačije i SINR je mnogo veći na celoj oblasti.



Slika 4. HSDPA SINR, simulacija 1



Slika 5. HSDPA SINR, simulacija 2



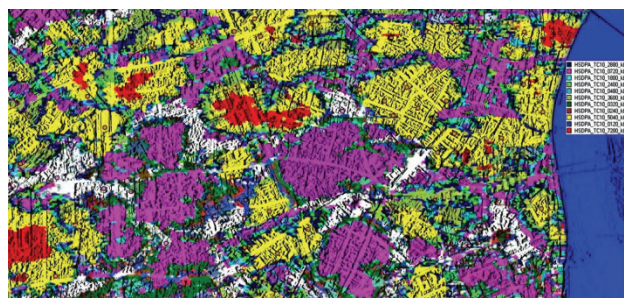
Slika 6. HSDPA SINR, simulacija 3

Numeričke vrednosti iz svih oblasti iz svake SINR kategorije predstavljene su u tabeli 2. Kategorije sa slabim SINR označena su crvenim ivicama. U simulaciji 3, takve oblasti skoro da ne postoje, u simulaciji 1 zauzimaju koji procenat dok u simulaciji 2 rezultati su negde između spomenute dve simulacije. U simulaciji 3, 73% oblasti pripada SINR kategoriji između 19dB i 23,3dB, dok u simulacijama 1 i 2 procenti iznose 33 i 45, respektivno. Može se zaključiti da korišćenjem femtoćelija, pogotovo one sa pripadajućim nosiocem, povećava udeo veće SINR kategorije.

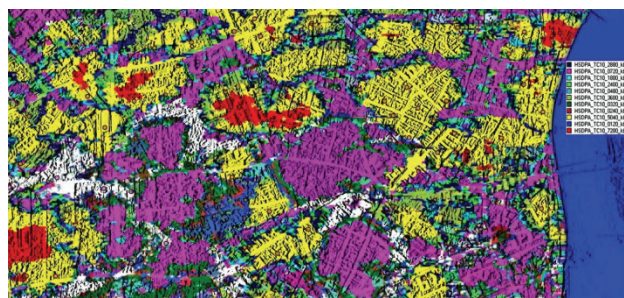
Tabela 2. Podela HSDPA SINR u oblasti

HSDPA SINR (dB)	Simulacija 1	Simulacija 2	Simulacija 3
1.04 do 3.84	0,10%	0,04%	0,00%
3.84 do 5.14	0,56%	0,23%	0,01%
5.14 do 7.14	2,62%	1,35%	0,05%
7.14 do 8.34	2,96%	1,67%	0,15%
8.34 do 10.00	5,96%	4,26%	0,53%
10.0 do 11.9	7,98%	6,24%	0,66%
11.9 do 13.3	4,47%	2,54%	0,65%
13.3 do 14.5	5,56%	3,17%	1,23%
14.5 do 16.0	9,34%	6,75%	2,42%
16.0 do 19.0	21,44%	21,90%	11,68%
19.0 do 23.3	31,35%	44,77%	73,35%
23.3 do 42.0	7,66%	7,08%	9,28%
42.0 do 50.0	0,00%	0,00%	0,00%

Mogući HSDPA nosioci iz simulacija 1 i 2 su predstavljeni na slikama 7 i 8. Može se primetiti da se ove slike po karakteristikama ne razlikuju puno od SINR crteža. Najveća razlika između simulacija 1 i 2 se može uočiti na mestima gde HSDPA nosilac nije ostvarljiv, odnosno na mestima koja su označena belom bojom. U simulaciji 1 postoje značajne unutrašnje i spoljašnje oblasti u kojima ne postoji HSDPA pokrivanje, dok su u simulaciji 2 te oblasti manje.



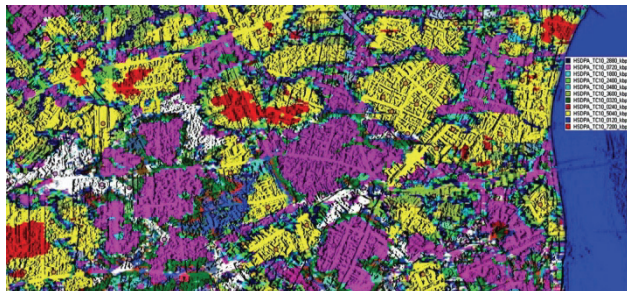
Slika 7. Ostvarljiv HSDPA nosilac, simulacija 1



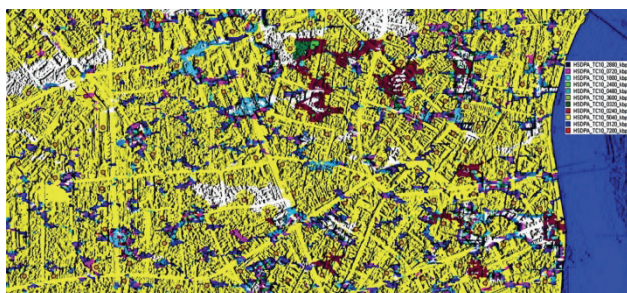
Slika 8. Ostvarljiv HSDPA nosilac, simulacija 2

U simulaciji 3, korišćeni su makronosilac 10738 i femtonosilac 10763 i rezultati testiranja su predstavljeni

na slikama 9 i 10. U ovom slučaju, rezultati uticaja makronosioca 10738 golim okom deluju kao simulacija 1. Ipak, femtonosilac 10763 utiče na povećanje kapaciteta. Prilikom delovanja femtoćelija, 5040 kbps nosilac izgleda bolje.

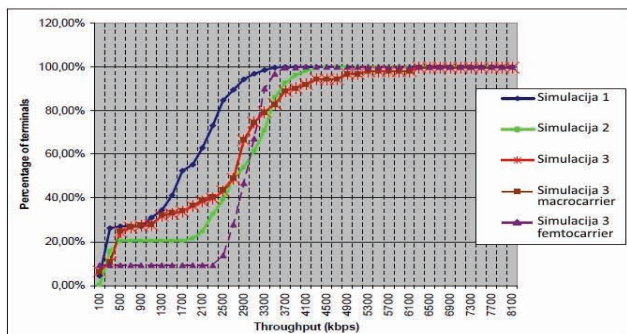


Slika 9. Ostvarljiv HSDPA nosilac, simulacija 3, makronosilac

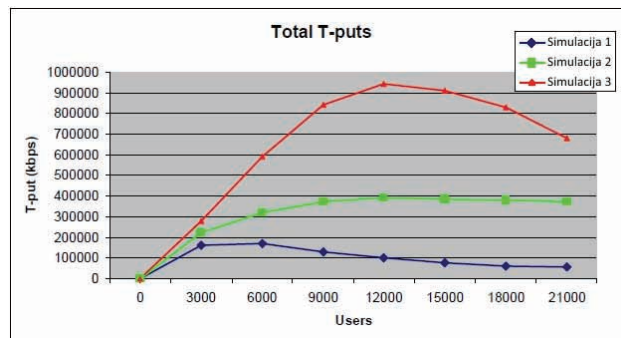


Slika 10. Ostvarljiv HSDPA nosilac, simulacija 3, femtonosilac

Na slici 11 pokazana je ukupna distribucija funkcija HSDPA brzina servisa ćelije u slučaju ukupno 500 aktivnih terminala u simulacijama 1, 2 i 3. Prilikom tumačenja rezultata, nivo protoka oko 10% se obično može smatrati da stoji na raspolaganju za sve korisnike dok se nivo oko 90% smatra praktičnim maksimumom. U slučaju 90% iskorišćenosti terminala, postoji razlika od 1 megabita po sekundi između makroćelije u simulaciji 1 i femtoćelije sa pripadajućim nosiocem u simulaciji 3. Kada femtoćelije rade u istokanalnom modu kao u simulaciji 2, razlika između scenarija 1 iznosi otprilike 900kbps. Ukupni protok u sve tri simulacije na različitim brojem terminala je prikazano na slici 12.



Slika 11. HSDPA brzina servisne ćelije



Slika 12. Ukupni mrežni protok kroz saobraćaj

8. ZAKLJUČAK

Najvažnije prednosti širokih razmera uvođenja femtoćelija su niži troškovi instalacije, bolji unutrašnji prijem signala za prenos glasa i podataka, kao i smanjen teret na makro/mikroćelije baznih stanica sa boljom jačinom unutrašnjeg signala i višim opsezima zajedno sa ponudom jeftinijih paketa do krajnjih potrošača, femtoćelijski napredak može postati realnost. Simulacije su istražile pokrivenost signala i kapacitet upoređujući tri vrste scenarija. Femtoćelije su pružile bolju pokrivenost i kapacitet u sva tri scenarija. Ukupni mrežni kapacitet je dupliran u ko-kanalnom scenariju i povećan do 5 puta makro kapacitet kada je korišćen pripadajući nosilac. Najveći problemi u 3G femtoćelijskom razvoju će, najverovatnije, biti saradnja između mobilnih operatera i internet servis provajdera.

9. LITERATURA

- [1] AIRCOM International Ltd: "ASSET3G User Reference Guide V6.0", 2007.
- [2] Dostupno na <http://www.forsk.com/web/EN/11-atoll-overview.php>

Kratka biografija:



Nenad Široki rođen je u Novom Sadu 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo - telekomunikacije odbranio je 2015. god.



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

UPRAVLJANJE ŽALUZINAMA PRIMENOM FAZI LOGIKE ZA OPTIMALNO ISKORIŠĆENJE SOLARNE ENERGIJE**CONTROL OF BLINDS USING FUZZY LOGIC FOR OPTIMAL USE OF SOLAR ENERGY**

Jovan Vuković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu će biti prikazan značaj Sunca za osvetljavanje i zagrevanje unutrašnjosti prostorija i njegovu primenu u uštedi energije, odnosno da se pomoću jednog spoljašnjeg senzora osvetljenja uz upotrebu fazi algoritma upravlja žaluzinama i osvetljenjem. Algoritam je zasnovan na analizi rezultata optimizacije ugla zakrivljenosti žaluzina. Parametri potrebni za proračunavanje dobijeni su iz matematičkih modela. Rezultati su pokazali da je moguće ostvariti uštedu električne energije.

Abstract – In this thesis will be shown the importance of the sun for lighting and heating the interior of the premises and its application in energy saving. The aim of thesis is to achieve energy savings by using a light sensor and fuzzy algorithm to control blinds and illumination. The algorithm is based on an analysis of the results of optimizing the angle of curvature blinds. Parameters required for the calculation are obtained from the mathematical models. The results have shown that the energy savings can be achieved.

Ključne reči: upravljanje žaluzinama, osvetljenje, toplotni dobici, svetlosni dobici, potrošnja, fazi logika

1. UVOD

Aktuelna tema u svetu jeste energija, odnosno ušteda energije i njena što manja cena koštanja. Kako bi se smanjila potrošnja energije iz konvencijalnih izvora energije sve više se teži upotrebi alternativnih, obnovljivih izvora energije kao što su energija vetra i Sunca, koji su nedovoljno iskorišteni, s obzirom na energetski potencijal koji poseduju. Cilj ovog rada je da se prikaže značaj Sunčeve energije za osvetljavanje i zagrevanje unutrašnjosti prostorija tj. njegovu primenu u uštedi energije upotrebom posebnog algoritma koji uzima u obzir sledeće faktore: položaj Sunca na horizontu (definisano visinom i azimutom), spoljašnju osvetljenost, toplotne dobite, položaj i prateće karakteristike posmatrane prostorije na čijim prozorima su postavljene automatizovane žaluzine (čiji položaj je definisan uglom između 0° i 180°). Na osnovu ovih faktora težnja je da algoritam postigne određenu uštedu u potrošnji energije potrebne za rasvetu prostorije (tokom cele godine), zagrevanje (zimi) i hlađenje (leti) i da se pomoću jednog

senzora osvetljenosti, koji je postavljen na južnoj strani, upravlja žaluzinama i osvetljenjem u prostorijama cele zgrade.

2. UTROŠAK ENERGIJE U OBJEKTIMA

Najveće potrošače čine domaćinstva i uslužne delatnosti. U radu akcenat je stavljen na poslovne i stambene objekte i osvetljenje kao najveći potrošač. Kako bi se ostvarila što značajnija ušteda energije, trebalo bi se okretati obnovljivim izvorima energije. Kao zamena za rasvetu najpogodnija je energija Sunca. Upotrebom Sunčeve energije oko obnovljivog izvora svetlosti u objektima, moguće je ostvariti uštede i do 70% ukupnog utroška [1].

3. MATEMATIČKI MODELI SVETLOSNE I TOPLOTNE DOBITI

Matematički model zasnovan je na izračunavanju Sunčevog zračenja. Spoljašnja osvetljenost i toplotni dobici izračunavaju se na osnovu više različitih parametara: geografske širine i dužine na kojoj se nalazi objekat, vremenske zone, dana u godini, doba dana, vremenskih uslova tj. da li je vedar ili oblačan dan, spoljašnje prirodne osvetljenosti, orijentacije prostorije, tehničkih karakteristika prostorije i prozora, broja prozora u prostoriji i svetlosne propusnosti žaluzina. Na osnovu svih navedenih vrednosti dolazi se do količine prirodnog osvetljenja koje ulazi u prostoriju [2].

4. DEFINISANJE I MODEL PROSTORIJE

Za određivanje osvetljenosti prostorije veoma su bitne njene karakteristike. Pored orijentacije prostorije, veoma bitan faktor jeste i dimenzija prostorije, kao i faktori refleksije površina prostorije i visina radne površine jer je nama najinteresantnija osvetljenost iste. Takođe bitan je broj prozora, položaj prozora, tj. njegova udaljenost od plafona, poda i zidova, koeficijent svetlosne dobite prozora, orijentacija prozora kao i broj prozora u prostoriji. Pored radne površine u prostoriji proračunaćemo i osvetljenost u još dve tačke prostorije i to jedne koja je bliže prozoru, a druge koja je udaljena od prozora [2][3].

5. PRORAČUN VEŠTAČKOG OSVETLJENJA

Prostorija je predviđna kao radni prostor te je s toga za željenu osvetljenost radne površine odabrano 500 lx. Za izračunavanje potrebnog svetlosnog fluksa potrebno je odrediti sledeće parametre: korisnu visinu i indeks prostorije, izračunati stepen iskorišćenja svetiljke, potreban svetlosni fluks, broj potrebnih svetiljki, stvarnu

NAPOMENA:

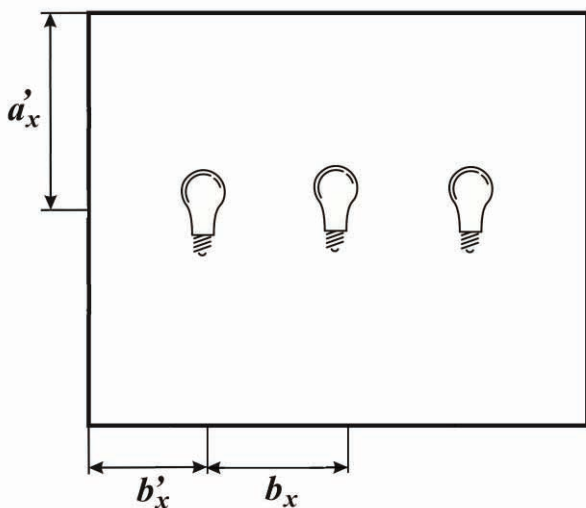
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Velimir Čongradac, red.prof.

srednju osvetljenost i ukupnu maksimalnu potrošnju. Svetiljke se raspoređuju ravnomerno po plafonu [4]. Na osnovu ovih proračuna i odabrane sijalice od 60 W za prostoriju je potrebno ugraditi tri svetiljke sa po četiri sijalice. U Tabeli 1 su prikazane karakteristike odabrane svetiljke.

Tabela 1. Parametri veštačke rasvete

izračunat ukupan broj svetiljki	(n_{sv})	3
ukupan svetlosni fluks [lm]	(Φ_{ukupno})	47250
izračunat potrebni svetlosni fluks [lm]	$(\Phi_{potrebno})$	48438
izračunata stvarna srednja osvetljenost [lx]	(E_{sr})	550
izračunat stepen iskorišćenja svetiljke	(η_R)	0.4048
ukupna maksimalna potrošnja [kW]	(P)	0.72

Na slici 1 prikazan je raspored svetiljki u prostoriji.



Slika 1. Raspored svetiljki u prostoriji

gde je:

a'_x – udaljenost svetiljke od zida

b'_x – udaljenost svetiljke od zida

b_x – udaljenost svetiljke u odnosu na njoj susednu

6. FAZI LOGIKA

Postoje situacije u kojima nije moguće znanje o sistemu prezentovati na apsolutno precizan način. Čak je više situacija u kojima moramo da koristimo neprecizne konstatacije [5]. U fazi logici nije precizno definisana pripadnost jednog elementa određenom skupu, već se pripadnost meri u procentima. Ove mere pripadnosti skalirane mogu da uzimaju vrednosti od 0 do 1. Da bismo bili u stanju reprezentovati znanje o ovakvim sistemima (a ima ih jako mnogo) moramo da se odrekemo klasične (binarne) logike u kojoj je nešto ili tačno ili netačno (crno ili belo) i da koristimo fazi logiku (sve je nijansa sive boje).

6.1 Fazi skupovi

Fazi skupovi su u osnovni elementi kojima opisujemo nepreciznost [5]. U diskretnim skupovima element ili pripada ili ne pripada određenom skupu, ako to

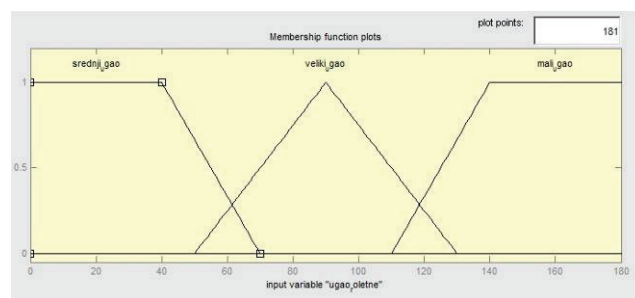
predstavimo matematički kažemo da je stepen pripadnosti skupu 1 (ako pripada) ili 0 (ako ne pripada). Sa druge strane elementi u fazi skupovima mogu delimično da pripadaju, matematički to možemo da predstavimo na sledeći način 1 (100% pripada), 0 (uopšte ne pripada skupu), 0.7 (70% pripada skupu). Ovim pristupom možemo preciznije da reprezentujemo neprecizne iskaze.

6.2 Fazi kontroler

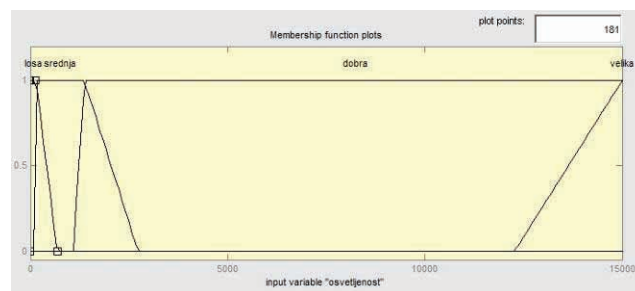
Cilj fazi kontrolera je upravljanje sistemima. Funkcionisanje fazi kontrolera sastoji iz nekoliko koraka. Prvi korak je fazifikacija, tj. da se ulazne veličine skaliraju i pretvore u fazi varijable. Drugi korak je da se izvrše fazi pravila koja su predhodno definisana u bazi pravila. Poslednji korak je defazifikacija. Ovaj proces pretvara fazi signal u konvencionalni oblik signala koji je razumljiv procesu.

6.3 Upravljanje žaluzinama primenom fazi logike

Upravljanje žaluzinama primenom fazi logike zasniva se pre svega na definisanju ulaza, a to su: trenutni ugao žaluzina, spoljašnja osvetljenost i termalni dobici. U odnosu na ove ulaze formirana je baza pravila na osnovu koje se donosi odluka o najpogodnijem uglu žaluzina. Pravila se razlikuju za sezonu grejanja i hlađenja, jer su tokom grejne sezone pogodniji što veći toplotni dobici, dok su leti oni nepoželjni. Zbog toga je, pri visokim spoljašnjim temperaturama, optimalno da žaluzine budu zatvorene što prouzrokuje veću potrošnju veštačke rasvete. Ovaj kompromis je dozvoljen jer je potrebno više energije potrošiti na hlađenje dodatno zagrejane prostorije. Kriterijumi optimalnosti korišćeni u fazi kontroleru su postizanje željene osvetljenosti uz što bolje iskorišćenje prirodnog svetla, kao i ušteda energije na grejanju i hlađenju. S tim u vezi formirane su ulazne promenljive *ugao roletne*, koja ima vrednosti: *srednji_ugao*, *veliki_ugao* i *mali_ugao*; *osvetljenost* sa vrednostima: *loša*, *srednja*, *dobra* i *velika*; i promenljiva *dobici* sa vrednostima: *mali*, *srednji* i *veliki*.

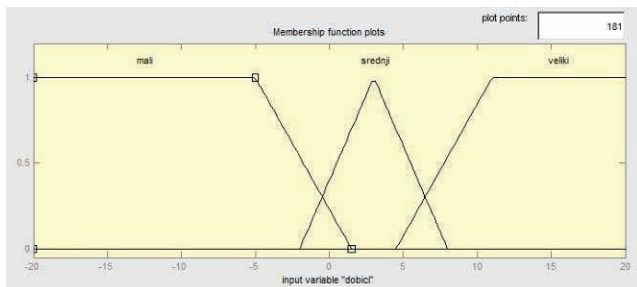


Slika 2. Funkcija pripadnosti za ugao roletne

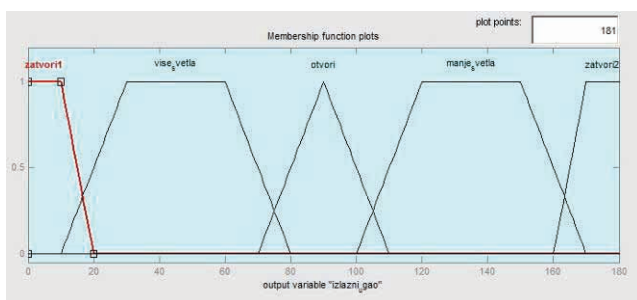


Slika 3. Funkcija pripadnosti za osvetljenost

Na osnovu ovih vrednosti napravljena je baza pravila na osnovu koje se donosi odluka o izlazu kontrolera, a to je optimalni ugao žaluzine, odnosno promenljiva *izlazni ugao* koja ima vrednosti *zatvori1*, *više_svetla*, *otvori*, *manje_svetla* i *zatvori2*. Na slikama 2, 3, 4 i 5 prikazane su funkcije pripadnosti za ulazne i izlazne parametra fazi kontrolera.



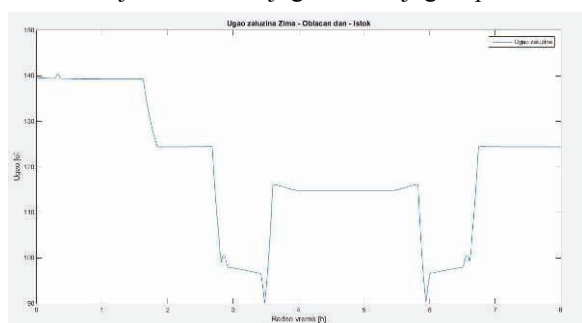
Slika 4. Funkcija pripadnosti za dobilke



Slika 5. Funkcija pripadnosti za izlazni ugao

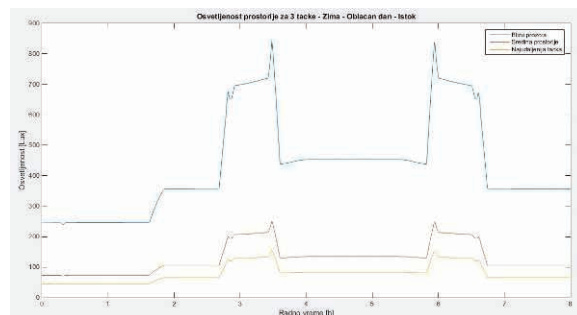
7. SIMULACIJA I PRIKAZ REZULTATA

Za simulaciju korišten je programski paket *Matlab R2014b*, a rezultati su predstavljeni grafički i predstavljaju prikaz upravljanja roletnama pomoću fazi logike, upravljanje osvetljenjem i prikaz proračunate potrošnje. Prilikom simulacije modela, da ne bismo u potpunosti zanemarili potrošnju energije za grejanje i hlađenje, u obzir je uzeta prosečna godišnja potrošnja po kvadratu od 90 W/m^2 kojom će se zadovoljiti potrebe grejanja/hlađenja, a za našu prostoriju to je 2.700 W . Za primere su odabrani neki karakteristični slučajevi, gde razlikujemo grejnu od sezone hlađenja, kao i oblačan od vedrog dana. Posmatrane su simulacije za prostorije okrenute ka istočnoj, južnoj i zapadnoj strani. Za prostorije koje se nalaze na čoškovima zgrade, simulacija je prikazana sa dva prozora koja se nalaze na različitim zidovima orijentisanim ka jugoistoku i jugozapadu.



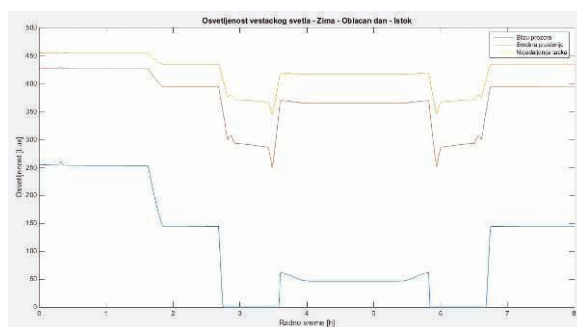
Slika 6. Oblačan zimski dan, istočna orijentacija: Ugao žaluzina

Na slici 6. prikazan je ugao žaluzina za oblačan zimski dan prostorije orijentisane ka istoku sa jednim prozorom. Žaluzine su u početku radnog vremena više zatvorene usled slabije spoljašnje osvetljenosti, kako dan odmiče algoritam polako otvara žaluzine kako bi dobili što više prirodne osvetljenosti u prostoriji, a kako se radno vreme bliži kraju algoritam teži da zatvori žaluzine. U zavisnosti od otvorenosti žaluzina proračunavamo prirodnu osvetljenost u tri tačke u prostoriji. Tačka koja je najbliža prozoru ima i najviše osvetljenosti, a tačke koje su udaljenije od prozora imaju znatno manju osvetljenost što se može videti na slici 7.



Slika 7. Oblačan zimski dan, istočna orijentacija: Prirodna osvetljenost

Jačina prirodnog osvetljenja utiče na intenzitet, a samim time i na potrošnju veštačkog osvetljenja. Sijalice koje su blize prozoru imaju manju potrošnju i sijaće slabijim intenzitetom usled dovoljne ili velike osvetljenosti prirodnog osvetljenja, što se može videti na slici 8.



Slika 8. Oblačan zimski dan, istočna orijentacija: Veštačka osvetljenost

Na osnovu prikazanih rezultata moguće je zaključiti da tokom zimskog perioda algoritam teži da žaluzine otvori što više kako bi se u prostoriji obezbedilo što više prirodne osvetljenosti i toplote, i time obezbedila što manja potrošnja veštačkog osvetljenja. S druge strane u letnjem periodu algoritam teži da ne otvori u potpunosti žaluzine kako bi se na taj način sprečilo dodatno zagrevanje prostorije, a opet obezbedilo dovoljno prirodnog osvetljenja. U Tabeli 2 su upoređene neke potrošnje veštačkog osvetljenja za prostorije sa jednim prozorom orijentisanim ka jugoistoku i prostoriju sa dva prozora sa istom orijentacijom.

Tabela 2. *Potrošnja veštačkog osvetljenja*

Potrošnja električne energije za veštačko osvetljenje bez upravljanja			5,76 kW	
Potrošnja električne energije za veštačko osvetljenje sa fazi upravljanjem				
	Zima		Leto	
	Oblačan	Vedar	Oblačan	Vedar
Istok	3,12 kW	2,74 kW	2,1 kW	1,56 kW
Istok-Jug	2,02 kW	0,5 kW	1,03 kW	0 kW
Jug	3,1 kW	0.9 kW	2,11 kW	0,054 kW

8. ZAKLJUČAK

Za upravljanje žaluzinama potreban je kontroler koji će na osnovu trenutnih uslova odrediti optimalan ugao žaluzina. U letnjem periodu, treba obezbediti ugao koji će smanjiti uticaj toplotnih dobitaka, kako bi se smanjila potrošnja energije potrebne za hlađenje, a istovremeno pustiti dovoljnu količinu prirodne svetlosti kako se ne bi povećala potrošnja energije potrebne za rasvetu. S druge strane u zimskoj sezoni uticaj toplotnih dobitaka može smanjiti potrošnju energije potrebnu za grejanje prostorije, pa ugao treba da bude u skladu sa tim.

Takav kontroler je upravo izložen u ovom radu. Kontroler se oslanja na principe veštačke inteligencije, odnosno fazi logike, funkcijama pripadnosti prilikom definisanja ulaznih i izlaznih veličina i baze pravila fazi kontrolera. Omogućuje računanje optimalnog ugla zakrivljenosti i automatsko upravljanje žaluzinama, pomoću jednog senzora koji se na nalazi na južnoj strani, umesto većeg broja senzora za svaku prostoriju.

Na osnovu prikazanog modela zaključuje se da tokom zimskog perioda algoritam teži da žaluzine otvori što više kako bi se u prostoriji obezbedilo što više prirodne osvetljenosti i toplote, s druge strane u letnjem periodu algoritam teži da ne otvori u potpunosti žaluzine kako bi se na taj način sprečilo dodatno zagrevanje prostorije, a opet obezbedilo dovoljno prirodnog osvetljenja. Postavljanjem ovog fazi kontrolera na sistem žaluzina i upravljanjem osvetljenjem u prostorijama može se postići značajna ušteda energije.

Ušteda se može postići za sve orijentacije prozora i svim vremenskim uslovima, a najviše u letnjoj sezoni pri vedrom danu i to pri orijentaciji prozora ka jugu.

9. LITERATURA

- [1] Janković, V. (2004). *Liber perpetuum-knjiga o obnovljivim izvorima energije u Srbiji i Crnoj Gori*. OEBS-Misija u Srbiji i Crnoj Gori, Beograd.
- [2] Tzempelikos, A. (2001). *A methodology for detailed calculation of illuminance levels and light dimming factors in a room with motorized blinds integrated in an advanced window*, Doctoral dissertation, Concordia University.
- [3] Stephenson, D. G., & Mitalas, G. P. (1967). Solar transmission through windows with venetian blinds.151-166.
- [4] Dr Chan Lok Shun Apple, "Lumen Method Calculations", Division of Building Science & Technology, Faculty of Science & Engineering, City University of Hong Kong.
- [5] <http://www.automatika.rs/baza-znanja/teorija-upravljanja/osnove-fuzzy-logike.html>

Kratka biografija:



Jovan Vuković rođen je 07.09.1988. godine u Novom Sadu. Gimnaziju „Jovan Jovanović Zmaj“, prirodno-matematički smer, završio je 2007. godine u Novom Sadu. Iste godine upisuje Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Računarstvo i automatika. Osnovne studije završava 2013. godine. Master studije upisuje 2013. godine na istom fakultetu, smer Automatika i upravljanje sistemima. Od maja 2013. godine zaposlen je u Intec doo Novi Sad.

OPTIMIZACIJA KLIMATIZACIJE UPOTREBOM FUZZY REGULATORA OPTIMIZATION OF AIR-CONDITIONING USING FUZZY CONTROLLER

Jelena Apostolović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu urađena je optimizacija sistema klimatizacije. U radu je prikazan model klima komore, kao i način na koji se menja koncentracija CO₂ u prostoru neophodna za određivanje kvaliteta vazduha u prostoriji.

Abstract – In this study, optimization of air conditioning systems is presented. This paper presents a model of air chambers and the way in which the concentration of CO₂ changes in the inner space, which is necessary for assessment of air quality in the room.

Ključne reči: Fuzzy logika, KGH, CO₂

1. UVOD

Sistemi klimatizacije, grejanja i hlađenja - KGH, tj. HVAC (eng. *Heating, Ventilation and Air Conditioning*) igraju centralnu ulogu u regulisanju unutrašnjih uslova komfora i zdrave sredine za ljude u zgradi.

KGH sistemi su važni i veoma popularni u dizajnu srednjih i velikih industrijskih i poslovnih zgrada jer obezbeđuju povoljne uslove za rad. Pod povoljnim radnim uslovima podrazumeva se održavanje željene temperature vazduha, željene vlažnosti vazduha, potrebne količine kiseonika i ugljen-dioksida itd. Zbog toga ljudi pokušavaju da kreiraju udobnije okruženje.

Kao rezultat toga, poslednjih godina raste interesovanje za studije u vezi sa projektovanjem i kontrolom ambijentalnih uslova. Takođe, analiza učinka i operativne strategije KGH sistema postaju veoma važne zbog efikasnog korišćenja energije. Studije o parametrima KGH sistema u poslednjih 50 godina, pokazale su da je moguće ostvariti veliki učinak KGH sistema. Sistemi KGH su ključni elementi koji utiču na karakteristike potrošnje i doprinose sa oko 48% u ukupnoj potrošnji energije u zgradi. Iz tog razloga, efikasno korišćenje energije u zgradama može se postići pravljenjem KGH sistema efikasnijim u pogledu konfiguracije i strategije upravljanja.

Optimalna konfiguracija KGH sistema postiže projektovane unutrašnje uslove komfora sa minimalnom potrošnjom energije i troškovima.

2. PAMETNE KUĆE

Kako su se u poslednje dve decenije razvijale različite inteligentne zgrade i potrebna tehnologija, pojam pametna zgrada dobijao je sve veću pažnju. U toku ovog perioda razvijale su se građevinska industrija i informacione

NAPOMENA:

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

tehnologije, a takođe se menjalo i značenje pojma pametnih zgrada, odnosno šta on sve podrazumeva.

Podsystemi jedne pametne zgrade su:

- Meteo stanica – praćenje brzine vetra, jačine sunčeve svetlosti i automatsko upravljanje potrošačima u skladu sa zadatim parametrima
- Kontrola rasvete
- Upravljanje pokretnim tendama
- Kartična kontrola pristupa – signalizacija pristupa u prostoriji
- Automatsko paljenje i gašenje rasvete i elektropotrošača
- Upravljanje žaluzinama
- Sistem alarma protiv provala
- Sistem požarnog alarma (senzor dima)

Teško je formulisati jednostavno značenje pametnih zgrada i nema jedinstveno prihvaćene definicije u svetu. [1]

3. KLIMA KOMORE

Klima komore su namenjene za centralnu pripremu vazduha i omogućavaju sve osnovne funkcije:

- grejanje,
- hlađenje,
- filtraciju,
- vlaženje,
- sušenje,
- rekuperaciju, i
- regeneraciju.



Slika 1. Šematski prikaz klima komore

Delovi klima komore prikazane na slici 1 su :

- Mešna komora (kao opcija, ako se vrši recirkulacija sobnog vazduha)
- Filterska sekcija (za prečišćavanje vazduha koji se uvodi u sistem)
- Grejač (koji može biti podeljen na predgrejač i dogrejač što je čest slučaj kada se vrši vlaženje vodom)
- Hladnjak (koji najčešće u klimatizaciji koristi hladnu vodu kao radni fluid)
- Maglena komora (za vlaženje vazduha vodom)
- Ventilatorska sekcija (najčešće su u pitanju centrifugalni ventilatori)

Primenjuju se za ventilaciju i klimatizaciju bolnica, industrijskih hala, skladišta, poslovnih i prodajnih

prostora, banaka, pošta, sportskih dvorana, javnih prostora i sl.

Klima komore su pogodne za primenu u svim velikim objektima koji poseduju veliki broj odvojenih i zatvorenih prostorija bez mogućnosti prirodne ventilacije.

Osim obezbeđenja željene temperature u klimatizovanom prostoru (npr. zimi 20 °C, a leti 26 °C) uloga sistema za klimatizaciju je i da obezbeđuje:

- odgovarajuću relativnu vlažnost vazduha,
- odgovarajuću količinu svežeg vazduha za ventilaciju,
- potrebni nivo čistoće vazduha.

Prema svojoj strukturi (načinu izvođenja) osnovna podela vazдушnih sistema je na:

- lokalne sisteme i
- centralne vazdušne sisteme klimatizacije.

U lokalne sisteme vazdušnog grejanja spadaju svi oni uređaji koji su locirani u samim prostorijama koje se greju. Tu spadaju: kaloriferi, vazdušne zavese i „split“ sistemi (u izvedbi kao toplotna pumpa vazduh-vazduh).

Kod centralnih sistema priprema vazduha se obavlja centralno – na jednom mestu, a zatim se pripremljen vazduh razvodi do pojedinih prostorija. Centralna priprema vazduha se obavlja u komori za pripremu vazduha (najčešće se koriste pojmovi ventilaciona komora i klima komora).

4. VENTILACIJA I NUŽNOST SNABDEVANJA PROSTORIJE SVEŽIM VAZDUHOM

Proizvodnja konstantnog protoka vazduha, u klasičnoj realizaciji sistema ventilacije, ima za posledicu nepotreban utrošak električne energije u slučaju manjeg broja korisnika u prostoriji od predviđenog, ili nezadovoljstvo korisnika u slučaju većeg broja. Upravljanje ventilacijom u zavisnosti od potražnje DVC (eng. *Demand Control Ventilation*) obezbeđuje zadovoljenje potreba korisnika uz maksimalnu uštedu električne energije. Trenutni ASHRAE (eng. *American Society of Heating, Refrigerating and Air – Conditioning Engineers*) standard 62 – 2013 zahteva da minimalan protok vazduha preko sistema ventilacije treba da bude zasnovan na broju korisnika i veličini prostora.

Merenje količine štetnih materija u vazduhu, je idealan način za kontrolu kvaliteta vazduha. Teško je, međutim, naći senzor koji bi sa zadovoljavajućom tačnošću merio količinu svih štetnih materija u vazduhu. Čak i za tipične zagađivače kao što su organska isparljiva jedinjenja, teško je naći senzor koji tačno i pouzdano, na racionalano jednostavan i jeftin način ima mogućnost šireg korišćenja u komercijalne svrhe, kao što je upravljanje nekim sistemom u zgradi. Merenje nivoa CO₂ u vazduhu u aplikacijama za upravljanje ventilacijom je dobro razvijena i široko korišćena metoda kada se korisnici smatraju glavnim izvorom zagađenja. U klimatizovanim prostorijama uglavnom je nivo CO₂ na zadovoljavajućem nivou. U sistem upravljanja ventilacijom, merenje koncentracije CO₂ uglavnom se koristi kao indirektan pokazatelj broja korisnika u prostoriji (na osnovu zagađenja koje oni proizvode). U prvobitnom ASHRAE standardu je propisan nivo CO₂ na 1000 ppm. Nedavna istraživanja, međutim, su pokazala da ovakav način upravljanja DVC metodom nije u mnogim slučajevima zadovoljavajući. Prvi razlog je što nivo CO₂ nije realan

pokazatelj potrebe za ventilacijom. Može se desiti da prostor nije zadovoljavajuće ventilisan iako je nivo CO₂ ispod zadate vrednosti, ili da je prostor zadovoljavajuće ventilisan iako je nivo CO₂ iznad neke proračunate granice za datu situaciju. Druga stvar je što se ovom strategijom ne mogu efikasno ukloniti zagađenja koja nisu proizveli korisnici. [2]

5. FUZZY LOGIKA

Šta je to *fuzzy* logika? Da bi se dao odgovor na ovo pitanje, potrebno je uporediti ovaj pristup sa konvencionalnom logikom. Osnove klasične logike je učvrstio još u antičkoj Grčkoj poznati filozof Aristotel. Ova logika se zasniva na jasnim i precizno definisanim pravilima, a počiva na teoriji skupova. Neki element može da pripada skupu ili da ne pripada. Skupovi imaju jasno određene granice. Tako su ovi skupovi pa i logika, nazvani engleskom rečju *crisp*, koja ima značenje – bistar, jasan. *Fuzzy* je engleska reč koja bi se mogla prevesti kao nejasno, maglovito, mutno.

U *fuzzy* logici nije precizno definisana pripadnost jednog elementa određenom skupu, već se preciznost meri u procentima, recimo. Ove mere pripadnosti, skalirane, mogu da uzimaju vrednost između 0 i 1.

Fuzzy logika predstavlja uopštenje klasične logike, razvijeno nad teorijom rasplinutih skupova. Za razliku od klasične logike, u kojoj iskazi mogu imati vrednosti tačno ili netačno, rasplinuta logika pruža analitički aparat kojim se mogu modelovati iskazi čija vrednost može pripadati kontinualnom prelazu od tačnog ka netačnom.

5.1. Fuzzy skupovi

Fuzzy skupovi su u osnovi elementi kojima opisujemo nepreciznost. Naime, diskretni skup (klasičan) sadrži elemente sa istim svojstvima (skup celih brojeva), dok *fuzzy* skupovi sadrže elemente sa sličnim svojstvima (skup brzih automobila).

U diskretnim skupovima element ili pripada ili ne pripada određenom skupu, ako to predstavimo matematički kažemo da je stepen pripadnosti skupu 1 (ako pripada), i 0 (ako ne pripada).

Sa druge strane gledano, elementi u *fuzzy* skupovima mogu delimično da im pripadaju ili ne pripadaju, a matematički to možemo da predstavimo na sledeći način :

- 1 - 100% pripada
- 0.7 - 70% pripada skupu
- 0 - ne pripada skupu.

Ovim pristupom možemo preciznije da reprezentujemo neprecizne iskaze.

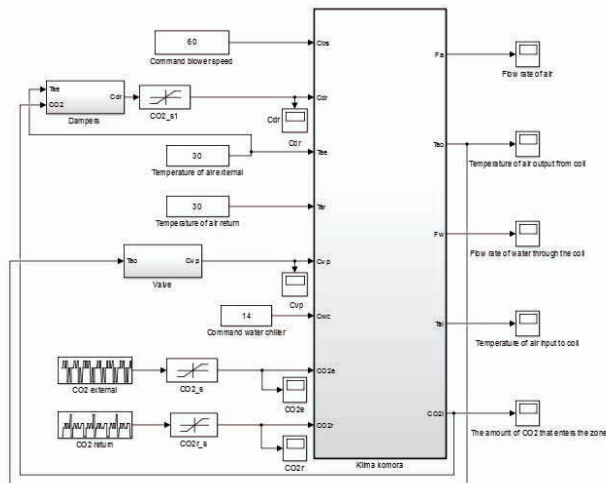
Fuzzy logika započinje sa konceptom *fuzzy* skupova. *Fuzzy* skupovi su skupovi bez jasno definisanih granica i bez diskretnih vrednosti. Oni isključivo sadrže elemente sa stepenom pripadnosti istom. [3]

6. SOFTVERSKO REŠENJE

6.1. Model sistema

Za modelovanje sistema i projektovanje *fuzzy* regulatora korišćen je programski paket *Matlab*. Ovaj model je napravljen uz pomoć *Simulink* alata, a za *fuzzy* regulatore je korišćen *Fuzzy Logic Toolbox* alat sa grafičkim interfejsom. Iz razloga što podaci prikupljeni sa realnog sistema nisu dostupni, softversko rešenje se zasniva na simulaciji. Na slici 2 prikazan je model klima komore

pomoću koje se vrši regulacija ambijentalne temperature i količine CO₂ u prostoru. [4]



Slika 2. Model klima komore

6.2. Projektovanje regulatora

U ovom radu su projektovana dva *fuzzy* regulatora. Jedan za upravljanje ventilom hladne vode, i drugi za upravljanje žaluzinama povratnog vazduha. Prvim regulatorom postiže se željena vrednost temperature u prostoriji. Drugim regulatorom reguliše se količina ugljen-dioksida u prostoriji.

Najveća prednost *fuzzy* regulatora je ta što on upravlja lingvističkim promenljivim vrednostima, tako da se na osnovu razgovora sa stručnim licima mogu na dovoljno dobar način odrediti parametri regulatora, s tim da sistem bude stabilan, sa što kraćim vremenom smirenja i manjim preskokom.

7. REZULTATI I DISKUSIJA

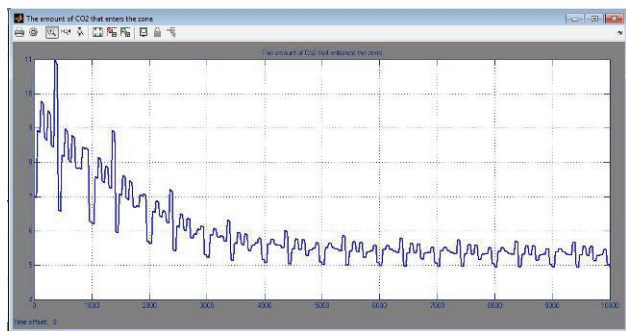
Simulacija je sprovedena tako što su svi ulazni parametri u *Simulink* model predefinisani i uneseni u sam model. Željena vrednost brzine ventilatora i vrednost temperature vode koja izlazi iz čilera su konstantne.

U narednim primerima će biti predloženi rezultati rada oba regulatora.

7.1. Regulacija koncentracije ugljen-dioksida

7.1.1. Primer 1

U ovom primeru, komanda brzine ventilatora je 60, vrednost koncentracije CO₂ spoljašnjeg vazduha je 450 ppm (4.5), vrednost spoljašnje temperature je 30 °C, željena vrednost CO₂ u prostoriji je 550 ppm (5.5).



Slika 3. Rezultati simulacije za CO₂, primer 1

Na slici 3 prikazane vrednosti su predefinisane iz opsega 0-1200 ppm u opseg 0-12.

Postignuta je željena vrednost koncentracije CO₂ u vazduhu koji ulazi u prostoriju, što se može videti sa slike 3.

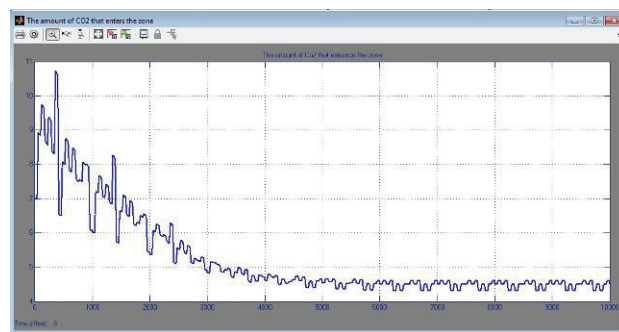
Tabela 1. Tabelarni prikaz performansi sistema

	Regulator
Vreme smirenja[<i>min</i>]	66
Vreme uspona[<i>min</i>]	50
Preskok [%]	83

U tabeli 1 su date neke preformance sistema koje su dobijene tokom simulacije sistema. Ovde se može videti da se sistem stabilizuje za vreme koje je dozvoljeno, jer se sistem uključuje obično sat vremena pre početka radnog vremena, da bi se postigli odgovarajući radni uslovi.

7.1.2. Primer 2

Komanda brzine ventilatora je 60, vrednost koncentracije ugljen-dioksida spoljašnjeg vazduha je 350 ppm (3.5), vrednost spoljašnje temperature je 30 °C, željena vrednost CO₂ u prostoriji je 450 ppm (4.5). Na slici 4 prikazane vrednosti su predefinisane iz opsega 0-1200 ppm, u opseg od 0-12.



Slika 4. Rezultati simulacije za CO₂, primer 2

Tabela 2. Performanse sistema

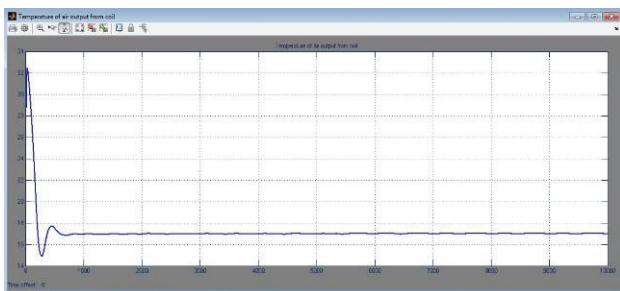
	Regulator
Vreme smirenja[<i>min</i>]	60
Vreme uspona[<i>min</i>]	33
Preskok[%]	120

Sa grafika (slika 4) se vidi da je dostignuta željena vrednost za CO₂, a iz tabele 2 se mogu videti performanse sistema.

7.2. Regulacija ambijentalne temperature

7.2.1. Primer 1

Ilustrovano je ponašanje sistema kada su parametri za koje je vršena simulacija postavljeni na sledeće vrednosti komanda brzine ventilatora je 60, spoljašnja vrednost temperature je 28 °C, a željena vrednost 17 °C.



Slika 5. Izlazni signal T_{ao} (ambijentalna temperatura), primer 1

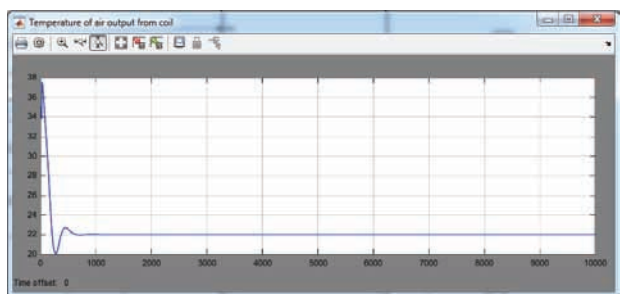
Tabela 3. Tabelarni prikaz performansi sistema

	Regulator
Vreme smirenja[min]	17
Vreme uspona[min]	13
Preskok[%]	88

Sa grafika (slika 5) i iz tabele 3 se može videti da sistem ima dobre performanse. Kao što je već napomenuto sistem klimatizacije se uključuje sat vremena pre početka radnog vremena.

7.2.2. Primer 2

Ovaj primer ima sledeće vrednosti, komanda brzine ventilator je 60, spoljašnja vrednost temperature je 35 °C, željena vrednost temperature je 22 °C.



Slika 6. Izlazni signal T_{ao} (ambijentalna temperatura), primer 2

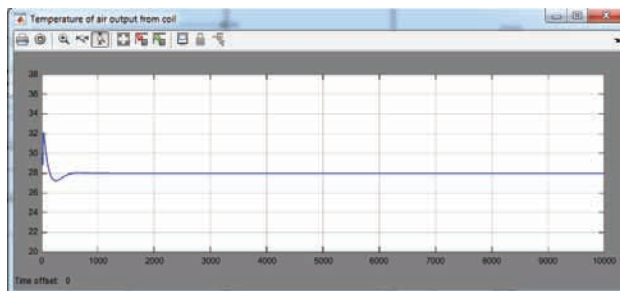
Tabela 4. Tabelarni prikaz performansi sistema

	Regulator
Vreme smirenja[min]	9
Vreme uspona[min]	5
Preskok[%]	72

U ovom primeru je pokazano da se regulatorom može dostići željena vrednost temperature, bez obzira na to kolika je razlika između stvarne i željene temperature. Na slici 6 se može videti grafički prikaz signala temperature koja ulazi u zonu, a iz tabele 4 se može videti da signal ima dobre parametre.

7.2.2. Primer 3

Ovaj primer ima sledeće vrednosti, komanda brzine ventilator je 60, spoljašnja vrednost temperature je 30 °C, željena vrednost temperature je 28 °C.



Slika 7. Izlazni signal T_{ao} (ambijentalna temperatura), primer 3

Tabela 5. Tabelarni prikaz performansi sistema

	Regulator
Vreme smirenja[min]	5
Vreme uspona[min]	2
Preskok[%]	14

Sa slike 7 se može videti da je željena vrednost temperature od 28 °C postignuta, a iz tabele 5 se mogu videti dobre performanse sistema.

8. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog rada je bio postići željenu koncentraciju ugljen-dioksida i željenu temperaturu u prostoriji kako bi se ostvarili uslovi komfora uz minimalnu potrošnju energije. U ovom radu projektovana su dva fuzzy regulatora. Vršena je simulacija sa projektovanim regulatorima i posmatrana je dinamika sistema.

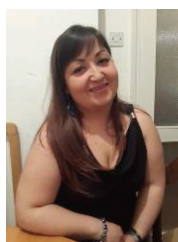
Na osnovu simulacije može se doći do zaključka da postoji mogućnost uštede energije.

Da bi se dobile još bolje performanse sistema nad ovim regulatorima bi se mogla izvršiti još i optimizacija parametara. Time bi se obezbedilo kvalitetnije upravljanje.

9. LITERATURA

- [1] Pametne zgrade, preuzeto sa adrese: <http://predmet.singidunum.as.rs/mod/folder/view.php?id=1652>
- [2] ASHRAE Standard 62.1-2013, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, Inc.: Atlanta, 2015
- [3] C. Lee: "Fuzzy logic in control systems", Systems, Man and Cybernetics, *IEEE Transactions on*, Volume 20, Issue 2, 1990., pp 404-418.
- [4] V. Čongradac, F. Kulić: "Optimizacija sistema KGH kontrolom koncentracije CO₂ primenom genetskih algoritama", *FTN*, Novi Sad

Kratka biografija :



Jelena Apostolović, rođena je 04.08.1989. u Beogradu. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, osek Elektrotehnika i računarstvo upisuje 2008. godine. Diplomirala je u oktobru 2013. godine i nakon toga upisuje master akademske studije takođe na Fakultetu tehničkih nauka.

ГЕНЕРИЧКИ ГРАФИЧКИ ЕДИТОР DSL ИСКАЗА ЗА МОБИЛНЕ ПЛАТФОРМЕ**GENERIC GRAPHICAL DSL EDITOR FOR MOBILE PLATFORMS**Михаило Лукић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО**

Кратак садржај – Циљ овог рада јесте да представи генерички графички едитор DSL исказа за Андроид мобилну платформу, представи основне одлике и примењене концепте апликације, укаже на њене предности и мане.

Abstract – The goal of this paper is to describe generic DSL graphical editor for Android mobile platform, presents main characteristics of this application and it's advantages and disadvantages.

Кључне ријечи – Mobile operating system, DSL, Kivy, Python

1. УВОД

Активности софтверског инжењерства су још од раног доба свог постојања укључивале прикупљање и документовање података који ће дефинисати будуће софтверско решење. Поред документације, потребно је имати скице дизајна и архитектуре будућег софтверског решења. Ови задаци често захтевају одређену дозу креативности. Скице дијаграма могу помоћи у осликавању актуелног система и комуникацији између актера пројекта.

Инжењери и заинтересовани партнери углавном воле да користе папир и оловку, беле табле и остали помоћни прибор за цртање у почетној фази развоја софтвера. Предност ових алата је њихова доступност, спремност на моменталну употребу и једноставност коришћења. Супротно њима, постоје алати за моделирање система који дају мало формалнији приступ моделирању и захтевају од инжењера коришћење специфичних језика за моделирање.

Креиране идеје се документују на папиру, али јавља се питање како сачувати те документе за даље коришћење у наредним фазама развоја софтвера. Једна од опција јесте фотографисање тих скица и поновно моделирање тих идеја у неком алату за моделирање система. Овакав приступ је подложен грешкама и поновно моделирање је временски захтевно и исцрпљујуће. Поред тога, сама информација се може изгубити или интерпретирати на погрешан начин.

Постоји начин за избегавање поновног моделирања информације, и то у виду лаганих софтверских алата који се користе од самог почетка пројекта. Такви алати морају имати потпуну доступност попут папира и оловке и морају омогућавати слободоручно скицирање.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Игор Дејановић, доцент.

У овом раду, фокус ће бити на мобилним уређајима попут таблета или паметних телефона који подржавају активност скицирања. Данас су такви уређаји веома распрострањени, доступни по потреби и технички довољно напредни да подрже активности апликације за скицирање дијаграма и модела. Самим тим, закључује се да су такви уређаји идеална платформа за подршку инжењерима.

У даљем разматрању биће представљена апликација која подржава приступ који корисницима обезбеђује слободоручно скицирање и моделирање одређеног домена у графички формат који може имати битну улогу у даљем развоју софтверског решења. Корисник ове апликације није директно везан за одређени домен, пошто има могућност креирања сопствених компоненти скице која ће осликавати домен који је потребно описати.

2. ОПИС КОРИШЋЕНИХ ТЕХНОЛОГИЈА И АЛАТА

У овом раду, као основни програмски језик за развијање апликације коришћен је **Python**. Овај језик је интерактиван, објектно оријентисан и омогућава рад са структурама података на високом нивоу. Python има изузетно једноставну и елегантну синтаксу, и поред тога спада у моћне програмске језике опште намене.

Kivy је Python библиотека за развој мобилних апликација и других *multitouch* апликација са природним корисничким интерфејсом које могу радити на разним мобилним и рачунарским оперативним системима. Дистрибуиран је под условима лиценце МИТ, бесплатан је и представља *open source* софтвер. Kivy садржи све елементе потребне за креирање апликације, попут подршке за миш, тастатуру, механизам за *multitouch* подршку.

Развојно окружење коришћено у овом раду је **Eclipse**, интегрисано развојно окружење које садржи основни радни простор и прошириви *plugin* систем за прилагођавање система. *Eclipse* је написан у Јава програмском језику и користи се за развој апликација, како на Јава програмском језику, тако и на другим програмским језицима попут *Python-a*, *C*, *C++*, *ABAP* уз помоћ плагина.

Проширење Eclipse-а за рад на Python-у је **Pydev**. Ово проширење омогућава кориснику коришћење *Eclipse-a* као Python интегрисано развојно окружење.

Python for Android (P4A) је пројекат Kivy организације који је предвиђен за креирање Python дистрибуције апликације коју желимо да покренемо на мобилном уређају.

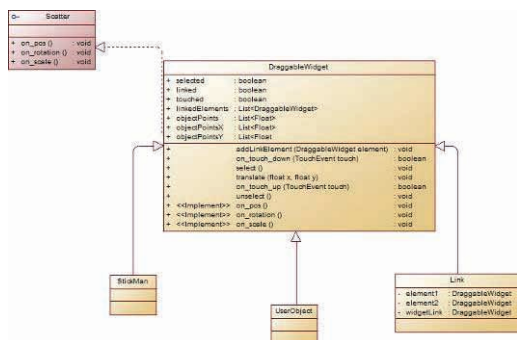
3. ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ЕДИТОРА

У овом поглављу описана је имплементација генеричког графичког едитора DSL исказа на мобилним платформама. Због ограничења броја страница овог рада, фокус ће бити само на имплементацији функционалности креирања кориснички дефинисаних елемената.

Ова функционалност спада у најважније елементе овог рада пошто апликацији додаје особине које имају едитори језика специфичне намене и особину генеричности.

Алгоритам ове функционалности започиње одабиром акције слободоручног цртања и цртања фигуре коју желимо да доделимо елементу који ће бити смештен у палету елемената. Након цртања, следи његова селекција и одабир опције *Create widget* која ће креирати елемент палете, приказати фигуру коју је корисник исцртао као иконицу дугмета, и сачувати координате свих тачака те фигуре.

3.1. Слободноручно цртање елемента



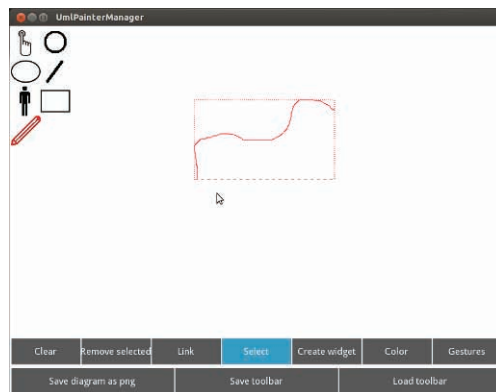
Слика 1. Приказ архитектуре објектног модела елемената за исцртавање

Класа **DraggableWidget** представља класни опис елемената које исцртавамо на самој радној површини. Од функционалности које инстанце ове класе поседују издвојићемо могућност селекције, ротације, транслације. Ова класа наслеђује **Kivy** класу **Scatter** која омогућава аутоматско извршавање функционалности селекције, померања, ротације и скалирања. Ову класу користимо за креирање интерактивних елемената који се могу померати, ротирати и скалирати уз помоћ интегрисаног *multitouch* система.

Класа **UserObject** наслеђује класу **DraggableWidget** и при том редефинише методу за приказ тј. исцртавање самог елемента. Ова класа у апликацији представља елементе које корисник слободоручно исцрта и које жели да дода у палету елемената.

Због немогућности предвиђања облика елемената које корисник жели да користи за цртање, само графичко приказивање је урађено динамички у коду апликације.

Алгоритам исцртавања започиње одабиром боје коју корисник жели да користи, и одабиром опције слободоручног цртања у палети елемената.



Слика 2. Приказ исцртаног и селектованог елемента на радној површини

Исцртавање линије започиње додиром радне површине и константним померањем прста по радној површини. Након подизања прста, исцртавање је завршено и елемент је могуће даље трансформисати, селектовати и померати по радној површини.

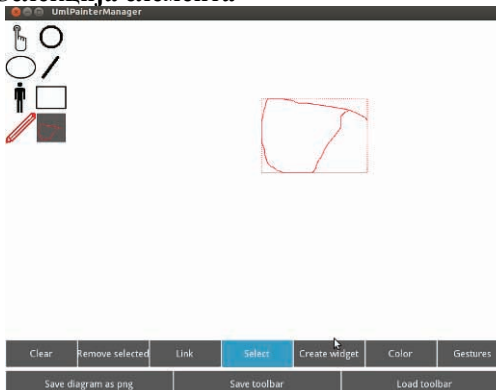
Логика ове функционалности је описана у класи **ToolSimpleLine**. Методе које дефинишу исцртавање облика који је корисник нацртао су *create_figure* и *create_widget* са следећом имплементацијом:

```
def create_figure(self, ix, iy, fx, fy):
    if (fx != 0 and fy != 0):
        self.tacke += (fx, fy)
        self.tackeX += [fx]
        self.tackeY += [fy]
    return Line(points=self.tacke)

def create_widget(self, ix, iy, fx, fy):
    minX = min(self.tackeX)
    maxX = max(self.tackeX)
    minY = min(self.tackeY)
    maxY = max(self.tackeY)
    pos = (minX, minY)
    size = (abs(maxX-minX), abs(maxY-minY))
    newObject = DraggableWidget(pos = pos, size = size)
    newObject.objectPoints = self.tacke
    newObject.objectPointsX = self.tackeX
    newObject.objectPointsY = self.tackeY
    return newObject
```

Остатак имплементације везане за исцртавање криве линије је дат у класи **ToolFigure** коју наслеђује класа **ToolSimpleLine**.

3.2. Селекција елемента



Слика 3. Приказ селектованог елемента на радној површини

Након цртања елемента, следи његова селекција. Сваки елемент палете елемената је описан класом **DraggableWidget** која наслеђује Kivu класу **Scatter** која у својој дефиницији имплементира функционалности селекције, померања и скалирања елемената. По почетној дефиницији, објекти класе **Scatter** не дају никакву назнаку кориснику да је објекат селектован све док не помери елемент. Ова природа објеката ове класе није била у складу са идејом приликом имплементације ове функционалности, па је самим тим захтевала малу модификацију. Идеја је била, да се приликом селекције елемента исцрта црвени правоугаоник испрекиданом линијом око елемента. У ту сврху, класи **DraggableWidget** је додат атрибут **self.selected** који садржи објекат класе **Line** ако је елемент селектован. Ако атрибут нема вредност, претпоставља се да није селектован. Имплементација је дата у методи **select** класе **DraggableWidget**.

```
def select(self):
    if not self.selected:
        self.ix = self.center_x
        self.iy = self.center_y
        with self.canvas:
            self.selected =
                Line(rectangle=(0,0,self.width,self.
                    height), dash_offset=2)
```

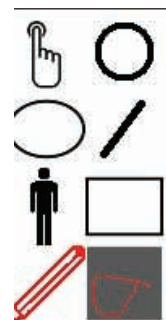
Ова метода се позива приликом додира елемента (искључиво на површину елемента).

3.3. Смештање селектованог елемента у палету елемената

Након селекције елемента, корисник треба да одабере опцију **Create Widget** која селектовани елемент смешта у палету елемената као једну од ставки. Треба напоменути да се приликом одабира ове опције узима први селектован елемент ако их има више, што имплицира да селекција више елемената пре одабира ове опције нема смисла. Имплементација је дата у класи **ToolBar**, у методи **create_widget_toolbar**.

```
def create_widget_toolbar(self,instance):
    nizSelektovanihElemenata = []
    for child in self.drawing_space.children:
        if len(nizSelektovanihElemenata)<1:
            if child.selected:
                nizSelektovanihElemenata.append(child)
        else:
            break
    if len(nizSelektovanihElemenata)==1:
        element1 = nizSelektovanihElemenata[0]
        newObject = ToolUserObject()
        newObject.setParent(self.tool_box)
        newObject.setObject(element1.objectPoints,
            element1.objectPointsX,element1.objectPointsY)
        self.tool_box.add_widget(newObject)
```

Приликом додавања новог елемента у палету елемената, координате тачака фигуре се додају објекту класе **ToolUserObject**. Ова класа описује све кориснички дефинисане и креиране елементе за цртање на радној површини. Класа такође наслеђује **ToolFigure** класу и креирани објекат припада груписаном скупу елемената на палети елемената. Поред објеката класе **ToolSimpleLine**, за креирање нових елемената можемо користити и остале елементе из палете, укључујући и елементе дефинисане класом **ToolUserObject**.



Слика 4. Приказ палете елемената са додатим кориснички креираним елементом.

4. ЗАКЉУЧАК

Предмет овог рада била је имплементација генеричког графичког едитора DSL исказа са циљем олакшавања процеса скицања дијаграма са датим исказима и њихове даље обраде. Мотивација за овај рад се може пронаћи приликом решавања проблема који настају у фази прикупљања информација од клијената на самом почетку развоја одређене апликације. У самом раду је представљен прототип апликације која би могла олакшати решавање тих проблема.

Основна предност овог едитора је могућност извршавања саме апликације на мобилним платформама, што кориснику у великој мери олакшава посао, јер физички није везан за одређену локацију. Још једна од предности ове апликације је њена извршивост на разним мобилним платформама попут Android-а и iOS-а, као и на рачунарима са оперативним системима Windows и Linux.

Поред ових особина, истиче се и могућност креирања графичких симбола који би требали представљати одређене елементе домена корисничког проблема. Ова могућност уједно представља и најважнију особину на којој се базира цео рад, пошто омогућава кориснику непознавање основних особина области домена проблема, већ може неким сопственим симболима визуализовати своје виђење описа или решења самог проблема или клијентског захтева.

Апликација описана у овом раду свакако не спада у апликације које решавају све проблеме који се могу јавити у основним корацима развоја неког решења, али уз добро дефинисане правце даљег развоја може постати алат који би могао значајно олакшати рад инжењерима.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] M. Fowler, R. Parsons. *Domain Specific Languages*, 2010
- [2] E. Michael Maximilien, Hernan Wilkinson, Nirmal Desai³, Stefan Tail. *A Domain Specific Language for Web APIs and Services Mashups*, IBM Research, University of Buenos Aires, 2007
- [3] Paul Hudak. *Domain Specific Language*, Department of Computer Science, Yale University, 1997
- [4] D. Phillips, *Creating Apps in Kivy, First Edition*, 2014
- [5] N. Klever. *Kivy – A Framework for Natural User Interfaces*, Faculty of Computer Sciences, University of Applied Sciences Augsburg.
- [6] N. Klever. *Kivy – Some Experiences with Python For Android (Py4A)*, Faculty of Computer Sciences, University of Applied Sciences Augsburg.
- [7] M. Dawson, *Python – Programming for the Absolute Beginner, Third Edition*, 2010
- [8] I. Dejanović, *Jezici specifični za domen*, materijali sa predavanja, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2013
- [9] I. Dejanović, *Prilog metodama brzog razvoja softvera na bazi proširivih jezičkih specifikacija, doktorska disertacija*, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 2011.
- [10] Wikipedia, <http://en.wikipedia.org>
- [11] Kivy, <http://kivy.org/#home>
- [12] Python, <https://www.python.org/>
- [13] IDC – International Data Corporation, <http://www.idc.com/>
- [14] Google Scholar, <https://scholar.google.com/>

Кратка биографија:



Михаило Лукић је рођен 05.03.1989 године у Београду. Основну школу „Миодраг Чајетинац – Чајка“ завршио је 2004 године. Средњу школу „Техничка школа“ у Трстенику, смер Електротехничар рачунара завршио је 2008 године. Исте године уписао се на Факултет техничких наука, одсек Рачунарство и аутоматика, у Новом Саду. Основне академске студије на овом студентском програму завршава 26.10.2012 године са просечном оценом 8.08. Мастер студије на студијском програму Примењене рачунарске науке и информатика уписује исте године и полаже све испите дефинисане програмом у року са просечном оценом 9.33

Jedno rešenje sistema za reprodukciju multimedijalnog sadržaja putem DLNA protokola na Android OS

Mladen Ilić, Miloš Janković, Milko Leporis

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

Ključne reči — DLNA, Android, UPnP, multimedija

I. UVOD

U proteklih godinama korisnici su prihvatili digitalne tehnologije. Vođeni internetom, žičanim i bežičnim kućnim mrežama, digitalnim uređajima kao što su muzički plejeri, digitalne kamere i komkoderi oni nabavljaju, uživaju i upravljaju raznim digitalnim sadržajima iz svoje kuće. Jedan od najboljih načina pristupa sadržaja na lokalnoj mreži je definisala organizacija DLNA forum [1]. DLNA protokol stek je način deljenja, kontrole i reprodukcije multimedijalnog sadržaja u lokalnoj mreži. Nastao je iz UPnP protokola sa ciljem da jasno definiše rad sa multimedijalnim sadržajem unutar lokalne mreže.

Android zauzima vodeće mesto među operativnim sistemima za mobilne korisničke računarske sisteme kao što su tableti i telefoni. Dugi niz godina Android operativni sistem je bio razvijan za platforme zasnovane na ARM (Acorn(Advanced) RICS Machine) arhitekturi procesora. Razvojem i prilagođavanjem Androida otvorile su se nove mogućnosti među kojima je i da novi savremeni DTV prijemnici rade na Android operativnom sistemu. Ovo rešenje sistema za reprodukciju multimedijalnog sadržaja je nezavisno od fizičke platforme i može se koristiti na svim uređajima koji koriste Android operativni sistem.

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

Mladen Ilić, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (telefon 381-63-7241617, e-mail: mladen.ilic@rt-rk.com).

Miloš Janković, RT-RK, Fruškogorska 11, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: milos.jankovic@rt-rk.com).

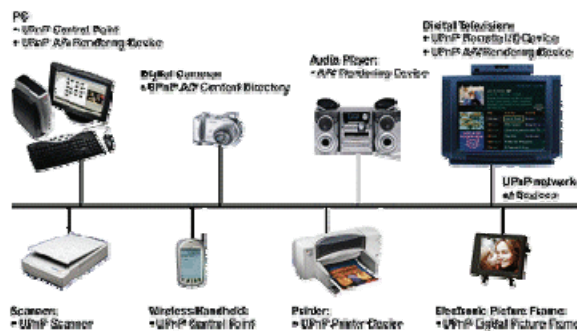
Milko Leporis, RT-RK, Fruškogorska 11, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: milko.leporis@rt-rk.com).

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz master rada Mladena Ilića. Mentor je bio dr Ilija Bašićević.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2012.

II. UPnP PROTOKOL

UPnP (Universal Plug and Play) je skup mrežnih protokola koji omogućavaju umreženim uređajima kao što su računari, štampači, bežične pristupne tačke, mobilni uređaji da bez problema otkriju prisustvo drugih uređaja u mreži i da uspostave mrežne usluge za deljenje podataka, komunikaciju i zabavu. Ovaj protokol je definisan od strane UPnP forum grupacije koju sačinjava preko 800 članova među kojima su i najveće svetske korporacije Microsoft, Nokia, Philips, Samsung, Intel, LG, iWedia.

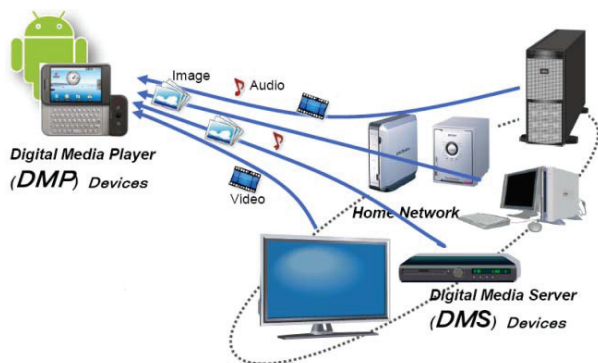


Sl. 1. Umreženi UPnP uređaji

Namenjen je pre svega lokalnim mrežama bez administratora. Nastao je iz PnP (Plug and Play) koji služi za povezivanje uređaja na računar. UPnP podržava nula konfiguraciju što znači da korisnik ne mora ništa ručno da konfiguriše. Ovim se uređajima omogućava dinamički pristup mreži, dobijanje IP adrese i stavljanje na raspolaganje svoje sposobnosti drugima u mreži. Uređaj može napustiti mrežu u svakom trenutku ili automatski ako se više ne koristi. UPnP tehnologija je nezavisna od operativnog sistema i programskog jezika i izgrađena je na internet baziranim tehnologijama kao što su IP, TCP, UDP, HTTP i XML.

III. DLNA PROTOKOL

DLNA (Digital Living Network Alliance) je organizacija koja je definisala smernice za razmenu digitalnih multimedijalnih sadržaja između korisničkih uređaja kao što su računari, mobilni telefoni i kamere i ostalih multimedijalnih uređaja. DLNA je baziran na UPnP protokolu koga koristi za traženje, kontrolu i upravljanje multimedijom.

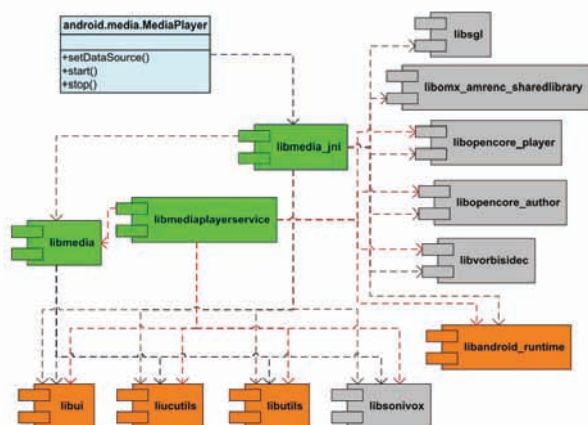


Sl. 2. Prikaz DLNA okruženja

DLNA uređaji su podeljeni u tri klase kućne mrežne uređaje, ručne mobilne uređaje i kućne infrastrukturne uređaje. Svaka klasa sadrži pet vrsta uređaja i to media player, controller, server, renderer i printer koji su deo UPnP standarda.

IV. ANDROID PODSISTEM ZA MULTIMEDIJU

Android operativni sistem u sebi sadrži potpunu podršku za reprodukciju multimedijalnog sadržaja. Sistemska klasa android.media.MediaPlayer koristi se za kontrolu i reprodukciju audio i video sadržaja.



Sl. 3. Prikaz zavisnosti odnosa između biblioteka i medijskog framework-a

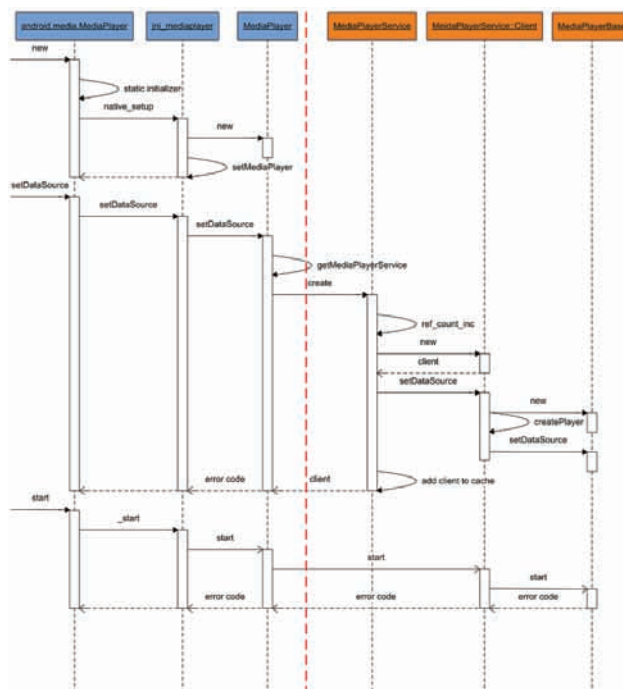
Na slici 3. zelenom bojom su prikazane biblioteke koje se koriste za multimediju, libmedia definiše nasleđe hijerarhija i baznih interfejsa, libmedia_jni je sprega između aplikacije i izvornih biblioteka Android operativnog sistema, biblioteka libmediaplayerservice realizuje konkretne plejere i media servise koji upravljaju instancama plejera. Narandžastom bojom su prikazane interne Android biblioteke, sivom eksterne dok je plavom prikazan korisnik media framework-a.

Skup metoda koji je potreban za rad ovog sistem je sledeći:

```
mediaPlayer.setDataSource(Data);
mediaPlayer.prepare();
mediaPlayer.start();
mediaPlayer.pause();
mediaPlayer.stop();
mediaPlayer.release();
```

Sve ove funkcije su deo sistemske klase android.media.MediaPlayer.

Na slici 4. je dat prikaz neophodnih operacija da bi reprodukcija započela. Prvo je potrebno setovati pleyer, zatim dati lokaciju u formi URL-a gde se nalazi multimedijalni sadržaj, pripremiti i startovati reprodukciju. Za prekid reprodukcije potrebno je prvo stopirati, a zatim i osloboditi player.



Sl. 4. Prikaz operacija potrebnih za reprodukciju sadržaja

V. TEHNIČKO REŠENJE

Integracija sistema za reprodukciju multimedijalnog sadržaja u Android operativni sistem zahteva postojanje više slojeva programske podrške.

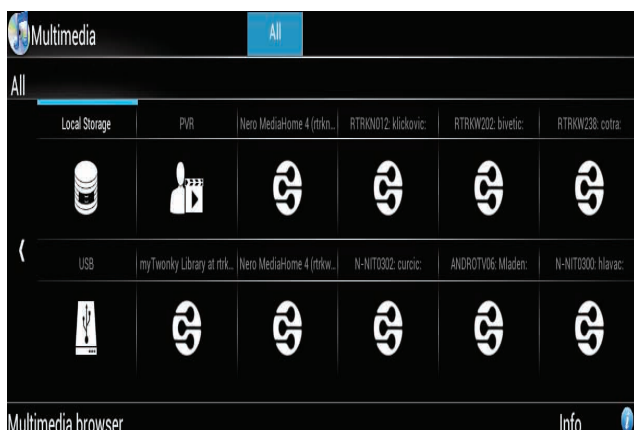
Na najvišem aplikativnom nivou se nalazi Android aplikacija koja omogućuje pretraživanje sadržaja na lokalnoj DLNA mreži kao i reprodukciju slika, audio i video sadržaja koji se nalaze na DLNA mrežnom poslužiocu.

Sledeći srednji sloj je Java Native Interface (JNI) sloj koji omogućuje komunikaciju između aplikativnog dela pisanog u Java programskom jeziku i izvornog koda pisanog u programskom jeziku C.

Poslednji nivo programske podrške je izvorni C kod u kome su implementirane biblioteke koje omogućavaju puno korišćenje DLNA i UPnP resursa. Izvorni kod je bilo potrebno prevesti upotrebom sistemske biblioteke Bionic čime se postigla potpuna funkcionalnost DLNA protokola.

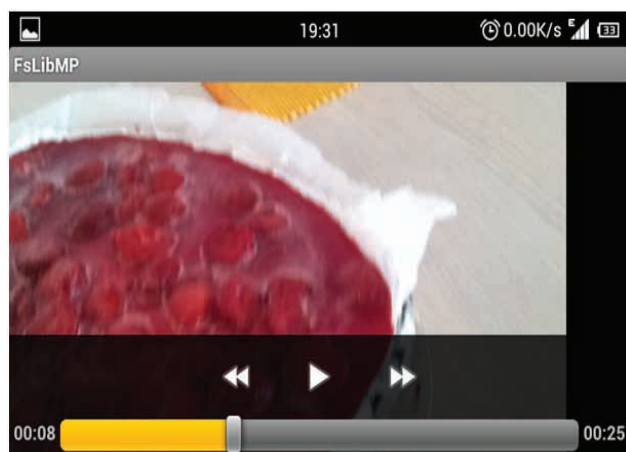
VI. REZULTATI

Za potrebe testiranja i verifikacije ovog programskog rešenja korišćeni su različiti tipovi uređaja na kojima se nalazi Android OS. Na slici 5. dat je prikaz DLNA poslužioca, koji se trenutno nalaze u lokalnoj mreži. Aplikacija u ovom slučaju radi u okviru Android4TV okruženja na DTV prijemniku.



Sl. 5. Prikaz DLNA poslužioca u lokalnoj mreži na DTV-u

Na slici 6. je prikazana reprodukcija video sadržaja sa DLNA poslužioca na mobilnom telefonu.



Sl. 6. Prikaz video sadržaja sa DLNA poslužioca na mobilnom telefonu

VII. ZAKLJUČAK

DLNA protokol napravljen je sa ciljem da omogući razmenu multimedijalnog sadržaja između korisničkih uređaja koji pristupaju lokalnoj DLNA mreži. Ovaj protokol je zaživio na tržištu i mnoge velike svetske kompanije u oblasti mobilnih telefona i DTV prijemnika, kao što su Nokia, Samsung Electronics, Sharp Corporation, na svojim uređajima imaju implementirane aplikacije za reprodukciju multimedijalnog sadržaja.

U ovom radu je opisano jedno rešenje realizacije sistema za reprodukciju multimedijalnog sadržaja u DLNA mreži na uređajima baziranim na Android operativnom sistemu.

Sistem se sastoji od Java aplikacije, JNI sloja i biblioteka u kojima se nalazi realizacija DLNA i UPnP protokola.

Rešenje je univerzalno i može se koristiti na mobilnim telefonima, tabletima i DTV prijemnicima.

LITERATURA

- [1] DLNA, Digital Living Network Alliance, www.dlna.org
- [2] Rato Meier: *Professional Android Application Development*, Wrox, November 2008
- [3] UPnP Forum, Universal Plug and Play Forum, www.upnp.org
- [4] Stephan Haugsrud: *Developing Android Applications with Arctis*, Master's thesis Norwegian University of Science and Technology

Trondheim, June 2009 W.K. Chen, *Book style*. Belmont, CA: Wadsworth, 1993, pp. 1–15.

- [5] M.Schmalohr and F.Kozamernik: *Home networks*, EBU Technical Review, Q2 2009

ABSTRACT

This paper explains the process of realization of systems for playback multimedia content using DLNA protocol. The aim of the paper is study and introduction of DLNA protocol and the development of applications for playback multimedia content on devices based on Android operating system.

ONE SOFTWARE SOLUTION FOR PLAYBACK MULTIMEDIA CONTENT USING DLNA PROTOCOL ON ANDROID OS

Mladen Ilic, Milos Jankovic, Milko Leparis

**REGULACIJA NIVOVA U SISTEMU REZERVOARA U POGONU ALKOHOLNE
EKSTRAKCIJE ZASNOVANA NA RASPLINUTOJ LOGICI****FUZZY LEVEL CONTROLLER FOR THE SYSTEM OF RESERVOIRS IN THE
FACILITY OF ALCOHOL EXTRACTION**

Al-Bahluol Dakhil, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada je proučavanje regulatora zasnovanih na rasplinutoj logici (fazi) i analiza mogućih rešenja za njihovo projektovanje za primenu u regulaciji nivoa tečnosti u reaktorima za ekstrakciju alkohola. Fazi regulacija je bliža ljudskoj logici i razumevanju nego tradicionalni logički sistemi.

Abstract – The objective of this paper is to investigate the application of fuzzy controllers for liquid level control in tanks of the alcohol extraction. Fuzzy control is based on fuzzy logic - a logical system that is much closer in spirit to human thinking and natural language than traditional logical systems. The fuzzy logic controller (FLC) provides a means of converting a linguistic control strategy based on expert knowledge into an automatic control strategy. In this paper, performance analysis of the fuzzy logic controller has been done.

Ključne reči: Level Control, Fuzzy Logic

1. INTRODUCTION

Control problems are very often facing complex dynamic systems with nonlinear or time-variable behaviour [1]. Such systems are difficult for modelling and models can be inaccurate and therefore often useless [2]. Fuzzy controllers are able to summarize human knowledge of the system and integrate it to the laws of control. This is possible by solving control problems, without creating a precise model required in classical control engineering [3].

The liquid level control system is a very complex system, because of its nonlinearities and uncertainties. Fuzzy logic and PID control have emerged over the years and become one of the most active and fruitful areas of the research in the intelligent control applications. There are two major different types of fuzzy inference systems: the Mamdani type and the Sugeno type [4, 5].

Fuzzy logic was originally developed in the early 1960s by professor Lotfi Zadeh, who claimed for a new kind of computational paradigm capable of modeling the own uncertainty of human reasoning. In 1965, Zadeh published the first ideas on fuzzy sets, the key concept in fuzzy logic. The acceptance of this soft computing technique by the highly "deterministic" scientific community was not immediate.

At the beginning the most popular applications of fuzzy logic were found in the domain of the control systems. On one hand, many conservative engineers in such area claim that fuzzy control does not convey to better solutions than the classical ones and that fuzzy logic is just a marketing hype. On the other hand, several non-specialist researchers misinterpret the fact that fuzzy logic deals with uncertainty claiming that "fuzzy systems" reason as human do as they use to say. This misunderstanding leads some people to believe that fuzzy logic is a kind of a curse all that can solve any kind of problem [6].

In this project the plant which contains four reservoirs for the alcohol extraction has been considered. The aim is to create a simulation model for this plant and to design a fuzzy logic controller, which will provide the desired liquid level in every reservoir. The fuzzy logic controller is based on Mamdani type fuzzy inference system and has two inputs, error in level (difference between desired liquid level and obtained level) and rate of change of level and one output, valve position. The fuzzy controller is implemented in MATLAB and then simulated in Simulink to test the behaviour of the system when inputs change.

2. DESIGN OF FUZZY LOGIC CONTROLLER**2.1. Fuzzy logic controller**

The fuzzy logic tool was introduced by Lotfi Zadeh (1965), and is a mathematical tool for dealing with uncertainty. It offers to a soft computing partnership the important concept of computing with words. It provides a technique to deal with imprecision. The fuzzy theory provides a mechanism for representing linguistic constructs such as "many," "low," "medium," "often," "few." In general, the fuzzy logic provides an inference structure that enables appropriate human reasoning capabilities. Fuzzy logic systems are suitable for approximate reasoning. Fuzzy logic systems have faster and smoother response than conventional systems and controlling complexity is less. Fuzzy sets form the building blocks for fuzzy IF-THEN rules which have the general form "IF X is A THEN Y is B," where A and B are fuzzy sets. The term "fuzzy systems" refers mostly to systems that are governed by fuzzy IF-THEN rules. The IF part of an implication is called the antecedent whereas the second, THEN part is a consequence. A fuzzy system is a set of fuzzy rules that converts inputs to outputs. The basic configuration of a purification fuzzy system is shown in Figure 1.

NAPOMENA:

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

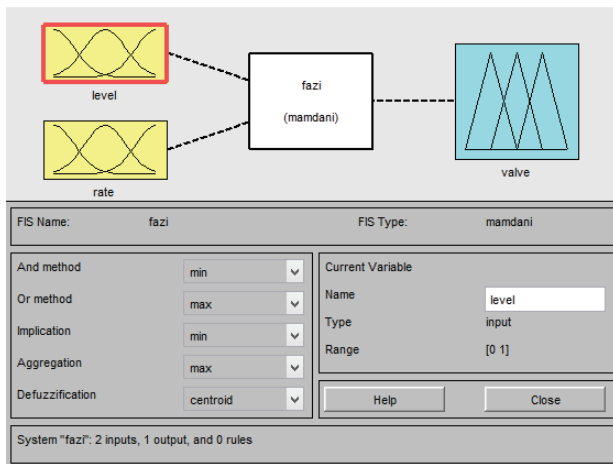


Figure 1. Membership function editor

The fuzzy inference engine (algorithm) combines fuzzy IF–THEN rules into a mapping from fuzzy sets in the input space X to fuzzy sets in the output space Y based on fuzzy logic principles. From a knowledge representation viewpoint, a fuzzy IF–THEN rule is a scheme for capturing knowledge that involves imprecision. The main feature of reasoning using these rules is its partial matching capability, which enables an inference to be made from a fuzzy rule, even when the rule's condition is only partially satisfied [7].

2.2. Building a fuzzy inference system

Fuzzy inference is a method that interprets the values in the input vector and, based on user-defined rules, assigns values to the output vector.

In this project the set of five rules is obtained. Rules are given as follows:

- If (level is ok) then (valve is no change)
- If (level is low) then (valve is close fast)
- If (level is high) then (valve is open fast)
- If (level is ok) and (rate is positive) then (valve is open slow)
- If (level is ok) and (rate is negative) then (valve is close slow)

The membership functions of rate, valve and level with their range and parameters are given in Figures 2, 3 and 4, respectively.

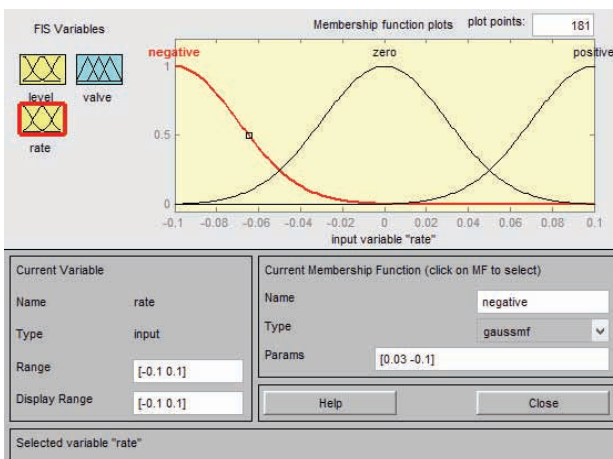


Figure 2. Membership functions for the input 'rate'

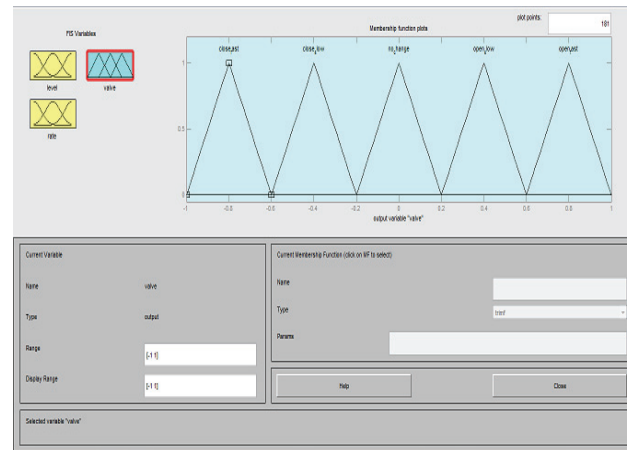


Figure 3. Membership functions for the output 'valve'

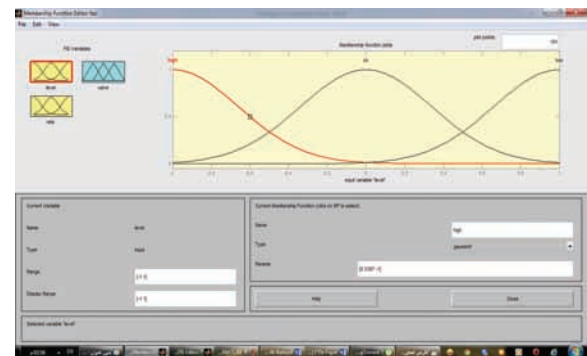


Figure 4. Membership functions for the input 'level'

2.3. Alcohol extraction plant

The plan for alcohol extraction contains four tanks. The level in each tank should be held constant and should not allow the plant flooding. In order to achieve the constant and desired level in each tank four fuzzy controllers were designed. The model from is given in Figure 5. Each tank is presented as subsystem (Figure 7) with integral function. The input for the system is a square function with the amplitude 0.1 and the frequency 1/25.

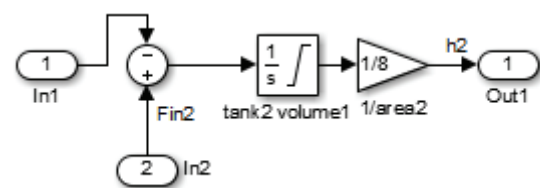


Figure 5. Subsystem of the tank

3. RESULTS

System performances obtained with PI classical controllers are presented in Table 1.

Table 1. Features of the regulation using PI controller

Tank no.	Kp	Ki	Overshoot [%]	Rise time [s]	Settling time [s]
tank1	250	50	7.11%	0.166	6.96
tank2	375	30	8.22 %	0.36	17.59
tank3	375	30	8.36 %	0.29	18.45
tank4	400	20	5.008 %	0.36	18.67

Responses of the regulation using PI classical controllers with step input added to desired level on the first and third tank are presented in Table 2.

Table 2. Features of the regulation using PI controller with step input added to desired level

Time	Kp	Ki	Overshoot [%]	Rise Time [s]	Settling Time [s]
(0-25)	250	50	7.1%	0.25	5.87
(25-200)	250	50	0.6%	0.23	4.74
(0-25)	375	30	5.7%	0.19	19.738
(25-200)	375	30	1.43%	0.18	18.65
(0-25)	375	30	8.34	0.225	18.15
(25-50)	375	30	1.5%	0.22	40
(50-200)	375	30	33.7	0.143	75
(0-25)	400	20	5%	0.311	21.67
(25-50)	400	20	1.6%	0.2	45
(50-200)	400	20	0.633%	0.107	61.86

Responses of the regulation using PI fuzzy controllers are presented in Table 3.

Table 3. Features of the regulation using PI fuzzy logic controller

Tank no.	Kp	Ki	Overshoot [%]	Rise time [s]	Settling time [s]
tank1	3	50	1.215%	1.34	1.92
tank2	6	300	3.07%	1.08	3.32
tank3	2	250	0.15%	0.82	5.26
tank4	2	120	3.85%	0.68	5.53

Responses of the regulation using PI fuzzy controllers with step input added to desired level on the first and third tank are presented in Table 4.

Table 4. Features of the regulation using PI fuzzy logic controller with step input added to the desired level

Time [s]	Kp	Ki	Overshoot [%]	Rise time [s]	Settling time [s]
(0-25)	3	80	0.05%	0.8	2
(25-200)	3	80	0.001%	0.72	4
(0-25)	6	300	0.545%	0.9	0.47
(25-200)	6	300	1%	0.22	0.43
(0-25)	2	250	0.1%	0.707	10
(25-50)	2	250	0.6%	0.31	30
(50-200)	2	250	0.00%	4.66	58
(0-25)	2	120	2.75%	0.57	0.6
(25-50)	2	120	0.61%	1.43	30
(50-200)	2	120	0.26%	1.05	60.6

4. DISCUSSION

The PI fuzzy logic controller is applied to the plant. Obtained PI fuzzy logic controller simulation results are compared with that of conventional PI controller. The simulation results are obtained using a 5 rules PI fuzzy logic controller. As expected, PI fuzzy logic controller provide good performance in terms of oscillations and overshoot in the absence of a prediction mechanism (see Table 5). The PI fuzzy logic controller algorithm adapts quickly to longer time delays and provides a stable

response while the PI controllers drives the system unstable due to mismatch error generated by the inaccurate time delay parameter used in the plant model. After calculating the average responses specifications, the proposed PI fuzzy logic controller shows a significant improvement in maintaining performance and preserving stability over standard PI method. To strictly limit the overshoot, using fuzzy control can achieve great control effect. As a result of comparing, fuzzy control is superior to PI control, such as the time of response, the settling time and overshoot. Comparison of the control results from these two systems indicated that the fuzzy logic controller significantly reduced overshoot and steady state error.

Table 5. Comparison between PI classical controller and PI fuzzy controller

Time [s]	PI classical controller			PI fuzzy controller		
	Over shoot [%]	Rise time	Settling time	Over shoot [%]	Rise time	Settling time
(0-25)	7.06%	0.170	17.11	0.86%	0.60	15.16
(25-50)	1.28%	0.204	39.42	0.55%	0.67	16.10
(50-200)	17.16%	0.125	61.43	0.13%	2.86	59.3

5. CONCLUSION

FLC presented in this paper can be easily programmed into many currently available industrial process controllers. The FLC simulated on a level control problem with promising results can be applied to an entirely different industrial level controlling apparatus. In this thesis, fuzzy regulation has been used for the model of an alcohol extraction facility. The model of alcohol extraction facility has four tanks, and regulation should obtain the desired level in each tank. In order to find the best solution for this problem, two different methods have been compared. The first method considers regulation using PI conventional controller, and the second method considers regulation using PI fuzzy controller. The results show significant improvement in maintaining performance over the widely used PI design method in terms of oscillations produced and overshoot. The rise time in case of PI controller is less but overshoot and settling time are bigger. In case of fuzzy logic controller, overshoot and settling time are low, so FLC is much better at these criteria. The FLC also exhibits robust performance for plants with significant variation in dynamics. Here FLC and PI both are applied to the same exactly modelled level control system and simulation results are obtained. Had these techniques been applied to a system whose exact system dynamics were not known, PI wouldn't have taken care of the unknown dynamics or variable time delays in the system. Fuzzy logic provides a completely different, unorthodox way to approach a control problem. This method focuses on what the system should do rather than trying to understand how it works.

6. REFERENCES

- [1] G. J. Klir, B. Yuan, "Fuzzy sets and fuzzy logic theory and applications", Prentice Hall, 1995.

- [2] H. Ying, “*Fuzzy Control and Modelling: Analytical Foundation and Application*”, IEEE Press, 2000.
- [3] L.A. Zadeh, “Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes”, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics* Vol. 3, No. 1, pp 28-44, 1973.
- [4] J. Jantzen, “*Foundations of fuzzy control*”, John Wiley & Sons Inc., 2007.
- [5] W. Pedrycz, F. Gomide, “*An Introduction to Fuzzy Sets: Analysis and Design*”, MIT Press, 1998.
- [6] C. Dualibe, M. Verleysen, P.G.A. Jespers, “*Implementation, Test and Application*”, Kluwer Academic Publisher, 2003.
- [7] H. Ying, W. Siler, J.J. Buckley, “*Fuzzy Control Theory: A Nonlinear Case, Automatic*”, Vol. 26, pp 513-520, 1990.

Short biography:



Al-Bahluol Dakhil was born 10.08.1979. in Assaba, Libya. Secondary school Assaba secondary school" ended in 1997. "University of Sirt" in Sirt completed in 2002. The school year 2013/2014 he enrolled at the Faculty of technical sciences, Department of electrical engineering.

UTICAJ NEUTRALNOG PROVODNIKA NA VREDNOST STRUJA KRATKIH SPOJEVA

THE EFFECT OF NEUTRAL CONDUCTOR ON THE VALUE OF SHORT CIRCUIT CURRENTS

Milica Ećimović, Predrag Vidović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj - U ovom radu opisan je proračun kratkih spojeva u distributivnim mrežama. Proračun je urađen za pet vrsta kratkih spojeva, gde su obrađeni trofazni sistem bez neutralnog provodnika i trofazni sistem sa jednim i dva neutralna provodnika.

Abstract – The present work describes the calculation of short circuits in distribution networks. The calculation was made for the five types of short circuits which are processed three-phase system without neutral conductor and three-phase system with one and two neutral conductors.

Ključne reči – kratki spojevi, distributivna mreža, uravnoteženost, vodovi, transformatori.

1. UVOD

Pod pojmom proračun kratkih spojeva podrazumeva se proračun stanja razmatrane distributivne mreže. Vrednosti struja kratkog spoja u mreži zavise od topologije mreže, uklopnog stanja mreže i elektrana, kao i od tehničkih karakteristika svih elemenata mreže.

Struje kratkog spoja uglavnom su dosta veće od odgovarajućih struja u režimu bez kvara pa one izazivaju povećano zagrevanje i termičko naprezanje provodnika. Postoji više algoritama za proračun kratkih spojeva. Nezavisno od tipa algoritma koji se primenjuje za proračun kratkih spojeva u distributivnim mrežama, radi se dekompozicija režima sa kratkim spojem na režim distributivne mreže pre kratkog spoja i režim fiktivnog (Δ) kola.

Postoje četiri (pet) osnovnih vrsta kratkih spojeva: jednofazni kratak spoj, dvofazni kratak spoj bez zemlje, dvofazni kratak spoj sa zemljom, trofazni kratak spoj bez zemlje (trofazni kratak spoj sa zemljom).

2. ELEMENTI ELEKTROENERGETSKIH SISTEMA

U ovoj glavi opisani su transformatori i vodovi – kablovi i vodovi golih provodnika.

NAPOMENA:

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

2.1 Transformatori

Transformatori su statički uređaji koji rade na principu elektromagnetne indukcije s ciljem da transformišu napon i struju između dva ili više namotaja pri istoj frekvenciji. Pri tome potrebno je da se preneti snaga između namotaja što manje degradira. Transformator u pogledu konstrukcije sastoji se od: magnetnog kola, namotaja, izolacije, kućišta, dodatne opreme (izolatori, konzervatori, sistem za hlađenje itd.).

Na osnovu tabličnih podataka transformatora mogu da se izračunaju impedanse pogonske šeme transformatora. Modul impedanse kratkog spoja iznosi:

$$Z_k = \frac{u_k [\%] V_{n1}^2}{100 S_n}, \quad (2.1.1)$$

dok su njena rezistansa i reaktansa:

$$R_k = \frac{P_{cu} V_{n1}^2}{S_n^2}, X_k = \sqrt{Z_k^2 - R_k^2}. \quad (2.1.2)$$

Modul impedanse magnećenja iznosi:

$$Z_m = \frac{V_{n1}}{i_0 [\%] \sqrt{3} I_{n1}}, \quad (2.1.3)$$

a njena rezistansa i reaktansa iznose:

$$R_{Fe} = \frac{V_{n1}^2}{P_0}, X_\mu = \frac{V_{n1}^2}{P_0 tg \varphi_0}. \quad (2.1.4)$$

Veličine u relacijama (2.1.1) – (2.1.4) su: S_n – trofazna nominalna prividna snaga transformatora, V_n – linijski nominalni napon, I_n – nominalna struja, $u_k [\%]$ – napon kratkog spoja, P_{cu} – trofazni gubici kratkog spoja, $i_0 [\%]$ – struja praznog hoda, P_0 – trofazni gubici praznog hoda.

2.2 Vodovi

Sekcije vodova mogu biti sa izolovanim (kablovi) i neizolovanim (golim) provodnicima. Kablovska mreža upotrebljava se u urbanim sredinama gde postoji problem sa prostorom za izgradnju mreže sa golim provodnicima, kao i na mestima koja zahtevaju izolovanost (voda, zapaljivi materijali itd.). Kablovske mreže su pouzdanije od mreža golih provodnika posmatrajući učestanost kvarova. Kablovi se postavljaju u zemlju, cevi ili beton u zavisnosti od sredine u kojoj se nalaze. Mreže golih provodnika najčešće se grade u ruralnim sredinama.

Parametri kablovske sekcije voda se zadaju preko impedansi i admitansi direktnog, inverznog i nultog redosleda.

Parametri sekcije voda golih provodnika se računaju na osnovu materijala provodnika i njihovog rasporeda u glavi stuba, kao što je objašnjeno u nastavku. Proračun sopstvenih i međusobnih impedansi voda, pri čemu je uzeta u obzir povratna petlja struje kroz zemlju, izvodi na osnovu Carson-ovih jednačina:

$$\hat{z}_{ii} = r_i + 0.0592 + j0.07539 \left(\ln \frac{1}{GMR_i} + 6.74592 \right) \Omega/\text{km}, \quad (2.2.1)$$

$$\hat{z}_{ij} = 0.0592 + j0.07539 \left(\ln \frac{1}{D_{ij}} + 6.74592 \right) \Omega/\text{km}. \quad (2.2.2)$$

Matrica impedanse za trofaznu mrežu sa m neutralnih provodnika je dimenzije $(m+3) \times (m+3)$. Koristeći Kron-ovu redukciju matrica impedanse trofazne sekcije voda golih provodnika u faznom domenu je dimenzije 3×3 i glasi:

$$\hat{\mathbf{Z}}_{abc} = \begin{bmatrix} \hat{z}_{aa} & \hat{z}_{ab} & \hat{z}_{ac} \\ \hat{z}_{ba} & \hat{z}_{bb} & \hat{z}_{bc} \\ \hat{z}_{ca} & \hat{z}_{cb} & \hat{z}_{cc} \end{bmatrix}. \quad (2.2.3)$$

Redni parametri dvofazne i monofazne sekcije dobijaju se potiskivanjem vrsta i kolona nedostajućih faza. Matrica impedansi u domenu simetričnih komponenti dobija se na sledeći način:

$$\hat{\mathbf{Z}}_{012} = \mathbf{A} \hat{\mathbf{Z}}_{abc} \mathbf{A}^{-1}, \quad (2.2.4)$$

gde je matrica $\mathbf{A}$ matrica transformacije faznih veličina u domen simetričnih komponenti.

Otočni parametri sekcije (voda) golih provodnika su konduktansa i susceptansa. Oni se izvedu na sličan način kao i redni parametri ali zbog nedostatka prostora njihovo izvođenje nije prikazano.

3. KRATKI SPOJEVI

Kratak spoj podrazumeva međusobno direktno povezivanje tačaka različitih faza sa ili bez njihovog povezivanja sa zemljom, odnosno tačkom referentnog potencijala (R). Pod problemom EES s kratkim spojem podrazumeva se proračun režima EES u kojem se na jednom mestu desio kratak spoj.

Taj režim s kratkim spojem može da se prikaže preko dva režima – poznati simetričan režim EES pre kratkog spoja i režim jednog izvedenog trofaznog – Δ kola, koji nije simetričan. Njihovom superpozicijom dobija se režim s kratkim spojem.

Matematički model Δ kola u domenu simetričnih komponenti sastoji od $3n+12$ algebarskih, linearnih, simultanih, kompleksnih jednačina (3.1.1)–(3.1.4):

$$\mathbf{J}_{n,1}^{As} = \mathbf{Y}_{n,n}^s \mathbf{U}_{n,1}^{As}, s = d, i, o, \quad (3.1.1)$$

$$F_1(\mathbf{U}_{a'k}^\Delta, \mathbf{U}_{b'k}^\Delta, \mathbf{U}_{c'k}^\Delta, \mathbf{I}_{ak}^\Delta, \mathbf{I}_{bk}^\Delta, \mathbf{I}_{ck}^\Delta) = 0, \quad (3.1.2)$$

$$F_2(\mathbf{U}_{a'k}^\Delta, \mathbf{U}_{b'k}^\Delta, \mathbf{U}_{c'k}^\Delta, \mathbf{I}_{ak}^\Delta, \mathbf{I}_{bk}^\Delta, \mathbf{I}_{ck}^\Delta) = 0,$$

$$F_3(\mathbf{U}_{a'k}^\Delta, \mathbf{U}_{b'k}^\Delta, \mathbf{U}_{c'k}^\Delta, \mathbf{I}_{ak}^\Delta, \mathbf{I}_{bk}^\Delta, \mathbf{I}_{ck}^\Delta) = 0,$$

$$\mathbf{U}_{a'k}^\Delta - \mathbf{U}_{ak}^\Delta = \mathbf{U}_{ak}^\Delta, \mathbf{U}_{b'k}^\Delta - \mathbf{U}_{bk}^\Delta = \mathbf{U}_{bk}^\Delta, \quad (3.1.3)$$

$$\mathbf{U}_{c'k}^\Delta - \mathbf{U}_{ck}^\Delta = \mathbf{U}_{ck}^\Delta.$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{U}_k^{\Delta d} \\ \mathbf{U}_k^{\Delta i} \\ \mathbf{U}_k^{\Delta o} \end{bmatrix} = \mathbf{A} \begin{bmatrix} \mathbf{U}_{ak}^\Delta \\ \mathbf{U}_{bk}^\Delta \\ \mathbf{U}_{ck}^\Delta \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \mathbf{I}_k^{\Delta d} \\ \mathbf{I}_k^{\Delta i} \\ \mathbf{I}_k^{\Delta o} \end{bmatrix} = \mathbf{A} \begin{bmatrix} \mathbf{I}_{ak}^\Delta \\ \mathbf{I}_{bk}^\Delta \\ \mathbf{I}_{ck}^\Delta \end{bmatrix}. \quad (3.1.4)$$

Iz sistema od $3n+12$ jednačina (3.1.1 – 3.1.4), može se izdvojiti 15 jednačina sa 15 nepoznatih veličina. Od tih 15 nepoznatih veličina od neposrednog interesa su tri ključne nepoznate veličine – struje Δ kola u čvoru s kratkim spojem – $\mathbf{I}_k^{\Delta d}, \mathbf{I}_k^{\Delta i}, \mathbf{I}_k^{\Delta o}$. Kada se one izračunaju mogu da se izračunaju simetrične komponente napona u svim čvorovima Δ kola – relacije (3.1.1). Iz njih, koje čine stanja sistema, može da se rekonstruiše celokupan režim Δ kola pa da se on prevede u domen faznih veličina.

4 NUMERIČKA VERIFIKACIJA PRORAČUNA

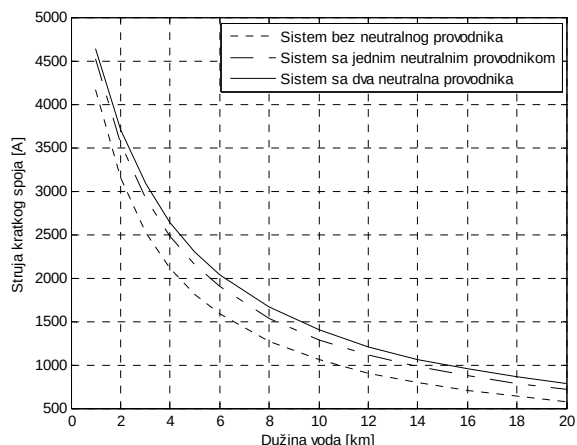
U programskom jeziku Fortran napisan je program u kome su simulirani kratki spojevi. Rezultati proračuna prikazani su grafički.

Proračun je urađen za jednostavan elektroenergetski sistem koga čine mreža beskonačne snage, transformator i vod. Podaci o transformatoru su: $V_{n1}=110$ kV, $V_{n2}=20$ kV, $u_k=14.8\%$, $S_n=31.5$ MVA. Sprega transformatora je Y_{ny0} . Fazni provodnici su 336,400,26/7 ACSR i neutralni provodnik je 4/06/1 ACSR.

Kratak spoj se simulira na vodu na dužinama 1, 5, 10 i 20 km u tri varijante bez neutralnog provodnika, sa jednim i dva neutralna provodnika. Simulirani su sledeći kratki spojevi: Jednofazni kratak spoj – deo 4.1; Dvofazni kratak spoj – deo 4.2; Dvofazni kratak spoj sa zemljom – deo 4.3; Trofazni kratak spoj (trofazni kratak spoj sa zemljom) – deo 4.4.

4.1 Jednofazni kratak spoj

Jednofazni kratak spoj predstavlja direktnu vezu jedne faze sa zemljom i/ili neutralnim provodnikom. Rezultati proračuna prikazani su na slici 4.1.1.

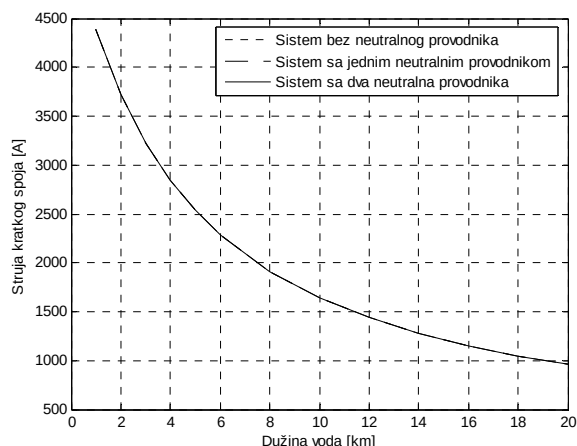


Slika 4.1. – Zavisnost struje jednofaznog kratkog spoja od dužine voda i prisustva neutralnog provodnika u sistemu

Struja kratkog spoja postoji samo u onoj fazi u kojoj je kratak spoj i smanjuje se sa porastom dužine provodnika. Sa slike 4.1.1 vidi se da prisustvo neutralnog provodnika povećava vrednost struje kratkog spoja.

4.2 Dvofazni kratak spoj

Dvofazni kratak spoj bez zemlje predstavlja direktnu vezu dve faze. Rezultati proračuna prikazani su na slici 4.2.1.

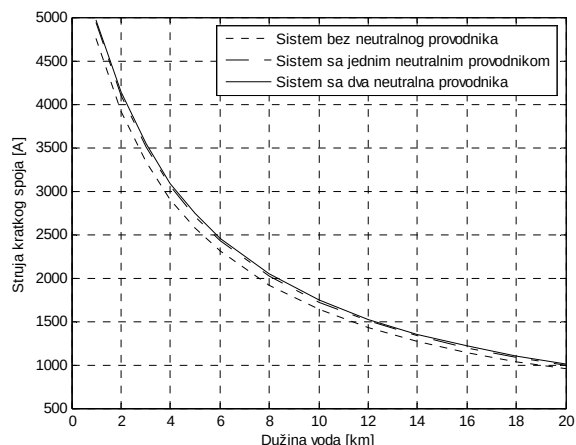


Slika 4.2. – Zavisnost struje dvofaznog kratkog spoja od dužine voda i prisustva neutralnog provodnika u sistemu

Pri dvofaznom kratkom spoju, gde su kratko spojene faze B i C, struja kratkog spoja postoji u tim fazama, dok je u fazi A jednaka nuli. Struje u fazama B i C imaju isti intenzitet, ali suprotan smer. Struja kratkog spoja se smanjuje sa porastom dužine provodnika. Sa slike 4.2.1 vidi se da prisustvo neutralnog provodnika ne utiče na vrednost struje dvofaznog kratkog spoja.

4.3 Dvofazni kratak spoj sa zemljom

Dvofazni kratak spoj sa zemljom predstavlja direktnu međusobnu vezu dve faze i njihovu direktnu vezu sa zemljom i/ili neutralnim provodnikom. Rezultati proračuna prikazani su na slici 4.3.1.

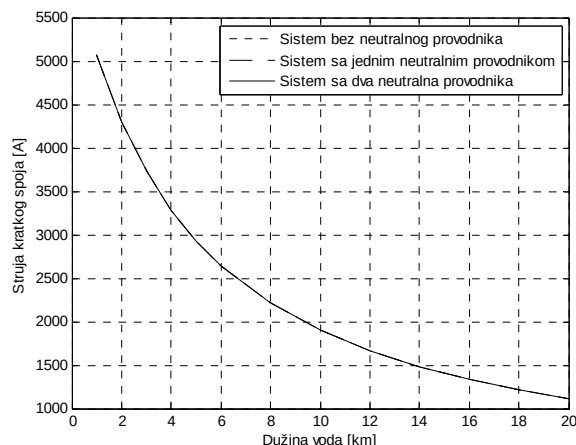


Slika 4.3. – Zavisnost struje dvofaznog kratkog spoja sa zemljom od dužine voda i prisustva neutralnog provodnika u sistemu

Pri dvofaznom kratkom spoju sa zemljom u fazama B i C struja kratkog spoja postoji dok je u fazi A jednaka nuli (struja kratkog spoja postoji u fazama koje su kratko spojene, dok je struja kratkog spoja u trećoj fazi jednaka nuli). Struja kratkog spoja se smanjuje sa porastom dužine provodnika, što je i očekivano jer se povećava vrednost imedanse voda. Sa slike 4.3.1 vidi se da se sa prisustvom neutralnog provodnika povećava vrednost struje kratkog spoja.

4.4 Trofazni kratak spoj (Trofazni kratak spoj sa zemljom)

Trofazni kratak spoj je direktna međusobna veza tri faze, ovim kratkim spojem može da bude obuhvaćena i zemlja (neutralni provodnik). Rezultati proračuna prikazani su na slici 4.4.1.



Slika 4.4. – Zavisnost struje trofaznog kratkog spoja od dužine voda i prisustva neutralnog provodnika u sistemu

Pri trofaznom kratkom spoju, struja kratkog spoja postoji u sve tri faze. Struje u svim fazama imaju isti intenzitet. Struja kratkog spoja se smanjuje sa porastom dužine provodnika. Sa slike 4.4.1 vidi se da prisustvo neutralnog provodnika ne utiče na vrednost struje kratkog spoja.

5. ZAKLJUČAK

Impedanse sekcija vodova golih provodnika menjaju se u zavisnosti od broja neutralnih provodnika, kao i međusobnog položaja faznih i neutralnih provodnika u glavi stuba. Sa porastom broja neutralnih provodnika smanjuje se impedansa sekcije voda golih provodnika u nultom režimu.

Vrednosti struja kratkog spoja se razlikuju za svaki tip kratkog spoja i smanjuje se sa porastom dužine provodnika. Pri jednofaznom kratkom spoju kao i dvofaznom kratkom spoju sa zemljom vrednost struje kratkog spoja povećava se sa porastom broja neutralnih provodnika, dok kod ostalih kratkih spojeva prisustvo neutralnih provodnika ne utiče na vrednost struje kratkog spoja. Svi kratki spojevi, osim trofaznog (sa ili bez zemlje) su nesimetrični. Može se zaključiti da struja kvara ima najveći intenzitet pri trofaznom kratkom spoju.

6. LITERATURA

- [1] P.Vidović: *Nesimetrični tokovi snaga distributivnih mreža*, magistarska teza, Fakultet tehničkih Nauka Novi Sad, novembar 2008.
- [2] D.Popović, D.Bekut, V.Dabić: *Specijalizovani DMS algoritimi*, Novi Sad, 2011.
- [3] V.C.Strezoski: *Analiza elektroenergetskih sistema*, skripta, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 2011.
- [4] V. C. Strezoski, Svetlana R. Milaković: *Ekvivalentne šeme elektroenergetskih transformatora u analizi stacionarnih režima*, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 2013.
- [5] W. H. Kersting: *Distribution System Modeling and Analysis*. USA Boca Raton, CRC Press, 2002.

Kratka biografija:



Milica Ećimović, rođena je 1989. godine u Sarajevu. Godine 2008. upisala je Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, gdje je 2014. godine diplomirala iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi.



Predrag Vidović rođen je u Vlasenici, Bosna i Hercegovina, 1981. godine. Diplomirao je, magistrirao i doktorirao na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi 2005. 2008. i 2015. godine, respektivno.

STANJE IZGRADNJE VETROELEKTRANA U SRBIJI**STATE OF THE WIND POWER PLANTS BUILDING IN SERBIA**Radislav Mihajlović, Vladimir A. Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Rad opisuje obnovljive izvore energije kao i potencijalne lokacije za gradnju vetroelektrana i trenutno stanje izgradnje vetroelektrana. Detaljno je obrađen potencijal energije vetra u Srbiji, strategija razvoja obnovljivih izvora, regulativa za podsticanje razvoja vetroelektrana, procedura gradnje vetroelektrana, potencijalne lokacije za gradnju vetroelektrana kao i, projekti izgradnje vetroelektrana. Na kraju je dato i trenutno stanje izgradnje vetroelektrana.

Abstract – This paper describes renewable energy sources as well as potential locations for the construction of wind turbines and the current state of building wind power plants. The potential of wind energy in Serbia, strategy for development of renewable sources, regulations to encourage the development of wind power plants, wind power plants construction procedures, potential locations for the construction of wind farms and projects to build wind farms are described. In the end, the current state of building wind farms is given.

Ključne reči: Energija vetra, vetroelektrane, stanje izgradnje vetroelektrana.

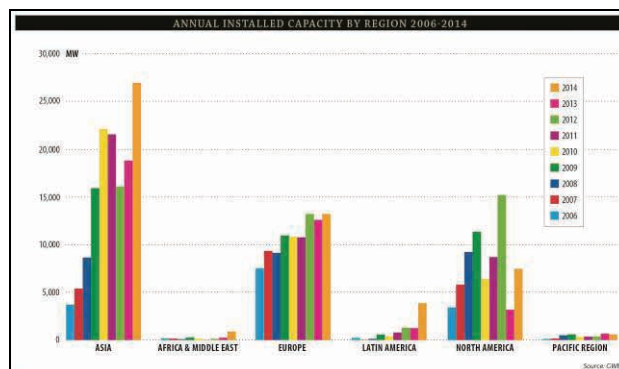
1. UVOD

U poslednjoj deceniji veoma je porastao interes za dobijanje električne energije iz obnovljivih izvora energije. Najveće interesovanje se javlja za električnu energiju iz energije vetra. Povećanoj potražnji su doprineli i rast potražnje električne energije kao najčistijeg oblika energije za korišćenje, smanjenje rezervi klasičnih primarnih energenata, potreba da se smanji emisija štetnih gasova, ali i podsticajne mere u mnogim državama sveta, a pre svega u Evropskoj Uniji, pa i Srbiji. Prema poslednjim podacima sa sajta Svetskog saveta za energiju vetra (*Global Wind Energy Council*) u svetu je na kraju 2014. godine bilo instalirano 369.597 MW vetroelektrana, s tim da je samo u 2014. godini dodato 51.473 MW u novim kapacitetima [1]. Takav izuzetan rast ukazuje na velike perspektive kompletne vetroenergetike, kako za proizvodnju električne energije, tako i u razvoju industrije za izradu pojedinih sklopova, specijalnih transportnih sredstava, metoda održavanja i dr., pa i za kreiranje velikog broja novih poslova. Na slici 1 prikazano je stanje po kontinentima, gde se može uočiti nagli rast u Aziji, konstantan rast u Evropi, ali i velika

kolebanja u Severnoj Americi. Ostali kontinenti imaju zanemarljive kapacitete i skromne aktivnosti u razvoju.

U Evropi je na kraju 2014. godine bilo izgrađeno 133.968 MW vetrogeneratora, kako je objavljeno na sajtu Evropskog udruženja za energiju vetra (*The European Wind Energy Association*) [2]. Najviše elektrana se koristi u Nemačkoj (39.165 MW), Španiji (22.986 MW) i Velikoj Britaniji (12.440 MW), ali nekoliko zemalja nema ni jednu elektranu i među njima je i Srbija.

Cilj ovog rada je da predstavi stanje u vetroenergetici u Srbiji uopšte, ali i da ukaže na planove i dosadašnje rezultate u izgradnji ovih kapaciteta.



Slika 1. Porast instaliranih kapaciteta u vetroenergetici po kontinentima (2006-2014) [1]

2. POTENCIJAL ENERGIJE VETRA U SRBIJI

Prema ranijim istraživanjima u Srbiji postoje pogodni uslovi za izgradnju vetroelektrana procenjenog kapaciteta od oko 1.300 MW iz kojih bi se moglo godišnje proizvesti oko 3.120 GWh električne energije ili oko 8,3% trenutne proizvodnje u Srbiji uglavnom iz termo i hidro centrala [3-6]. Najpogodnije zone su istočni delovi Srbije (Stara Planina, Vlasina, Ozren, Rtanj, Deli Jovan, Crni Vrh), kao i oblasti u Vojvodini, prvenstveno u jugoistočnom Banatu. U ovim regionima postoje mesta čija je srednja brzina vetra preko 6 m/s. Zatim pogodne su i lokacije na planinama Zlatibor, Kopaonik i Divčibare, kao i u srednjem Banatu, Sremu i Bačkoj.

Međutim, region A.P. Vojvodine (Panonska nizija) ima prednost, jer pored solidne energije vetra ima izgrađenu infrastrukturu, postoji razvijena električna mreža, blizu su veliki centri potrošnje, prateća industrija i dr. Prosečna godišnja gustina snage vetra na visini od 100 m u Srbiji prikazana je na slici 2 [3]. Vidi se da se može očekivati preko 300 W/m² što se smatra solidnim potencijalom. Detaljnija studija, koja je bila fokusirana na teritoriju Vojvodine i koristila zvanične hidrometeorološke podatke sakupljene u višegodišnjem periodu (10 god.), potvrdila

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vladimir Katić.

je ove vrednosti i ukazala da je ovaj potencijal komercijalno upotrebljiv i isplativ [4].



Slika 2. Prosečna godišnja gustina snage vetra u Srbiji na visini od 100 m [3].

3. STRATEGIJA RAZVOJA ENERGETIKE

Projekcije razvoja energetike do 2030. godine i odgovarajući pokazatelji su napravili dva scenarija u potrošnji energije.

- Referentni scenario („business as usual“) i
- Scenario sa primenom mera energetske efikasnosti.

Prvi scenario podrazumeva nastavak dosadašnje prakse u proizvodnji i potrošnji energije, dok se drugi scenario zasniva na maksimalnoj primeni energetske efikasnosti u svim fazama energetskog ciklusa i upotrebi obnovljivih izvora energije. Iako razvoj elektroenergetskog sistema, sektora obnovljivih izvora, nafte, uglja i prirodnog gasa predviđen da za oba scenarija zadovolji predviđene buduće potrebe, drugi scenario je ključan za brži razvoj industrije i povećavanje zaposlenosti u Srbiji. Oblast energetike, kroz izgradnju novih ekonomskih, ekoloških i društveno održivih formi, treba da postane ne samo pratilac već i pokretač privrednog razvoja Srbije.

Za oblast obnovljivih izvora predviđeno je da do 2020. godine podigne svoje kapacitete, tako da zadovolji 27% svih potreba (bruto finalne potrošnje) [7]. Predviđeno je podizanje 1092 MW novih kapaciteta, od kojih 500 MW (46%) iz energije vetra. U trenutku pisanja ovog rada (jun 2015. god.) na mrežu EPS-a je priključena samo vetroelektrana „Devreč 1“ snage 0,5 MW kompanije Hidrowind iz Tutina [8].

4. REGULATIVA ZA PODSTICANJE RAZVOJA VETROELEKTRANA

Ugovor o osnivanju Energetske Zajednice, koji je Srbija potpisala sa EU, predstavlja ključni dokument za razvoj energetike i pokriva potrebne reforme za razvoj energetskog sektora za proces pridruživanja EU, pripremu energetskog tržišta za punu primenu evropskih pravila i

primenu direktiva EU i učešće na jedinstvenom evropskom energetskom tržištu. Istu važnost ima poboljšanje stanja životne sredine, povećanje energetske efikasnosti i upotreba obnovljivih izvora energije u regionu. Prihvatanje ovih prioriteta predstavlja osnovu za sprovođenje javnih rasprava za prilagođavanje prostornih planova i drugih vezanih planskih dokumenata.

Korišćenje energije vetra kroz vetro-elektrane, odnosno vetro-parkove i proizvodnja električne energije iz tih resursa regulisana je odgovarajućom regulativom Republike Srbije. Postoje dve velike grupe propisa:

1) Regulativa za izgradnju energetskog objekta: ona obuhvata pored same izgradnje i način dobijanja građevinske dozvole, kao i način utvrđivanja podobnosti objekta za upotrebu i pribavljanje upotrebne dozvole samog objekta. Ovim propisima definisan je postupak dobijanja lokacijske dozvole, građevinske dozvole i upotrebne dozvole, a planskim dokumentima su dati ciljevi prostornog planiranja i razvoja, odnosno prostornog uređenja. U ovu grupu spadaju i veoma važni propisi vezani za zaštitu životne sredine, kao i pravni status vetra i voda;

2) Regulativa za sticanje prava na obavljanje delatnosti proizvodnje električne energije. Ovde je definisano da proizvođači, koji proizvode električnu energiju iz obnovljivih izvora stiču status povlašćenog proizvođača električne energije, ako su ispunili sve zakonske uslove, pridobili sve potrebne dozvole i ako postoje odgovarajući slobodni kapaciteti (kvote). Uredbama Vlade Republike Srbije definišu se raspoložive kvote za pojedine obnovljive izvore, kao i iznos podsticajnih sredstava, odnosno povlašćena tarifa (*feed-in tariff*). Poslednjom uredbom iz 2013. god., za proizvođače električne energije iz energije vetra namenjeni su podsticaji u vidu otkupne cene električne energije u iznosu 9,20 €/kWh [9].

5. PROCEDURA IZGRADNJE

Regulativa za izgradnju energetskog objekta, odnosno vetroelektrane može se podeliti na propise kojima je uređena oblast planiranja i izgradnje objekata i propise kojima je uređena oblast energetike. Ovi propisi definišu algoritam, odnosno postupak za investitora u ovakve objekte, koji će u nastavku biti ukratko predstavljen [10].

Prvi korak svakog investitora za izgradnju elektrane je izbor lokacije i određivanje vetropotencijala na datoj mikro-lokaciji. Ovaj korak je veoma važan za ukupnu isplativost investicije i zahteva dugotrajna merenja parametara vetra (brzina prava, smer, temperatura, pritisak, itd.) od bar godinu dana, postavljanjem specijalnih mernih stubova visine od 100m do 200m. Ako se utvrdi zadovoljavajući potencijal energije vetra, tada se može krenuti u naredne korake.

Drugi korak je provera da li u važećim planskim dokumentima na izabranoj lokaciji predviđena izgradnja energetskog objekta. Da bi se u Srbiji izgradila elektrana, neophodno je ispuniti sledeće uslove:

- 1) pribavljanje energetske dozvole,
- 2) pribavljanje lokacijske dozvole,
- 3) pribavljanje građevinske dozvole,

- 4) građenje objekta i obezbeđenje stručnog nadzora u toku gradnje i
- 5) tehnički pregled objekta i pribavljanje upotrebne dozvole.

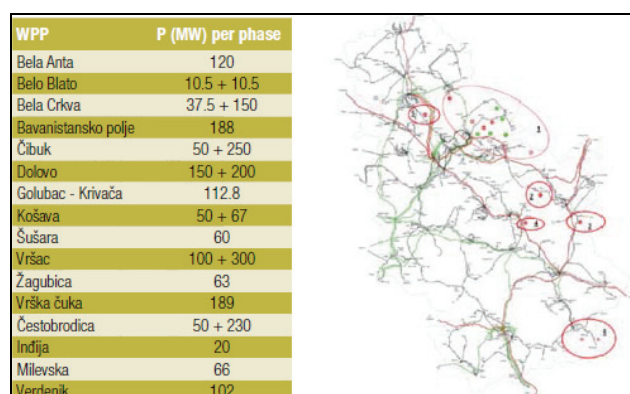
Građenje objekata u Srbiji vrši se na osnovu građevinske dozvole i tehničke dokumentacije, pod uslovima i na način utvrđen Zakonom o planiranju i izgradnji. Za dobijanje lokacijske dozvole, potrebno je od nadležnih organa i institucija pribaviti uslove za bezbednost vazdušnog saobraćaja, vodnog saobraćaja, ali i elektrotehničke uslove za priključenje na energetska mrežu, kao i uslove za priključenje na komunalnu infrastrukturu.

Za dobijanje građevinske dozvole potrebno je pribaviti:

- 1) energetska dozvolu, koja je potrebna za elektrane snage 1 MW i više,
- 2) dobijanje lokacijske dozvole, u skladu sa važećim planskim dokumentom,
- 3) izrada tehničke dokumentacije (glavni projekat).

6. MOGUĆE LOKACIJE ZA VETROELEKTRANE

Moguće (potencijalne) lokacije za gradnju vetroelektrana u Srbiji su u Panonskoj ravnici (južni Banat, Srem i delovi Bačke), Stara Planina, Ozren, Vlasina, Deli Jovan, Crni Vrh, te oblasti na Pešteru, Zlatiboru i Kopaoniku. Ove lokacije su okvirno prikazane na slici 3 [11].



Slika 3. Pogodne lokacije za gradnju vetroelektrana [11].

Kod procena lokacija, koje vredi istraživati i razvijati, bitno je imati na umu da ponekad i manje vetrovite lokacije imaju određene prednosti ukoliko su određeni uslovi izrazito povoljni, a tiču se:

- 1) jednostavnosti lokacije,
- 2) blizine povoljne tačke priključka na elektroenergetsku mrežu
- 3) minimalnih ograničenja vezanih za uticaje na životnu sredinu.

Svi navedeni faktori mogu da imaju svoju ulogu bilo sa finansijskog, bilo sa vremenskog aspekta projekta. Takođe, vetroelektrana treba da zadovolji specifične uslove za priključenje na elektroenergetski sistem, kao i uslove kvalitetne proizvodnje i stabilnog rada [12,13].

7. VETROELEKTRANE U IZGRADNJI

Prema zvaničnim podacima iz aprila 2015. godine, u registru povlašćenih proizvođača električne energije iz

energije vetra, nalazi se 11 vetroelektrana od kojih jedna je operativna, a ostale imaju status privremeno povlašćenog proizvođača [8].

7.1 Vetroelektrane u radu

U opštini Tutin firma *Hidrowind* je pustila u rad vetroelektranu „Devreč 1“ snage 0,5 MW, kao prvu fazu većeg vetroparka, koji bi u na kraju trebao da ima 36 generatora snage oko 3 MW. Međutim, ovo proširenje zavisi od uvećanja lokalne mreže što predstavlja glavni problem za realizaciju projekta. Za sada nema podataka o količini isporučene električne energije ove prve operativne vetroelektrane u Srbiji, niti se podatak o njenoj egzistenciji nalazi na sajtu *Evropskog udruženja za energiju vetra* [2].

7.2 Vetroelektrane u izgradnji

Ukupna predviđena instalisana snaga za 10 planiranih vetroelektrana sa statusom privremeno povlašćenog proizvođača je 101,945 MW. Planirane lokacije za gradnju ovih vetroelektrana su:

- Farma vetrenjača Vrška Čuka kod Zaječara (4 elektrane),
- Farma vetrenjača La Piccolina kod Vršca (2 elektrane)
- Farma vetrenjača u Kuli (2 elektrane)
- Farma vetrenjača Alibunar i
- Farma vetrenjača Malibunar kod Alibunara.

Na Vrškoj Čuki je planirana gradnja četiri manje vetroelektrane pod nazivima „Nova Vrška Čuka“, „Nova Vrška Čuka 1“, „Nova Vrška Čuka 2A“ i „Nova Vrška Čuka 2B“. Sve četiri vetroelektrane gradi firma pod nazivom „Privredno društvo WP energy systems d.o.o. Beograd“, a instalisana snaga ovih vetroelektrana bi redom iznosila 7,5 MW, 9,95 MW, 9 MW i 9 MW. Sve pomenute vetroelektrane se nalaze na Vrškoj Čuki kod Zaječara.

Kod Vršca planirana je gradnja dva vetroparka pod istim imenom „La Piccolina“, koje bi trebale da izgrade firme MK-Fintel Wind i Energobalkan, obe iz Beograda. Ovi vetroparkovi imaju status privremeno povlašćenog proizvođača električne energije i snage su 6 MW i 6,6 MW.

U blizini Kule, počela je izgradnja vetroparka, koji će imati tri vetrogeneratore čija će ukupna snaga biti 9,9 MW. Pored ovog, u planu je još jedna vetroelektrana snage 9 MW. Obe elektrane gradi firma MK Fintel Wind iz Beograda i one imaju status privremeno povlašćenog proizvođača električne energije.

U prvoj fazi izgradnje vetroelektrane Alibunar biće sagrađeno 14 vetrogeneratore ukupne snage 42 MW. Ovaj vetropark gradi firma Electrawinds-S iz Beograda.

U opštini Alibunar, gradi se još jedan vetropark „Malibunar“ i to od firme Electrawinds Mali WF iz Novog Beograda. Ovaj vetropark bi u završnoj fazi trebao da ima snagu od 8 MW.

7.3 Najavljene vetroelektrane

Pored ovih elektrana, za koje su investitori već dobili privremeni povlašćeni status, iz najava i članaka u

medijima poznato je da se planiraju i sledeće vetroelektrane [14]:

- Farma vetrenjača Čibuk kod Kovina,
- Farma vetrenjača Plandište kod Vršca,
- Farma vetrenjača Veliko Gradište,
- Farma vetrenjača Kostolac,
- Farma vetrenjača Bela Anta kod Pančeva,

Vetropark Čibuk 1 će biti izgrađen u Kovinu na 50 km od Beograda. U prvoj fazi izgradnje biće postavljeno 57 vetroturbina snage od po 3 MW, a ukupan kapacitet ovog postrojenja će iznositi 171 MW. U drugoj fazi biće postavljene još 43 vetroelektrane, pa će vetropark Čibuk imati ukupno sto generatora, ukupne snage 300 MW.

U okviru projekta "Plandište 1" planirana je izgradnja 40 vetroturbina od kojih je svaka nominalne snage 3 MW. Ukupno bi u vetroparku bilo instalirano 120 MW, koje bi godišnje mogle da proizvedu oko 240 GWh električne energije.

U Velikom Gradištu je planirana gradnja vetroparka snage 30 MW. Ovaj vetropark bi se sastojao od 9 vetroturbina snage 3,3 MW.

Na teritoriji opštine Kostolac, JP EPS planira izgradnju vetroelektrane snage 30 MW. Cena projekta je 40 miliona evra, a u toku je izrada studija o proceni uticaja na ptice i slepe miševе na pomenutoj lokaciji i izrada studije o proceni opravdanosti projekta.

Vetroelektrana Bela Anta se nalazi na teritoriji opštine Pančevo. Na ovoj lokaciji planirana je gradnja 40 vetroelektrana, od kojih će svaka biti snage od 3,5 MW.

8. ZAKLJUČAK

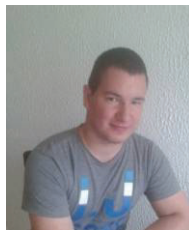
Korišćenje energije vetra u proizvodnji električne energije ima brojne prednosti u odnosu na standardne načine dobijanja električne energije. Pre svega, prednosti su što je vetar besplatan izvor energije, čime se osigurava energetska nezavisnost, zatim smanjena je potreba za fosilnim gorivima kojih je sve manje. Prednost je takođe, što se energija vetra ne može potrošiti, nema emisije štetnih gasova, kao što su CO₂ i SO₂ i zagađenje okoline. Imajući u vidu ove prednosti, iskorišćenje energije vetra se razvija najbrže kao izvor energije.

Ako se posmatraju karakteristike vetra na prostoru Srbije, može se zaključiti da naša država ima dobar vetropotencijal, i mnogo vetrovitih područja. Ali, i pored toga, u Srbiji još uvek nije izgrađen ni jedan ozbiljniji vetropark. Kao mogući uzrok navodi se da je procedura za dobijanje dozvole za gradnju vetroparka veoma komplikovana, jer je potrebno ukupno 26 dozvola.

9. LITERATURA

- [1] <http://www.gwec.net/>
- [2] <http://www.ewea.org/>
- [3] P. Gburčik i dr., „Potencijali solarne i vetro energije u Srbiji“, Nacionalni program energetske efikasnosti, Ministarstva nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije - Studija EE704-1052A, 2005.
- [4] V.A. Katić i dr., „Atlas vetrova AP Vojvodine“, Studija, Pokrajinski sekretarijat za energetiku i min.sirov., Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2008.
- [5] M. Zlatanović, „Korišćenje energije vetra u Srbiji – Prirodni uslovi i praktična politika“, Jefferson Institute, Beograd, 2009.
- [6] EPS, „Godišnji izveštaj Elektropivrede Srbije za 2013. god.“, <http://www.eps.rs/>
- [7] Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine, „Pojednostavljeni akcioni plan za obnovljive izvore energije Republike Srbije“, Beograd, 2012.
- [8] Ministarstvo energet., razv. i zašt.živ.sred., „Registar povlašćenih proizvođača elek. energije 25.05.2015.“ <http://www.mre.gov.rs/doc/registar26.05.html>
- [9] Vlada RS, „Uredba o merama podsticaja za povlašćene proizvođače električne energije“, Službeni glasnik RS, br.8/2013.
- [10] Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine, „Izgradnja postrojenja i proizvodnja električne energije u vetroelektranama u Republici Srbiji - Vodič za investitore“, II izdanje, Feb.2013.
- [11] Toni Safner, Marin Miletić i dr., „Zaštita prirode i razvoj vetroelektrana u Srbiji“, Program Ujedinjenih nacija za razvoj (UNDP), Beograd, decembar 2013.
- [12] M. Denić, V.A. Katić, „Tehnički uslovi priključenja vetroelektrana na električnu mrežu“, Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Edicija: Tehničke nauke – Zbornici, God.25, Br.19, 2010, pp.4065-4068.
- [13] M. Vignjević, V.A. Katić, „Bilans snaga u mrežama sa vetroelektranama“, Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Edicija: Tehničke nauke – Zbornici, God.27, Br.3, 2012, pp.640-643.
- [14] V. Radovanović, V.A. Katić, „Farme vjetrenjača u Vojvodini – pregled pogodnih lokacija“, Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Edicija: Tehničke nauke – Zbornici, God.26, Br.7, 2011, pp.1712-1715.

Kratka biografija:



Radislav Mihajlović rođen je u Brčkom 1.3.1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Obnovljivi izvori energije odbranio je 2015. god.



Vladimir Katić je rođen 1954. godine u Novom Sadu. Doktorirao je na Univerzitetu u Beogradu 1991. godine. Od 2002. godine je redovni profesor Univerziteta u Novom Sadu. Trenutno je i prodekan Fakulteta tehničkih nauka i šef katedre za energetska elektronika i pretvarače. Oblasti interesovanja su energetska pretvarači, obnovljivi izvori energije i kvalitet električne energije.

**MALE SOLARNE ELEKTRANE I KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE – PRIMER
"FTN NOVI SAD"****SMALL SOLAR POWER PLANT AND POWER QUALITY – CASE STUDY "FTN NOVI
SAD"**

Miroslav Jevtić, Vladimir Katić, Zoltan Čorba *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je predstavljena osnova o solarnoj energiji i fotonaponskim (FN) ćelijama. Zatim je data predstava o standardu kvaliteta električne energije EN 50160 koji važi u Evropi, a takođe i o propisima sa kojima se kvalitet električne energije reguliše u Srbiji. Nakon toga opisana je procedura merenja kvaliteta električne energije koja je izvršena na mestu priključena FN elektrane Fakulteta Tehničkih Nauka na mrežu. Zatim su grafički prikazani rezultati merenja koji su potom upoređeni sa standardom. Nakon toga urađena je diskusija rezultata i na kraju konačan zaključak.

Abstract – The paper presents the basis of solar energy and photovoltaic (PV) cells. Standard power quality EN 50160 is shown which applies in Europe and also in the regulations with which the quality of electricity is regulated in Serbia. The procedure of measuring the quality of electricity is described that was made at the site of connected PV power plant of the Faculty of Technical Sciences to the network grid. The results of measurements are plotted which are then compared with the standard. After that a discussion of the results followed and in the end the final conclusion was made.

Ključne reči: FN elektrana, Kvalitet električne energije, Harmonijsko izobličenje, Standard EN 50160

1. UVOD

Jedan od bitnih karakteristika kvaliteta električne energije je kvalitet napona i struja. Pod tim se podrazumeva odstupanje talasnog oblika napona od idealnog prostoperiodičnog oblika, kao i od standardnih vrednosti amplitude, faze i frekvencije [1]. Idealni prostoperiodični oblik podrazumeva sinusoidu konstantne (nominalne) amplitude i nominalne frekvencije. Na analogan način se definiše i kvalitet struje.

Pojam kvaliteta vezuje se za standarde, koji određuju dozvoljena odstupanja talasnih oblika napona i struja. U Srbiji se primenjuje standard EN 50160, koji se koristi i u zemljama Evropske Unije. Pored ovog, primenjuju se i preporuke iz tehničke preporuke TP 16 Elektroprivrede Srbije [2]. Cilj ovoga rada je da se ispituju parametri kvaliteta električne energije fotonaponske elektrane (FN) Fakulteta tehničkih nauka „FTN Novi Sad“, odnosno harmonijsko izobličenje struja i napona na mestu priključenja.

NAPOMENA:

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

2. STANDARDI KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Sve izraženija primena uređaja iz oblasti energetske elektronike i snažnih komutacionih komponenti značajno degradira kvalitet isporučene energije, što negativno utiče kako na troškove proizvodnje i prenosa električne energije, tako i na pouzdanost i sigurnost pri radu električnih uređaja. Kvalitet isporučene električne energije, sa aspekta elektrodistribucije, podrazumeva kvalitet napona na sabirnici na koju se priključuju drugi potrošači – tačka zajedničkog priključenja (point of common coupling – PCC). On podrazumeva da se osnovne karakteristike napona – efektivna vrednost, frekvencija, simetričnost i talasni oblik (sinusoidalnost) drže u zadanim okvirima, odnosno na nominalnim vrednostima u ustaljenom stanju elektro-energetskog sistema [1].

Standardi kvaliteta električne energije usvojeni od ovlašćenih međunarodnih organizacija su dokumenti koji propisuju nominalne referentne vrednosti i maksimalna prihvatljiva odstupanja relevantnih parametara i pokazatelja kvaliteta električne energije. Kvalitet isporučene električne energije definisan je intervalnim vrednostima električnih parametara pri kojima oprema potrošača funkcioniše bez značajnih gubitaka u performansama ili očekivanom radnom veku [1,2]. Jedan od pokazatelja degradacije kvaliteta električne energije su žalbe potrošača, kao posledica raznih poremećaja u radu njihovih električnih uređaja [3].

Postoje različiti indikatori, koji opisuju ili kvantifikuju nivoje odstupanja kvaliteta od željenog ili nominalnog. Oni imaju za zadatak da kondenzuju kompleksne pojave u vremenskom i frekventnom domenu, te da ih kvantifikuju na određen način, obično nekim numeričkim pokazateljem.

Svi indikatori se mogu izraziti jasnim matematičkim formulama, ali se neki moraju dopuniti i statističkim prikazima. Njihova zajednička osobina je da se mogu relativno lako izračunati ili izmeriti, te da su postupci računanja i merenja standardizovani, tako da se rezultati mogu porediti sa velikom tačnošću. U tabeli 1. dati su neki opšte prihvaćeni indikatori, njihova matematička definicija i najčešća oblast primene [1]. Vrednosti ovih indikatora su obrađeni i prikazani u obliku graničnih vrednosti u raznim standardima i preporukama. Oni predstavljaju osnovu za ocenu kvaliteta električne energije na nekoj sabirnici, ali i za procenu o eventualnoj ugroženosti priključenih potrošača od pojave kvara usled neadekvatnog kvaliteta napajanja.

Tabela 1. Indikatori kvaliteta električne energije [1]

Indikator	Definicija	Glavna primena
Ukupna harmonijska distorzija (THDU, THDI)	$\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} U_h^2 / U_1^2}, \sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2 / I_1^2}$	Opisivanje nivoa viših harmonika, standardi
Individualna harmonijska distorzija (HD Uh, HD Ih)	$U_h / U_1, I_h / I_1$	Opisivanje nivoa viših harmonika, standardi
Faktor snage (PF, λ)	$P_{\text{tot}} / [U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}}]$	Naplatu reaktivne i harmonijske snage
Fliker faktor	$\Delta U / U$	Opis uticaja nelinearnih potrošača preko neregularnog rada žarulja
Faktor varijacije napona (efek. vrednost i trajanje)	$U_{\text{eff}} / U_{\text{nom}} \cdot 100 [\%]$	Varijacije napona, propadi ili poskoci napona, podnaponi, prenaponi, beznaponske pauze
Faktor nesimetrije	$ U_- / U_+ $	Nesimetrija trofaznih mreža
Krest faktor	$U_{\text{peak}} / U_{\text{eff}}$	Vek trajanja dielektrika

2.1. Evropski standard kvaliteta EN 50160

Članovi međunarodne organizacije CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardisation), sa središtem u Briselu, izradili su 1993. godine prednacrt evropskog standarda za kvalitet električne enetgije EN 50160 (*Voltage characteristics of electricity supplied by the public distribution systems*). Glavni zadatak usvajanja bilo je otklanjanje unutrašnjih granica za elektrotehničke proizvode i usluge u okviru teritorije zemalja članica Evropske Unije. Standard EN 50160 pripada grupi evropskih standarda (European Norme – EN), koji daje osnovne karakteristike i granične vrednosti kvaliteta napona na sabirnicama (PCC), ali i propisuje merenje parametara mrežnog napona na mestima predaje električne energije porošačima pri normalnim uslovima rada.

2.2. Osnovne karakteristike standarda EN 50160

Standard EN 50160 posebno propisuje prihvatljive granične vrednosti viših harmonijskih komponenti napona napajanja od 2. do 40. reda. Po pravilu, pri normalnim radnim uslovima 95% desetominutnih srednjih efektivnih vrednosti napona svake pojedinačne harmonijske komponente u toku vremenskog intervala od jedne sedmice, ne sme da premašuje dozvoljene granične vrednosti prikazane u tabeli 2.

Tabela 2. Prihvatljive granične vrednosti viših harmonika napona napajanja propisane standardom EN 50160

Neparni viši harmonici napona				Parni viši harmonici napona	
nije umnožak od 3		umnožak od 3			
red harmonika	dozvoljena vrednost	red harmonika	dozvoljena vrednost	red harmonika	dozvoljena vrednost
5	6%	3	5%	2	2%
7	5%	9	1,5%	4	1%
11	3,5%	15	0,5%	6	0,5%
13	3%	21	0,5%	8	0,5%
17	2%	-	-	10	0,5%
19	1,5%	-	-	12	0,5%
23	1,5%	-	-	14	0,5%
25	1,5%	-	-	16 do 24	0,5%

Standard SRPS EN 50160 je identičan standardu EN 50160. SRPS EN 50160 definiše, opisuje i utvrđuje glavne karakteristike naizmeničnog napona na mestima priključenja korisnika na mrežu napajanja u javnim

niskonaponskim, srednjenaponskim i visokonaponskim naizmeničnim električnim mrežama u normalnim uslovima rada.

Ovim standardom utvrđuju se granice ili vrednosti u okviru kojih se očekuje ostvarenje utvrđenih karakteristika napona na bilo kom mestu priključenja korisnika u javnim evropskim električnim mrežama, a ne utvrđuju se uobičajene situacije koje su prouzrokovane od strane korisnika mreže.

2.3. Primena standarda u Srbiji

Električna energija se potrošačima na teritoriji Srbije isporučuje pod uslovima i na način određen važećim republičkim Zakonom o energetici („Službeni glasnik Republike Srbije”, broj 145/2014) [4], tehničkim propisima Elektroprivrede Srbije [2], pravilima o radu prenosnog i distributivnog sistema i shodno Uredbi o opštim uslovima za isporuku električne energije u Srbiji („Službeni glasnik Republike Srbije”, broj 107/05). Navedenim dokumentima se uređuje kvalitet isporuke električne energije u Srbiji.

3. OPIS PROCEDURE MERENJA PARAMETARA KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Merenje kvaliteta električne energije fotonaponske elektrane Fakulteta tehničkih nauka (FNE) izvršeno je na sabirnicama u razvodnom ormaru na mestu priključenja elektrane na mrežu. Merenje je izvršeno u četiri vremenska intervala: zimski uslovi (23-29.12.2014), prolećni uslovi (11-15.05.2015) i dva merenja u letnjim uslovima (26.05-01.06.2015 i 08-15.06.2015). Tokom trajanja merenja zabeleženo je više različitih vremenskih uslova, kao što su: sunčan dan, kišan dan, oblačan dan, dan sa padavinama snega, dan sa visokom i dan sa niskom temperaturom.

3.1. Opis načina merenja

Merenja su vršena francuskim instrumentom za analizu kvaliteta električne energije tipa ”Power & Quality Analyser C.A 8334B” marke *Chauvin Arnoux*. Posmatrane su i memorisane efektivne vrednosti 3 napona i 3 struje, učestanost, vrednost struje nultog voda nismo posmatrali ovom prilikom. Istrument je povezan trofazno bez nultog voda. Naponski priključci su priključeni direktno na svaku fazu pojedinačno, a strujni preko AmiFlex strujnih sondi

3.2. Opis mernog mesta

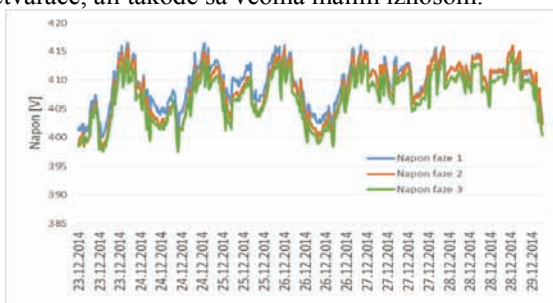
Razvodni ormar FNE postavljen je unutar zgrade Fakulteta tehničkih nauka i u njemu se nalazi inverter SMA snage 8 kW sa pratećim sklopnom i zaštitnom opremom, koja je definisana uslovima priključenja. Pored toga tu postoji još ruter i računar koji omogućavaju komunikaciju i praćenje rada invertora, odnono nadzor rada elektrane.

4. REZULTATI MERENJA

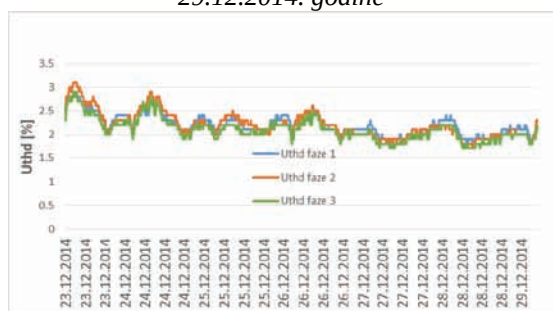
Prilikom merenja viših harmonika u FNE dobijen je veliki broj podataka, koji su memorisani u obliku tabelarnih zapisa. Mereni su i registrovani talasni oblici napona i struja u sve tri faze, njihova efektivna vrednost i frekvencija. Nakon merenje je izvršeno izračunavanje spektara snimljenih talasnih oblika, te određivanje harmonijskih faktora napona i struje, kao i njihova

statistička obrada. Deo rezultata merenja su prikazani na slikama 1-7, koje slede.

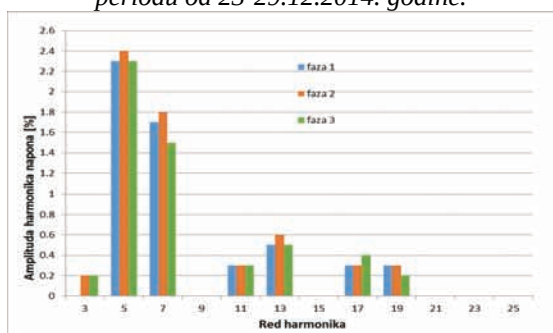
Na slikama 1-3, prikazan je kvalitet napona i to varijacija njegove efektivne vrednosti (slika 1) i harmonijsko izobličenje (slika 2 - ukupna karmonijska distorzija, te slika 3 – spektar) snimljeni u periodu 23-29. 12. 2014. god. Može se uočiti da odstupanje efektivne vrednosti napona nije veliko (398V – 416V), a isto se može zaključiti i za harmonijsku distorziju (THDU=1,7%-3,1%). U spektru dominiraju 5. i 7., 11. i 13., te 17. i 19. harmonik, ali su njihove vrednosti relativno niske. Uočljiv je i 3. harmonik, koji je karakterističan za monofazne pretvarače, ali takođe sa veoma malim iznosom.



Slika 1. Izmerene vrednosti napona u periodu od 23-29.12.2014. godine



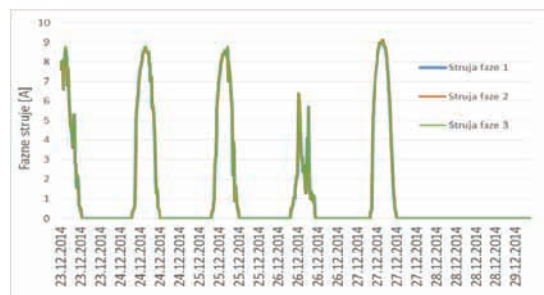
Slika 2. Ukupno harmonijsko izobličenje napona u periodu od 23-29.12.2014. godine.



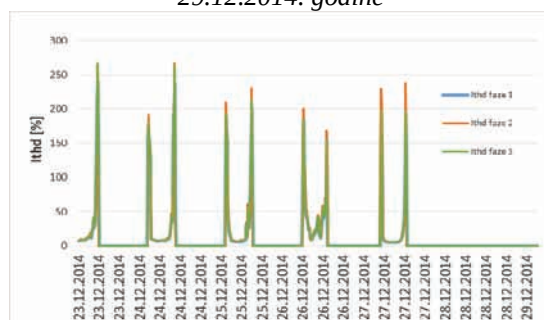
Slika 3. Spektar vrednosti napona pri najvećoj distorziji napona za 23.12.2014 u 12:30 h

Na slikama 4 i 5, prikazan je kvalitet struje i to varijacija njene efektivne vrednosti i ukupno harmonijsko izobličenje. Mogu se uočiti velike varijacije obe vrednosti, što ukazuje na mogući problem u kvalitetu električne energije i upućuje u dalja i detaljnija istraživanja. Očigledno je da je najveće izobličenje u jutarnjim i večernjim satima, kada je intenzitet sunčanog zračenja najslabiji. Da bi se pojava detaljnije analizirala na slici 6 prikazan je jedan od talasnih oblika struje sa najvećim izobličenjem, koji je snimljen 13.06.2015 god. u jutarnjim časovima kada FNE počinje sa radom. Može se uočiti da je talasni oblik struje drastično izobličen. Ovo se može protumačiti neadekvatnim radom invertora usled niskog

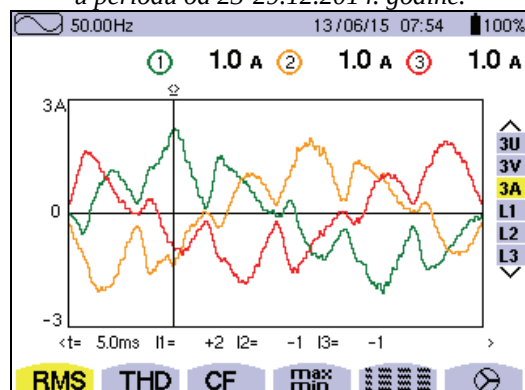
ulaznog DC napona, što je opet posledica slabe solarne radijacije. Ako se pogleda statistička obrada svih snimljenih rezultata za harmonijsku distorziju struje (slika 7), može se uočiti sličan tok rezultata snimljenih u zimskom, prolećnom ili letnjem periodu, s tim da je najmanje izobličenje bilo u decembru.



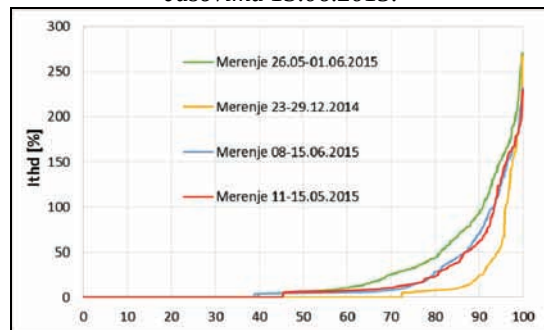
Slika 4. Izmerene fazne struje u periodu od 23-29.12.2014. godine



Slika 5. Izmereno ukupno harmonijsko izobličenje struja u periodu od 23-29.12.2014. godine.



Slika 6. Snimljeni talasni oblici struje u jutarnjim časovima 13.06.2015.



Slika 7. Poređenje statistički obrađenih rezultata merenja THDI.

5. POREĐENJE REZULTATA SA STANDARDIMA

Prema pravilima o radu distributivnog sistema za priključenje malih distributivnih izvora na mrežu

potrebno je odrediti kriterijum dozvoljenih struja viših harmonika [2]. Kriterijum dozvoljenih struja viših harmonika će biti ispunjen ukoliko su struje viših harmonika svedene na snagu kratkog spoja na mestu priključenja manje od vrednosti dozvoljenih struja viših harmonika. U tabeli 3, prikazane su dozvoljene vrednosti struja viših harmonika, koje su određene u skladu sa datim uputstvima u [2], a u tabeli 4 su ove vrednosti upoređene sa izmerenim.

Po istom dokumentu provereno je najveće dozvoljeno odstupanje napona na mestu priključenja FNE na distributivni sistem, koje za mrežu niskog napona iznosi $\pm 5\% - 10\%$. Iz rezultata merenja (slika 1) lako se uočava da je napon tokom merenja bio u dozvoljenim granicama. Prema standardu EN 50160 dozvoljena vrednost za ukupno naponsko harmonijsko izobličenje iznosi 8%. Upoređivanje izmerenih maksimalnih vrednosti THDU sa standardom dato je u tabeli 5. Može se uočiti da su sve vrednosti znatno ispod graničnih, tj. dozvoljenih. Takođe izvršeno je i upoređivanje pojedinačnih harmonika napona sa vrednostima propisanim standardom EN 50160 (Tabela 6.). I ovde je uočljivo da su svi harmonici unutar propisanih granica, te da nema značajnijeg harmonijskog izobličenja.

Tabela 3. Dozvoljene struje viših harmonika

Red višeg harmonika	5	7	11	13	17	19	23	25
I _{vhs} [A/MV]	0,7	0,6	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
I _{vhdz} [A]	2,25	1,93	1,61	0,97	0,97	0,64	0,64	0,64

Tabela 4. Dozvoljene i maksimalne izmerene vrednosti struja viših harmonika

	Red višeg harmonika							
	5	7	11	13	17	19	23	25
I _{maks a} [A]	0.884	0.81	0.232	0.19	0.236	0.112	0.044	0.029
I _{maks b} [A]	0.838	0.5	0.126	0.143	0.126	0.062	0.048	0.023
I _{maks c} [A]	0.787	0.65	0.172	0.158	0.147	0.09	0.059	0.032
I _{maks d} [A]	0.41	0.6	0.141	0.145	0.132	0.074	0.061	0.03
I _{vhdz} [A]	2,25	1,93	1,61	0,97	0,97	0,64	0,64	0,64
I _{maks a} - Maksimalne vrednosti struja viših harmonika izmerene u periodu 23-29. decembra 2014								
I _{maks a} - Maksimalne vrednosti struja viših harmonika izmerene u periodu 11-15. maja 2015								
I _{maks a} - Maksimalne vrednosti struja viših harmonika izmerene u periodu 26. maja do 1. juna 2015								
I _{maks a} - Maksimalne vrednosti struja viših harmonika izmerene u periodu 8-16. juna 2015								

Tabela 5. Izmerene i standardom propisane vrednosti ukupnog harmonijskog izobličenja

U _{thd max a} [%]	3.1
U _{thd max b} [%]	3
U _{thd max c} [%]	2.9
U _{thd max d} [%]	2.4
Standard EN 50160 [%]	8
U _{thd maks a} - Maksimalno ukupno harmonijsko izobličenje napona izmereni u periodu 23-29. decembra 2014	
U _{thd maks b} - Maksimalno ukupno harmonijsko izobličenje napona izmereni u periodu 11-15. maja 2015	
U _{thd maks c} - Maksimalno ukupno harmonijsko izobličenje napona izmereni u periodu 26. maja do 1. juna 2015	
U _{thd maks d} - Maksimalno ukupno harmonijsko izobličenje napona izmereni u periodu 8-16. juna 2015	

6. DISKUSIJA DOBIJENIH REZULTATA

Upoređivanjem ovih vrednosti sa vrednostima iz standarda EN 50160 utvrđeno je da ukupno izobličenje napona tokom merenja ne prelazi granice propisane pomenutim standardom. Takođe, upoređivanjem sa dozvoljenim vrednostima struja viših harmonika iz [2] (Tabela 4) utvrđeno je da FNE ispunjava ovaj kriterijum, mada se u trenucima niske solarnog zračenja pojavljuju izuzetno visoke vrednosti THDI. S obzirom da u tim

intervalima FNE radi sa malom snagom, eventualni negativni uticaj na rad sistema je zanemarljiv.

Tabela 6. Upoređivanje izmerenih pojedinačnih harmonika napona sa propisanim standardom EN 50160

	Red višeg harmonika											
	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
U _{h maks a} [%]	0.2	2.4	1.8	0	0.3	0.6	0	0.4	0.3	0	0	0
U _{h maks b} [%]	0.1	2.6	1.4	0.1	0.3	0.4	0	0.4	0.2	0	0	0
U _{h maks c} [%]	0.2	2.2	1.7	0	0.2	0.4	0	0.4	0.2	0	0	0
U _{h maks d} [%]	0.2	1.5	1.7	0.1	0.3	0.4	0	0.4	0.2	0	0.1	0
Standard EN 50160 [%]	5	6	5	1.5	3.5	3	0.5	2	1.5	0.5	1.5	1.5
U _{h maks a} - Maksimalne izmerene vrednosti viših harmonika u periodu 23-29. decembra 2014												
U _{h maks b} - Maksimalne izmerene vrednosti viših višeg harmonika u periodu 11-15. maja 2015												
U _{h maks c} - Maksimalne izmerene vrednosti viših harmonika u periodu 26. maja do 1. juna 2015												
U _{h maks d} - Maksimalne izmerene vrednosti viših harmonika u periodu 8-16. juna 2015												

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenih merenja parametara kvaliteta električne energije (viši harmonici struja i napona) na mestu priključenja FNE na mrežu može se zaključiti:

1. Harmonijska izobličenja napona su u dozvoljenim granicama propisanim standardom EN 50160.
2. Harmonijsko izobličenje struje je dosta izraženo u periodu niskog solarnog zračenja.
3. U talasnim oblicima struje dominiraju neparni viši harmonici, i to pre svega 5. i 7. harmonik.
4. Proračunom dozvoljenih struja viših harmonika utvrđeno je da FNE ispunjava kriterijum dozvoljenih struja viših harmonika.

Opšti zaključak kompletne analize je da elektrana ispunjava uslove harmonijskih izobličenja iz standarda EN 50160 i preporuke EPS-a TP16.

8. LITERATURA

- [1] Vladimir Katić, Amir Tokić, Tatjana Konjić, "Kvalitet električne energije", FTN, Novi Sad, jun 2007.
- [2] Tehnička preporuka br. 16 - Osnovni tehnički zahtevi za priključenje malih elektrana sistem", JP EPS, II izdanje, 2011.
- [3] Milan Simić, Meterološko obezbeđenje merila kvaliteta električne energije, 2008
- [4] Zakon o energetici, Službeni glasnik Republike Srbije, broj 145/2014

Kratka biografija:



Miroslav Jevtić rođen je u Somboru 1987. godine. Srednju Tehničku školu je završio 2006. godine. u Somboru. Osnovne akademske studije završio je 2012. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2015. godine.



Vladimir Katić je doktorsku disertaciju odbranio na Univerzitetu u Beogradu 1991. godine. Redovan profesor FTN-a u Novom Sadu je od 2001. godine. za oblast Energetska elektronika, mašine i pogoni. Prodekan je FTN-a i šef katedre za energetska elektroniku i pretvarače. Oblasti interesovanja su energetska elektronika, kvalitet električne energije i obnovljivi izvori električne energije.

LINEARNI OPTIMALNI REGULATORI PRIMENA NA ROBOTE SA INVERZNIM KLATNOM

LINEAR OPTIMAL CONTROLLER APPLICATION FOR AN INVERTED PENDULUM ROBOT

Nebojša Stojiljković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovom radu ukratko je opisan dinamički model robota sa inverznim klatnom nakon čega je za njega razvijen linearni optimalni regulator sa integralnim dejstvom uz observer nemerljivih stanja. U softveru Matlab Simulink je razvijen model robota pomoću kojeg je potvrđena sposobnost linearnih regulatora da stabilizuju klatno robota u uslovima sa i bez spoljašnjih poremećaja. Za potvrdu rezultata je realizovana hardverska platforma sa upravljačkom elektronikom. Parametri regulatora su iterativnim putem podešeni čime je ostvareno balansiranje klatna.

Abstract – A mathematical model of the robot with inverted pendulum is developed using the tools of analytical mechanics. The model is linearized and discretized, after which the optimal linear controller with integral action of the observer with the non-measurable states is developed for model. MATLAB Simulink model was developed which confirmed the ability of linear regulators to stabilize the inverted pendulum robot in conditions with and without external disturbances. To confirm the results of the simulation, hardware platform with the control electronics is developed. Controller parameters are set and then adjusted until pendulum balancing is achieved.

Cljučne reči: Robot sa inverznim klatnom, linearni regulator, MATLAB

1. UVOD

Klasa mehaničkih sistema kod kojih se centar mase zglobno vezanog krutog tela nalazi iznad ose obrtanja nazivaju se mehanički sistemi sa inverznim klatnom ili samo inverzno klatno. Ovakav sistem je prirodno nestabilan, a njegova stabilizacija predstavlja izazovan inženjerski problem. Sistemi sa inverznim klatnom su zbog toga veoma popularani kao sistemi za testiranje različitih upravljačkih pristupa. Postoji više različitih konstruktivnih izvedbi: klatno na pokretnim kolicima, klatno na mobilnoj platformi pa čak i klatno na lebdećoj platformi. Po broju zglobno vezanih segmenata se razlikuju jednostruko, dvostruko, trostruko ili četvorstruko klatno mada teoretski broj segmenata nije ograničen. Među najpopularnijim pristupima su PID-PID, fazi logički, neuronski, optimalni linearni, SMC i regulatori bazirani na funkciji energije sistema.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milan Rapaić, docent.

2. DINAMIČKI MODEL ROBOTA

Za dobijanje dinamičkog modela (Slika 1) robota su iskorišćene Lagranževe jednačine druge vrste date u obliku

$$Q_i = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) - \left(\frac{\partial L}{\partial q_i} \right) \quad (1)$$

Robot se kreće u ravni pod uticajem pogonskih momenata $\mathfrak{M}_1$ i $\mathfrak{M}_2$. Odabrane generalisane koordinate robota su pomeraj tačke vezivanja klatna O' u pravcu η označen sa x , ugaoni pomeraj robota ϕ i ugaoni pomeraj klatna ψ . Vektor generalisanih koordinata je dat kao

$$\bar{q} = [\psi \quad x \quad \phi] \quad (2)$$

Kinetička energija robota je data izrazom:

$$E_k = \left[\frac{m_{CM}}{2} + m_t \frac{I_t}{2} \right] \dot{x}^2 + \left[\frac{m_{CM} L^2}{2} + \frac{I_{rr}}{2} \right] \dot{\psi}^2 + \left[\left(\frac{m_{CM}}{2} + \frac{I_t}{R} \right) W^2 + \frac{1}{2} I_{pp} \cos^2 \psi + \frac{1}{2} (I_{qq} + m_{CM} L^2) \sin^2 \psi \right] \dot{\phi}^2 + m_{CM} L \cos \psi \dot{x} \dot{\psi} \quad (3)$$

Ona predstavlja zbir kinetičke energije tačkova i centra mase robota. Kinetička energija tačkova potiče od rotacije dok se centar mase kreće složeno u prostoru. Potencijalna energija robota se svodi na potencijalnu energiju centra mase klatna i ona je data izrazom

$$\Pi = m_{CM} g L \cos \psi \quad (4)$$

Lagranžijan sistema je poznat i dat je u obliku

$$L = E_k - \Pi \quad (5)$$

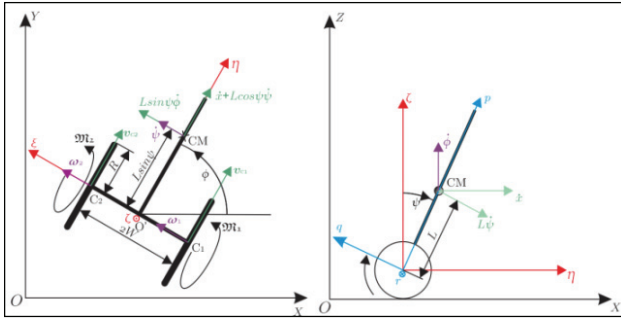
Odgovarajuće generalisane sile koje odgovaraju koordinatama ψ , x i ϕ su redom

$$Q_\psi = -(M_1 - M_2) \quad (6)$$

$$Q_x = \frac{M_1 + M_2}{R} \quad (7)$$

$$Q_\phi = \frac{W}{R} (M_1 - M_2) \quad (8)$$

U izrazima (6), (7) i (8) smo smenili izraze za pogonske momente odgovarajućim izrazima (9), (10) i (11) koje opisuju model motora i vezu između ugaone brzine tačka θ_i i generalisanih koordinata robota.



Slika 1. Model robota sa inverznim klatnom

$$M_i = \frac{k}{R_a} V_{i-} \left(\frac{k^2}{R_a} + B_m \right) \dot{\theta}_i - I_m \ddot{\theta}_i - C_m \operatorname{sgn}(\dot{\theta}_i) \quad (9)$$

$$\dot{\theta}_1 = \frac{1}{R} (\dot{x} + W\dot{\phi}) - \dot{\psi} \quad (10)$$

$$\dot{\theta}_2 = \frac{1}{R} (\dot{x} - W\dot{\phi}) - \dot{\psi}. \quad (11)$$

Uvrštavanjem izraza (3) i (4) u izraz (5) i njihovim diferenciranjem formiraju tri jednačine oblika (1). Njihovim rešavanjem po $\dot{\psi}$, $\dot{x}$ i $\dot{\phi}$ dobija se nelinearni dinamički model robota sa inverznim klatnom koji se može zapisati u obliku matrične jednačine:

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \psi \\ \dot{\psi} \\ \dot{x} \\ \dot{\phi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{\psi} \\ f_1(z, u) \\ f_2(z, u) \\ f_3(z, u) \end{bmatrix} \quad (12)$$

Gde su

$$z = \begin{bmatrix} \psi \\ \dot{\psi} \\ \dot{x} \\ \dot{\phi} \end{bmatrix} \quad (13)$$

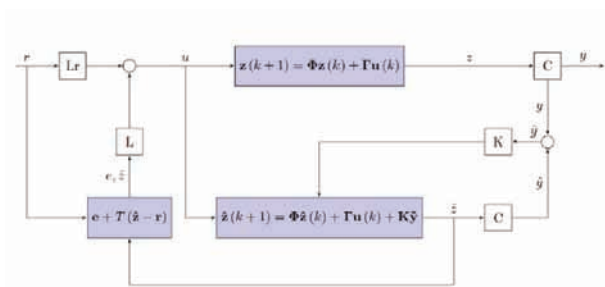
i

$$u = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}. \quad (14)$$

Model je linearizovan i diskretizovan u okolini $z=0$ i zapisan u obliku modela u prostoru stanja datog sa

$$\begin{aligned} \Delta z(k+1) &= \Phi \Delta z(k) + B u(k) \\ y(k) &= C \Delta z(k). \end{aligned} \quad (13)$$

3. LINEARNI OPTIMALNI REGULATOR



Slika 2. Linearni regulator sa observerom

Cilj linearnog regulatora jeste praćenje promena referentnog signala. Regulator je dizajniran u formi linearnog

regulatora sa integralnim dejstvom i observerom stanja. Blok šema sistema sa regulatorom je data na Slici 2.

Da bi se ostvarilo praćenje referentnog signala $r(t)$ regulator osim promenljivih stanja sistem u obzir mora uzeti i integral signala greške odnosno razliku između referentnog i trenutnog stanja sistema. Referentni signal je dat u obliku

$$r(k) = [\psi \quad \dot{x} \quad \dot{\phi}] \quad (14)$$

Integral signala greške se nalazi iz diskretne sume date izrazom

$$e_i(k+1) = e_i(k) + \delta T (M \Delta \hat{z}(k) - r(k)) \quad (15)$$

Gde su T perioda odabiranja i $\delta \leq 1$ faktor skaliranja. Matrica transformacije M je data izrazom

$$M(k) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (16)$$

Pošto sva stanja sistema nisu direktno merljiva neophodno je formirati observer nemerljivih stanja. Neposrednim putem se mere ugaona klatna $\dot{\psi}$, a posrednim brzina $\dot{x}$ i $\dot{\phi}$ preko ugaone brzine točkova $\dot{\theta}_1$ i $\dot{\theta}_2$. Model observera je dat u obliku

$$\hat{z}(k+1) = \Phi \hat{z}(k) + \Gamma u(k) + K(C \hat{z}(k) - \hat{y}(k)) \quad (17)$$

Matrica K je odabrana tako da observer bude asimptotski stabilan.

Linearni regulator po stanjima sa integralnim dejstvom je formiran u obliku

$$u(k) = L_r r(k) - [L_z \quad L_e] \begin{bmatrix} \Delta \hat{z}(k) \\ e_i(k) \end{bmatrix} \quad (18)$$

Gde su matrice L_r , L_z i L_e matrice pojačanja regulatora. Matrica pojačanja je odabrana tako da sistem zadovoljava kriterijum optimalnosti zadat kvadratnom funkcijom

$$J_{LQI} = \sum_{k=0}^{N-1} [z^T(k) Q z(k) + u^T(k) R u(k)] \quad (19)$$

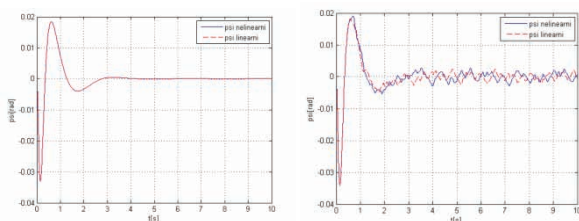
Matrice Q i R definišu relativni značaj nenulnih vrednosti promenljivih stanja i upravljanja. Njihove vrednosti se inicijalno mogu dobiti primenom Brajsonovog pravila nakon čega je neophodno izvršiti fina podešavanja dok odziv sistema ne postane zadovoljavajuć.

4. SIMULACIJA MODELA

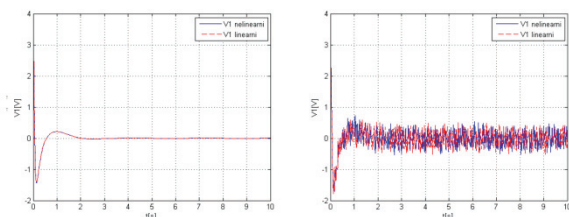
Za potrebe simulacije su razvijena su dva modela u Matlab Simulink softveru. Prvi model predstavlja nelinearni model robota. Drugi model predstavlja diskretizovan linearizovan model robota zadat matematičkim modelom u prostoru stanja. Na oba modela je primenjen isti upravljački signal što omogućava praćenje razlika u performansama između linearizovanog i nelinearnog sistema.

Simulacija klatna je izvršena u dva eksperimenta. U prvom eksperimentu je simulirana sposobnost regulatora da stabilizuje klatno u idelanim uslovima. U drugom eksperimentu je ispitivana otpornost regulatora na merni šum. Na signal $\dot{\psi}$ je primenjen beli šum kakav se javlja i u realnim uslovima na realizovanom robotu.

Svi izlazi, tj ψ , θ_1 i θ_2 su kvantizovani tako da odgovaraju izlazu AD konvertora, odnosno inkrementalnih enkodera na realizovanom robotu.



Slika 3. Simulirane vrednosti položaja klatna



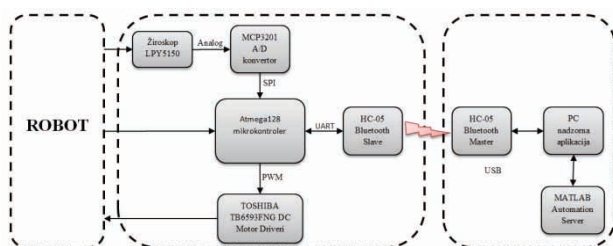
Slika 4. Simulirane vrednosti pobudnog signala

Na Slici 3 je prikazana simulacija ugaonog položaja klatna, a na Slici 4 simulacija pobudnog signala na motoru sa i bez prisistva šuma. Iako je robot u stanju održava klatno u uspravnom položaju primetno je pojačano zašumljenje pobudnog signala.

5. FIZIČKA REALIZACIJA ROBOTA

Za potvrdu modela sa inverznim klatnom razvijen je robot sa implementiranim diskretnim linearnim regulatorom sa kvadratnim kriterijumom optimalnosti i integralnim dejstvom čija blok šema je data na Slici 5.

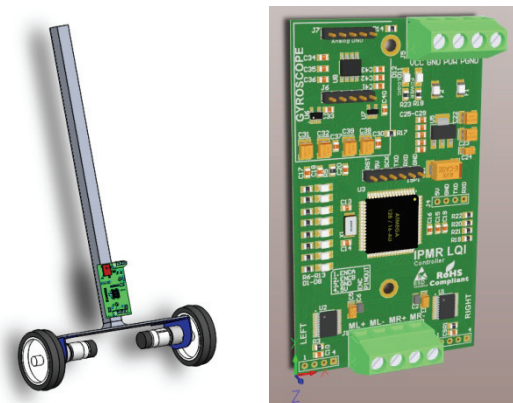
Sistem se sastoji iz tri dela: konstrukcije robota, upravljačke elektronike i nadzorne PC aplikacije.



Slika 5. Blok šema robota

Robot je jednostavne aluminijumske konstrukcije prikazane na Slici 6. Telo robota se sastoji od dva kruto vezana upravno postavljena segmenta načinjena od aluminijuma i oni čine telo klatna.

Na aluminijumsku konstrukciju je montiran komplet elektromotora EMG30. Komplet sadrži dva elektromotora opremljena zupčastim reduktorima stepena redukcije 30:1 i dvokanalnim Holovim inkrementalnim enkoderima sa 6 impulsa po punom krugu, dva nosača i dva točka prečnika 10cm. Kako za ovaj tip motora proizvođač nije naveo ključne konstruktivne parametre, oni su izmereni eksperimentalno.



Slika 6. 3D model robota i elektronike regulatora

Većina parametara robota je poznata iz same konstrukcije ili je direktno merljiva. Parametri koji nisu direktno merljivi, dobijeni su evaluacijom 3D modela u CAD softveru Solidworks. Ovi parametri uključuju koordinate centra mase klatna L i momente inercije za ose p, q i r . Konstruktivni parametri robota koji su korišćeni za realizaciju linearnog regulatora su dati u Tabeli 2. Informacije o stanju sistema se dobijaju preko tri senzora: dva inkrementalna enkodera i žiroskopa. Inkrementalni enkoderi su fizički povezani sa vratilom elektromotora i generišu dva pravougaona signala fazno pomerena za $\pi/2$. Ako se ovi signali dovedu na ulaz brojača moguće je dobiti informaciju o relativnoj ugaonoj poziciji i smeru obrtanja vratila elektromotora.

Tabela 1. Konstruktivni parametric robota

Veličina	Jedinica	Vrednost
L	m	0.0992
W	m	0.15
R	m	0.05
M_{CM}	kg	0.870
m_t	kg	0.134
I_{pp}	kgm^2	$16.908 \cdot 10^{-3}$
I_{qq}	kgm^2	$3.212 \cdot 10^{-3}$
I_{rr}	kgm^2	$19.698 \cdot 10^{-3}$
I_t	kgm^2	$0.19 \cdot 10^{-6}$
k_t, k_ω	-	0.509
L_a	mH	3.4
R_a	Ω	7.101
B_m	-	0.000931
T_c	-	0.04
I_m	kgm^2	0.00377

Kod mikrokontrolera realizuje linearni regulator po stanjima sa integralnim dejstvom. Izvršavanje kontroliše časovnik na osnovu zadate periode odabiranja. Pri odabiru periode potrebno je paziti na nekoliko faktora. Suviše velika perioda odabiranja vodi do sporog upravljanja koje nije u stanju da isprati dinamiku robota.

Suviše mala perioda odabiranja vodi do problema sa izračunavanjem brzine enkodera jer se greška diferenciranja povećava. Takođe, ukoliko je perioda odabiranja suviše mala mikrokontroler nije u stanju da izvrši sve potrebne proračune. Eksperimentalnim putem je odabrana perioda $T=20\text{ms}$. Početne vrednosti matrica Q i R su dobijene direktnom primenom Brajsonovog pravila. Međutim, njegova direktna primena se pokazala kao neuspešna iako daje dobre smernice za početno podešavanje regulatora. Matrica R je pojačana kako bi se ublažile oscilacije upravljačkog signala i brze promene smeru obrtanja elektromotora. Upravljački pritisak je usmeren ka stabilizaciji klatna Robot je u stanju da balansira izvesno vreme mada zbog konstrukcije, odnosno položaja upravljačke elektronike klatno počinje da preteže na jednu stranu. Tada robot kreće napred pri tome i dalje održavajući poziciju klatna u uspravnom položaju.

6. ZAKLJUČAK

Iako puna kontrola nad robotom nije ostvarena u potpunosti, rad se može smatrati uspešnim: razvijen je precizan i dovoljno uopšten dinamički model robota primenjiv na širok spektar različitih konstruktivnih izvedbi. Za ove robote je razvijen linearni regulator po stanjima sa integralnim dejstvom i observerom stanja. Integralno dejstvo omogućuje kasniji razvoj servo regulacije. Model pokazuje da je stabilizaciju moguće izvesti u praksi uz dovoljno dobar fizički model za širok spektar parametara regulatora. Upravljačka elektronika robota je fleksibilna i može se u istom ili nešto promenjenom obliku koristiti za različite tipove senzora i izvršnih elementa tj. motora jednosmerne struje. Fizička realizacija robota je dobra i ponaša se u skladu sa teorijom i simulacijom u onim okvirima koliko je to fizički izvodljivo sa datom opremom.

Najveći uticaj imaju konstruktivni parametri robota, enkodera i observera. Prvi uticaj bi se mogao umanjiti korišćenjem kvalitetnijih elektromotora sa preciznijim inkrementalnim enkoderima. Pored toga uz žiroskop bi trebalo iskoristiti barem još jedan dodatni senzor čima bi se povećala preciznost observera. Ovakav tip senzora može biti inklinometar ili dvoosni akcelerometar.

Buduća istraživanja bi svakako trebalo da budu koncentrisana na prevazilaženje ovih problema. Prvo, u proces je neophodno uvesti minimalno još jedan senzor ugaonog položaja čime bi se povećala sposobnost observera da prati ugaoni položaj klatna. Dalje, neophodno bi bilo iskoristiti kvalitetnije enkodere sa većom rezolucijom čime bi se ostvarilo preciznije merenje ugaonog položaja i brzine točka. PC aplikacija se može dodatno unaprediti tako da prihvata podatke o nagibu klatna i poziciji robota u realnom vremenu, a da šalje robotu zadaje referentni signal. Time bi se moglo ostvariti kretanje robota zadatom trajektorijom.

7. LITERATURA

- [1] M. R. Rapačić, Z. D. Jeličić, „Projektovanje linearnih regulatora i estimatora u prostoru stanja“, Novi Sad, Fakultet Tehničkih Nauka, 2014.
- [2] K.J. Astrom, B. Wittenmark, „Computer-Controlled Systems: Theory and Design“, Prentice Hall, 1997
- [3] A.E. Bryson, Y.C. Ho, „Applied Optimal Control“, New York, Wiley, 1975.
- [4] J. Per, P. Ali, R. Olov, „Two wheeled balancing LEGO robot“, Uppsala Universitet, Sweden, 2009
- [5] M.G. Calkin, R. Weinstok, „Lagrangian and Hamiltonian Mechanics“, World Scientific, 1996

Kratka biografija:



Nebojša Stojiljković rođen je u Sremskoj Mitrovici 1986. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Adaptivno i napredno upravljanje odbranio je 2015. god.

**ИЗБОР ОПТИМАЛНИХ ВРЕДНОСТИ И ПОЗИЦИЈА КОНДЕНЗАТОРСКИХ БАТЕ-
РИЈА У ДИСТРИБУТИВНИМ МРЕЖАМА ПРИМЕНОМ ГЕНЕТСКОГ АЛГОРИТМА****OPTIMAL CAPACITOR SIZING AND PLACEMENT IN DISTRIBUTION NETWORK
USING GENETIC ALGORITHM**

Павле Дакић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област-ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – У овом раду је обрађен проблем одређивања оптималних вредности и позиција кондензаторских батерија у радијалним и слабо-упетљаним дистрибутивним мрежама, применом генетског алгоритма. Верификација развијеног алгоритма реализована је на примеру једноставне дистрибутивне тест мреже.

Abstract – This paper deals with optimal capacitor sizing and placement in radial and weakly meshed distribution network, using genetic algorithm. Also, in this paper is given a detailed verification of used algorithm on the test network.

Кључне речи – Токови снага, позиционирање кондензаторских батерија, генетски алгоритам.

1. УВОД

У овом раду је обрађен проблем смањења губитака активне снаге у дистрибутивним мрежама (ДМ) применом оточних кондензаторских батерија (КБ).

У суштини проблем се своди на регулацију токова реактивних снага, оптималним распоредом оточних КБ. При избору оптималних позиција и вредности КБ, као критеријум оптимизације користи се критеријум минимум губитака активне снаге уз ограничења (напони чворова треба да су у нормалним границама). У току решавања, веома комплексан проблем избора оптималних позиција и вредности КБ може да се подели на два једноставнија подпроблема. У оквиру првог је потребно одредити стационарни режим ДМ, а у оквиру другог одредити оптималне комбинације вредности и позиција КБ. Први проблем се решава применом токова снага (ТС). За решавање тог нелинеарног проблема формиран је велики број разноврсних модела. Сложеност овог проблема зависи од ограничења која су узета у обзир, односно од примењених апроксимација. У овом раду примењена су следеће апроксимације (ДМ су симетричне по оптерећењу и по параметрима, не постоје напонски регулатори на изводима и само постоји 1 корен мреже)

Други проблем, избор оптималних позиције и вредности КБ, такође представља сложени нелинеарни проблем. Поступци за његово решавање

могу се наћи у великом броју радова. Наравно, сложеност овог проблема зависи од ограничења која су узета у обзир, односно од примењених апроксимација. У овом раду примењена су следећа ограничења 2 КБ се не могу поставити у исти чвор, као и напон у чвору у ком се поставља КБ мора бити мањи од максималне номиналне вредности у стационарном стању.

Конечно, за решавање тако постављеног оптимизационог проблема искоришћен је генетски алгоритам (ГА).

Након увода у другом делу рада укратко је приказан алгоритам за прорачун токова снага. У трећем делу постављен је проблем минимизације губитака активне снаге. Решавање постављеног проблема, применом генетског алгоритма, приказано је у четвртном делу рада. Резултати верификације приказаног поступка приказани су у петом делу. Након тога у шестом и седмом делу приказани су закључак и референтно наведена литература.

2. ПРОРАЧУН ТОКОВА СНАГА

Прорачун ТС представља процес решавања нелинеарног модела са којим је дефинисан биланс активних и реактивних снага разматране мреже. Резултат прорачуна ТС представља вектор стања (минималан скуп електричних величина на основу којег може у потпуности, једнозначно, да се реконструише режим разматране мреже). Уобичајено вектор стања је скуп фазора напона свих чворова разматране мреже [1].

Сваки чвор у мрежи се одликује активном и реактивном снагом, модулом напона и фазним углом. ТС се састоје у прорачуну променљивих стања, на бази познатог напона извора и потрошње у осталим чворовима мреже [2].

ДМ, за разлику од преносних мрежа, карактерише слаба потенцијална упетљаност и радијални погон, као и однос R/X код водова и каблова у ДМ је далеко већи него у преносним. Услед ових особина ДМ развијени су специјализовани алгоритми за прорачун ТС у ДМ који полазе од главне претпоставке да је мрежа радијална и који су оријентисани ка гранама, чиме се потискује потреба за решавање слабо условљених матричних система једначина. На тај начин се значајно убрзава прорачун и опадају меморијски захтеви.

При порасту димензија разматраног система, код алгоритма оријентисаним према гранама захтеви за

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији је ментор др Горан Швенда, ред.проф.

меморијом и време прорачуна расту линеарно. Све ово важи за радијалан погон, док структура мреже са малим бројем петљи се решава компензационом методом. Суштина компензационе методе је да се све петље у мрежи прекину (отворе), при чему се ефекат упетљаности уважава инјектирањем одговарајућим компензационих струјних генератора у тачкама прекида [2].

2.1 Алгоритам сумирања струја

Метода сумирања струја, познатија као Shirmohammedi-ев алгоритам, представља итеративни прорачун ТС у радијалним ДМ. Алгоритам почиње иницијализацијом поступка која се састоји у учитавању података о ДМ, нумерацији грана и чворова по лејерима и постављања индекса итерације на почетну вредност ($h=1$). Након иницијализације започиње итеративни поступак и свака итерација се састоји од следећа три корака [2]:

- Прорачун инјектираних струја (почевши од чворова у првом лејеру) према следећој релацији:

$$\hat{i}_i^{(h)} = \left[\frac{\hat{S}_{p,i}}{\hat{V}_i^{(h-1)}} \right]^* + \hat{Y}_{0,i} \cdot \hat{V}_i^{(h-1)}, \quad i = 1, \dots, n_{cv} \quad (1)$$

где су:

$\hat{i}_i^{(h)}$ - струја инјектирања у чвору i , итерација h ;

$\hat{S}_{p,i}$ - специфицирана снага потрошње у чвору i ;

$\hat{V}_i^{(h-1)}$ - напон у чвору i , итерацији $h-1$;

$\hat{Y}_{0,i}$ - сума адмитанси оточних елемената чвора i ;

n_{cv} - број чворова.

- Прорачун струја по гранама (почевши од грана у последњем лејеру) према следећој релацији:

$$\hat{j}_i^{(h)} = \hat{i}_i^{(h)} + \sum_{j \in i} \hat{j}_j^{(h)}, \quad i = n_{gr}, \dots, 1 \quad (2)$$

где су:

$\hat{j}_i^{(h)}$ - струја у грани (i) у итерацији (h);

$\sum_{j \in i} \hat{j}_j^{(h)}$ - сума струја свих грана које полазе из чвора (i) у итерацији (h);

n_{gr} - број грана.

- Прорачун напона у чворовима (почевши од чворова у последњем лејеру):

$$\hat{V}_i^{(h)} = \hat{V}_{i-1}^{(h)} - \hat{Z}_i \cdot \hat{j}_i^{(h)}, \quad i = 1, \dots, n_{cv} \quad (3)$$

где је:

$\hat{Z}_i$ - редна импеданса гране (i).

На крају сваке итерације се испитује услов конвергенције (да ли су снаге дебаланса мање од унапред специфициране вредности), уколико је испуњен итеративни поступак се завршава, у супротном се прелази на следећу итерацију.

3. МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ

На основу резултата студије 70% укупних губитака активне снаге се дешава у ДМ [5]. Самим тим следеће

методе за њихово смањење све више добијају на значају:

- појачање извода (нпр. повећање пресека критичних деоница)
- компензација реактивне снаге
- подизање напонског нивоа
- оптимална реконфигурација ДМ.

Међу наведеним методама највише се користи реконфигурација (пар пута годишње се промене статуси расклопне опреме тако да се добије оптимално уклопно стање са аспеката минимума губитака) и компензација реактивне снаге (пре свега применом оточних и ретко применом редних КБ). Применом редних КБ повећавају се могућности преносних капацитета и саморегулације реактивне снаге у складу са оптерећењем мреже. Њихова основна мана је што су скупе и изузетно осетљиве на пренапоне. Применом оточних КБ смањују се губици активне и реактивне снаге, повећава се вредност напона и фактора снаге, итд.

Међутим, да би се ефекти оточних КБ практично остварили, потребно је да се одреди њихова не само оптимална позиција већ и оптимална вредност. У супротном оточне КБ могу да изазову чак и негативне ефекте за дистрибутивно предузеће. Нпр. ако се ДМ "прекомпензује", у ДМ угради превише, великих КБ, и/или на лошим местима, оне могу да генеришу превише реактивне снаге, што доводи до повећања вредности струје, односно до повећања губитака активне и реактивне снаге.

Дакле, уколико је циљ да се применом КБ утиче на режим ДМ, пре свега да се смање губици активне снаге, основи проблем гласи: да ли у разматрану ДМ могу да се поставе КБ које би испунили постављени циљ; ако могу, колико њих треба поставити, на којим местима и које су им оптималне вредности.

Очигледно, потребно је поставити и решити оптимизациони проблем. За поставку проблема треба дефинисати критеријум оптимизације и домен могућих решења (ограничења). За његово решавање изабрати једну од метода оптимизација.

Математички модел дефинисан је као класичан оптимизациони проблем са критеријумском функцијом (КФ) и ограничењима типа једнакости и неједнакости. Циљ КФ је да се нађу оптималне вредности и позиције КБ за које ће се прорачуном ТС добити минималне вредности губитака активне снаге разматране ДМ:

$$KF = \min \{\Delta P\} \quad (4)$$

При том могу да се прихвате решења (позиције и вредности КБ) за која није нарушено ни једно од основних и техничких ограничења. Основна ограничења су везана за варијабле:

- минимална и максимална вредност напона,
- максимална вредност струје,
- минимална вредност фактора снаге, итд.

Техничка ограничења су везана за КБ, које су предмет оптимизације, али и за све друге регулационе ресурсе

који су у ДМ инсталирани пре покретања оптимизационе процедуре:

- регулациони трансформатор и регулатор напона: број позиција теретног мењача, вредност једне позиције, закон регулације, итд.;
- КБ: број позиција теретног мењача, локална аутоматика, максималан број промена у дану;
- генератори: максимална и минимална реактивна снага;
- локална аутоматска регулација (нпр. зависно од промене вредности напона, реактивне снаге, фактора снаге, временски интервал, итд.).

У току оптимизационог поступка, техничка ограничења су обухваћена преко математичког модела и прорачуна ТС. У реалним ДМ, ова ограничења, ако постоје, не могу да се занемаре, она су увек активна.

Процедура за решавање претходно постављеног оптимизационог проблема, избор оптималних позиција и вредности КБ, заснива се на делимичном претраживању свих могућих решења. За делимично претраживање искоришћен је ГА [4]. У сваком кораку, итерацији, на основу резултата ГА спроводе се прорачуни ТС (поступак приказан у четвртм делу рада). На основу резултата ТС, режима који је добијен за текућу комбинацију (позиција и вредности КБ), врши се провера да ли је нарушено неко од активних ограничења. Нпр. да ли су вредности свих напона у задатим границама. Ако примена разматране комбинације није имала за последицу да је неко од ограничења нарушено оно се прихвата. У супротном ако је неко од ограничења нарушено оно се брише. На основу резултата ТС, вредности губитака активне снаге, доноси се одлука колико је текућа комбинација добра. На основу тога, врши се њено рангирање, помера се ка врху или дну листе могућих комбинација. На крају процеса, најбоље рангирана јединка представља оптимално решење које задовољава задата ограничења.

Напомена: у току процеса претраживања постоји ограничење броја КБ које могу да се поставе у исти чвор. Ово ограничење се проверава након декодирања јединки у виду провере да ли се у листи позиција КБ налазе два иста броја чвора. Ако постоје за ово решење се дуплира вредност КФ, чиме се оно транслира ка дну и смањује се вероватноћа да "преживи".

У току прорачуна ТС КБ су посматране као оточне адмитансе прикључене у чворовима у којима је симулирано да су инсталиране – моделоване су као потрошачи константне адмитансе. Променом вредности адмитанси (могу да се промене само као дискретне вредности) и позиција КБ добијају се различити режими ДМ.

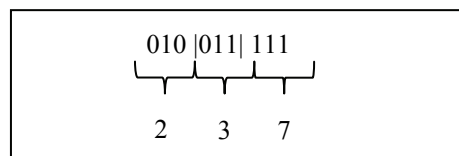
4. ГЕНЕТСКИ АЛГОРИТАМ

ГА припада групи хеуристичких метода оптимизације који се заснива на симулацији механизма природне еволуције у циљу проучавања адаптивног понашања. Ову методу је 70-их година прошлог века осмислио и публиковао Johan H. Holland [4]. Тај једноставан ГА,

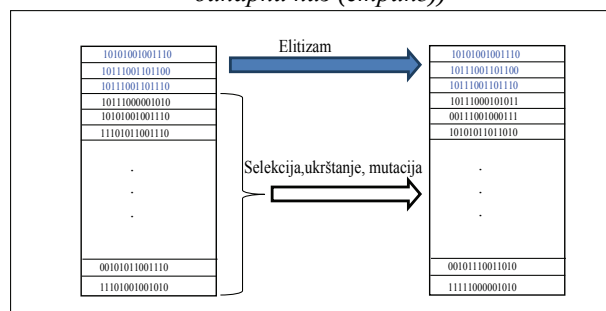
са малим модификацијама (поновно генерисање јединки у случају недозвољене комбинације решења) користи се и у овом раду. ГА користи бинарну репрезентацију, једноставне генетске операторе (селекција, мутација, укрштање). Његовом применом се симулира природни процес еволуције, за које се као и за ГА може установити следеће [4]:

- Постоји популација јединки
- Неке јединке су боље прилагођене околини
- Боље јединке имају већу вероватноћу да преживе и да се репродукују
- Особине јединке су записане у генетском коду
- Деца наслеђују особине родитеља
- Јединке могу да мутирају.

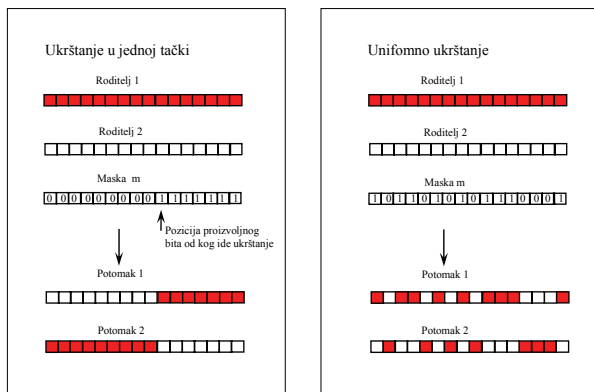
За ГА, јединке представљају тренутне апроксимације решења проблема који се решава. Свака јединка се кодира (слика 1) и свакој јединки се придружује одређена мера квалитета – фитнес, која се одређује на основу КФ. Приликом иницијализације генерише се почетна популација и она се обично генерише случајним избором решења из домена (дозвољено је да се почетно решење добијено неком другом методом оптимизације дода почетној популацији). Затим, следи процес који се понавља све док се на задовољи услов конвергенције. Тај процес се састоји од извршавања генетских оператора (елитације, слика 2; селекције; укрштања, слика 3 и мутације, слика 4). Осим процене квалитета која се мора обавити над јединкама, све операције ГА се спроводе над кодиранима јединкама. Вишеструком применом оператора селекције углавном лоше јединке изумиру, а боље остају и у следећем кораку се укрштају. Укрштањем се преносе особине родитеља на децу. Мутацијом се мењају особине јединке случајном променом гена. На основу једног оваквог поступка омогућено је да из генерације у генерацију расте просечан квалитет популације. Овакав поступак се понавља све док се не задовољи КФ или док итеративни поступак не достигне унапред дефинисан број генерација (што је случај у овом раду).



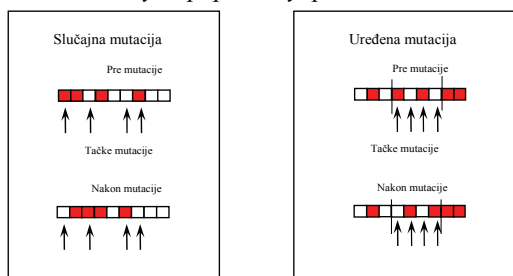
Слика 1 – Кодирање (приказ трансформације тачке (2,3,7) из реалног тродимензионалног простора у бинарни низ (стринг))



Слика 2 – Елитација (преписивање најбољих решења у следећу генерацију)



Слика 3 – Приказ укрштања у једној тачки и униформног укрштања



Слика 4 – Приказ случајне и уређене мутације

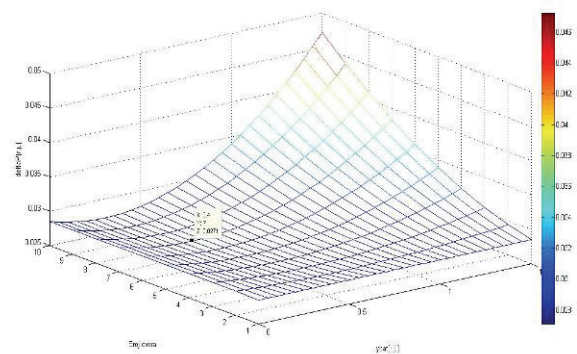
Пример примене ГА

Разматра се једноставна ДМ са 10 чворова, са истим параметрима грана и истом потрошњом у свим чворовима. Задатак је да се применом ГА нађе оптимална позиција и вредност једне КБ. КФ представља вредност укупних губитака активне снаге ДМ. Прорачун се састоји од следећа 4 корака:

- Припрема пред улазак у ГА:
 - Прорачун ТС за ДМ без КБ $\Rightarrow$ укупни губици активне снаге $\Rightarrow$ полазна тачка за претрагу ГА.
 - Дефинисати опсег у ком се траже решења (мин и мах. вредност адмитансе КБ) и корак претраживања (промена вредности адмитансе).
 - Дефинисати број чворова у којима се могу поставити КБ.
 - Дефинисати параметре ГА: број хромозома у популацији, број генерација, вероватноће укрштања, мутације и елитације.
- Припрема пред улазак у итеративни поступак:
 - Одређивање броја бита потребних за кодирање вредности адмитансе.
 - Одређивање броја бита потребних за кодирање вредности позиције КБ.
 - Сабрати број бита за променљиве $\Rightarrow$ укупна дужина хромозома.
 - Декодирати (превести) хромозом у адмитансу КБ и број чвора у коју се она поставља.
 - Додавати декодирану адмитансу КБ адмитанси декодираног чвора и реализовати ТС $\Rightarrow$ вредности губитака активне снаге (вредност КФ) и напона чворова $\Rightarrow$ за разматрани хромозом проверити ограничења. Ако ограничења нису нарушена наставити са поступком за следећу јединку, у супротном поново генерисати нову јединку и вратити се на корак декодирања.

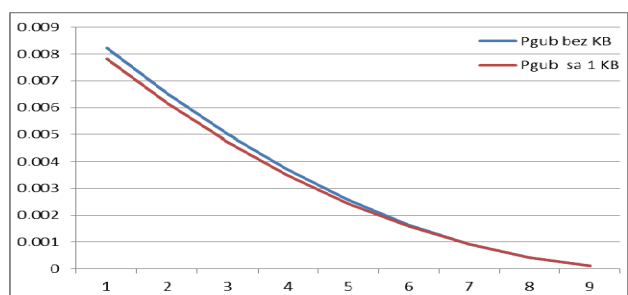
- Улазак у петљу:
 - Рангирање јединки према вредности КФ (јединке са најмањом КФ су јединке које су се најбоље прилагодиле, оне представљају најбоља решења у популацији и померају се на врх (јединке са већим вредностима КФ, већим активним губицима, померају се ка дну).
 - Елитизам (преписивање најбољих јединки из претходне генерације у будућу генерацију).
 - Селекција применом методе "такмичење", (врши се избор четири јединке случајним путем од којих ће две најбоље бити родитељи будућа два хромозома).
 - Укрштање (насумно се генерише број између 0 и 1 и ако је он већи од степена укрштања врши се укрштање, а ако није оба родитеља постају хромозоми у новој популацији без икакве промене).
 - Мутација (генерише се број између 0 и 1, ако је већи од степена мутације врши се мутација јединке, у супротном она се не врши).
 - Декодирани новонастале јединке и додавање добије вредности КБ адмитанси добијеног чвора.
 - Израчунавање КФ и провера ограничења (нпр. вредности напона чворова).
 - Увећање бројача генерације (итерације) за 1
- Након одређеног броја генерација излазак из петље и исписивање најбољег решења.

Нажалост, тешко је одредити колико итерација је потребно да поступак исконвергира и које параметре треба изабрати за ГА да би се добило најбоље решење. Ипак, битно је да се до довољно тачног решења лако и брзо долази. Разматрани проблем је нелинеаран, тако да се његова крива оптимума налази у тродимензионалном простору, слика 5.

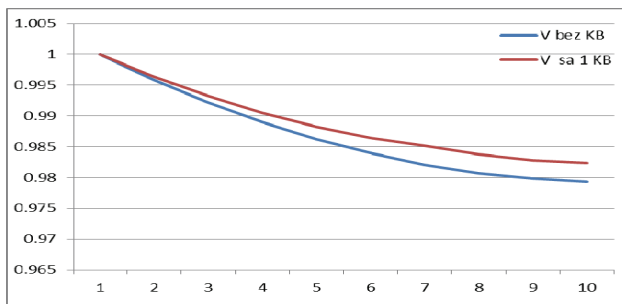


Слика 5 – Оптимално решење за једну КБ

Корист услед уградње 1 КБ, са оптималном вредношћу и позицији, је приказана на сликама 6 и 7.



Слика 6 – Приказ губитака пре и након уградње 1 КБ

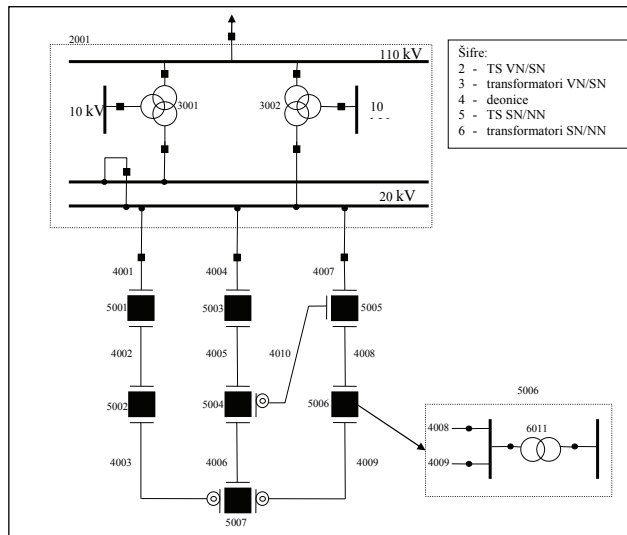


Слика 7 – Приказ модула напона чворова пре и након уградње 1 КБ

Са слика 6 и 7 се виде ефекти компензације КБ у виду побољшања напонских прилика и смањења активних губитака, без нарушавања ограничења.

5. ВЕРИФИКАЦИЈА ЦЕЛОКУПНОГ МОДЕЛА

Верификација приказаног математичког модела извршена је на једноставној ДМ која је приказана на слици 8 [2].



Слика 8 – Једноставна ДМ [2]

Анализирани су примери постављања КБ у средњенапонске чворове. У току претраживања свака недозвољена комбинација, као што је нпр. постављање две КБ у исти чвор "кажњавана" је са двоструком вредношћу КФ. Тиме је спречено да такви хромозоми опстану као потенцијално решење, али нису брисани, јер и лоши хромозоми могу да имају добар генетски материјал. Након сваког прорачуна ТС, проверавано је да ли разматрана комбинација нарушава неко од ограничења. Ако нарушава она је била одбачена, односно била је замењена са новом комбинацијом. Као услов заустављања поступка кориштен је максималан број генерација, док је полазна популација одабрана случајно (применом rand Matlab функције).

У наставку су приказани резултати избора оптималне позиције и вредности за 3 КБ. Притом, у ГА, за вредности адмитанси КБ узето је да се налазе између 0 и 0.95 р.ј. са кораком 0.001 р.ј., док је код потпуног претраживања због изузетно великог броја комбинација (за границе адмитансе КБ између 0 и 0.95 р.ј. са кораком 0.001 р.ј. постоји укупно 8573750000 комбинација), поступак практично

редукован на претраживање само комбинација које реално воде ка оптималном решењу. Прво, пробно претраживање је реализовано са грубим кораком вредности адмитанси КБ и на основу тога је уочено да се оптимално решење добија за адмитансе КБ у опсегу између 0 и 0.2 р.ј. У другом кораку, смањен је корак претраживања вредности КБ на 0.01 р.ј. Испитане су све могуће комбинације постављања 3 КБ чије су вредности у границама од 0 до 0.2 р.ј.

Резултати добијени применом ГА су верификовани њиховим поређењем са резултатима који су добијени претрагом свих могућих комбинација, табела 1.

Табела 1 – Приказ поређења резултата ГА са резултатима потпуне претраге

	ГА		Потпуна претрага	
	Чвор	Вредност[р.ј.]	Чвор	Вредност[р.ј.]
КБ1	1	0.05937	1	0.06
КБ2	2	0.13267	2	0.13
КБ3	5	0.02783	5	0.03
ΣP_{gub}		0.013393 р.ј.		0.01339 р.ј.

6. ЗАКЉУЧАК

У раду је приказан поступак за избор оптималне позиције и вредности КБ у радијалним ДМ. На примеру једноставне ДМ детаљно су приказани основни кораци примене ГА. На основу приказаних резултата може се уочити да ГА даје довољно добре резултате. Математички модел је верификован поређењем резултата који су добијени применом ГА (делимично претраживање) и применом тоталног претраживања свих могућих комбинација. На основу тога рад представља добру основу за даља истраживања у овој области.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] В.Стрезоски, Анализа ЕЕС, предавања, ФТН, 2014.
- [2] Д.Поповић, Д.Бекут, В.Дабић, Специјализовани ДМС алгоритми, Нови Сад, 2004.
- [3] Н.Рајаковић, Д.Тасић, Дистрибутивне и индустријске мреже, Београд, 2008.
- [4] Б.Борак, Генетски алгоритам за решавање проблема снабдевача ограниченог капацитета у више нивоа, мастер рад, Математички факултет, Београд, 2009.
- [5] Н.Сетхи, Optimal capacitor placement in radial distribution system using genetic algorithm, мастер рад, Thapar Универзитет, јул 2009.

Кратка биографија:



Павле Дакић, рођен је 1991. год. у Зрењанину. Основне студије је завршио у јулу 2014. год. на Електротехничком факултету у Београду са просечном оценом 9,59. Мастер рад је одбранио 2015. год. на Факултету техничких наука у Новом Саду, из области Електротехнике и рачунарства, Електроенергетски системи.

IMPLEMENTACIJA EDITORA ZA PRIKUPLJANJE ZAHTEVA U OKVIRU KROKI ALATA**IMPLEMENTATION OF AN EDITOR FOR REQUIREMENTS GATHERING WITHIN KROKI TOOL**

Darko Opala, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisana je implementacija alata za prikupljanje zahteva korisnika i sistema, kao i demonstracija njegovog korišćenja.

Abstract – This paper describes implementation of tool for gathering users and system requirements, and demonstration of its use.

Ključne reči: Editor, prikupljanje zahteva, podaci

1. UVOD

Zadatak ovog rada je implementacija editora za prikupljanje zahteva bitnih za razvoj sistema, koji će biti iskorišćen u okviru Kroki alata.

Zahtevi predstavljaju osnovu svakog projekta, definišući šta akteri sistema (korisnici, kupci, snabdevači, developeri, preduzeća) zahtevaju od postojećeg ili novog sistema i šta sistem treba da radi kako bi zadovoljio te zahteve [1].

Zahtevi sadrže korisne informacije koje su bitne za razvoj sistema. Kroki je alat namenjen za interaktivni razvoj poslovnih aplikacija baziranih na skicama.

Za razliku od uobičajene prakse, ovde se skica koristi u toku celog procesa razvoja softverskog proizvoda kao podloga za automatsko izvršavanje ili generisanje koda poslovnih aplikacija [2].

U okviru ovog rada potrebno je obezbediti da se prikupljanje zahteva odvija brzo. Zahtevi će se beležiti u tekstualnom obliku. Prikupljene zahteve je potrebno hijerarhijski grupisati.

2. PROJEKTOVANJE I IMPLEMENTACIJA EDITORA ZA PRIKUPLJANJE ZAHTEVA

Namena editora jeste prikupljanje i upravljanje zahtevima sistema. Sam proces prikupljanja zahteva treba da se odvija brzo kako ne bi opterećivali korisnika. Na osnovu teorijskog istraživanja i pregleda postojećih rešenja, izvučene su osnovne funkcionalnosti koje ovaj editor treba da poseduje. Na slici 1 prikazan je dijagram slučajeve korišćenja editora. Na dijagramu su prikazane osnovne funkcionalnosti.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Gordana Milosavljević.

2.1 Izgled aplikacije

Nakon pokretanja aplikacije prikazuje se glavni prozor. Glavni prozor aplikacije poseduje sledeće elemente:

1. Glavni meni
2. Paleta sa alatima
3. Stablo
4. Tabela
5. Okvir za prikaz otvorenih zahteva
6. Statusna linija

Na slici 2 je prikazan glavni prozor aplikacije. Na slici se vidi da se glavni meni nalazi na vrhu prozora. Ispod glavnog menija se nalazi paleta sa alatima. U levom delu glavnog prozora nalazi se stablo. Najveći deo glavnog prozora zauzima okvir za prikaz otvorenih zahteva. U donjem delu prozora nalazi se tabela. Ispod tabele i stabla nalazi se statusna linija.

2.1 Implementacija rešenja

U ovoj sekciji biće opisana implementacija gradivnih elemenata editora za prikupljanje zahteva.

2.2.1 Model

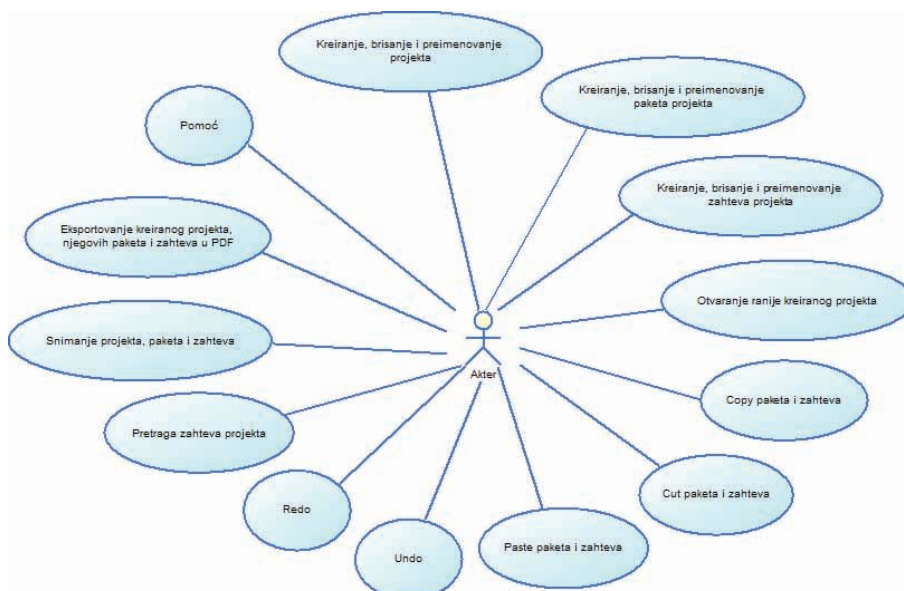
Model sadrži podatke, poslovnu logiku i pravila aplikacije. Elementi modela predstavljeni su klasama *Workspace*, *Project*, *Package* i *Requirement*. Na slici 3 prikazan je dijagram klasa koje predstavljaju elemente modela.

Na vrhu hijerarhije nalazi se apstraktna klasa *TreeElement*, koja sadrži sve zajedničke osobine elemenata modela.

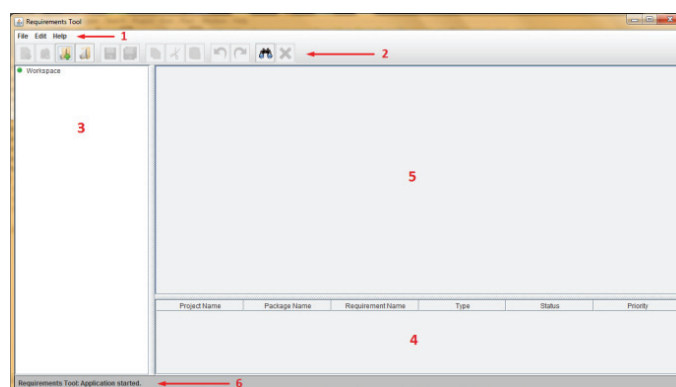
Na slici 3 se može zapaziti da apstraktna klasa *TreeElement* nasleđuje javinu klasu *Observable*. Razlog je u tome da se prilikom promene jednog od elemenata modela promene stanja svih elemenata koji čine ostale delove aplikacije i implementiraju *Observer* interfejs. Klasa *Observable* i interfejs *Observer* predstavljaju *Observer* dizajn šablon [3].

Klasa *Workspace* nasleđuje apstraktnu klasu *TreeElement*. Sadrži sve kreirane projekte i metode za manipulaciju sa njima. Klasa *Project* takođe nasleđuje apstraktnu klasu *TreeElement*.

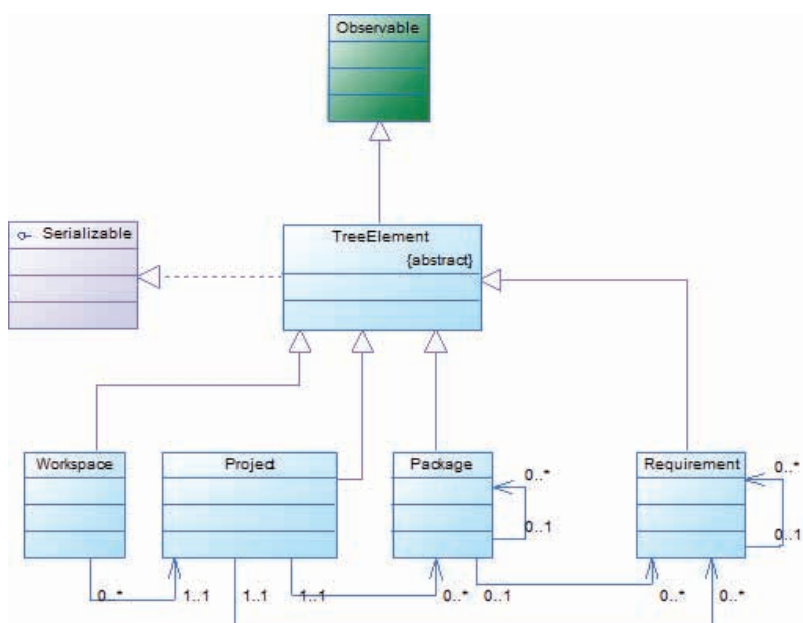
Sadrži pakete i zahteve, kao i metode za manipulaciju sa njima. Klasa *Package* takođe nasleđuje apstraktnu klasu *TreeElement*.



Slika 1. Dijagram slučajeva korišćenja editora



Slika 2. Glavni prozor aplikacije



Slika 3 Dijagram klasa elemenata modela

Može da sadrži podpakete i zahteve. Takođe sadrži metode za manipulaciju sa podpaketima i zahtevima. Klasa *Requirement*, kao i klase *Workspace*, *Project*,

Package, nasleđuje apstraktnu klasu *TreeElement*. Može da sadrži podzahteve i ima metode za manipulaciju sa podzahtevima.

2.2.2 Komponente aplikacije

Komponente aplikacije predstavljaju implementaciju osnovnih delova editora. Omogućavaju korisniku da komunicira sa aplikacijom, tako što predstavljaju *User Interface* (korisnički interfejs) editora za prikupljanje zahteva. Korisnički interfejs predstavlja prostor na kojem se odvija interakcija između ljudi i računara [4]. Kao što je ranije napomenuto, osnovni elementi aplikacije nalaze se na glavnom prozoru. Sledeće klase predstavljaju implementaciju tih elemenata: *MainMenu*, *ToolBar*, *WorkspaceTree*, *TableView*, *TabbedPane*, *StatusBar*, *PopupMenu*.

2.2.3 Akcije

Akcije predstavljaju aktivnosti koje će se izvršiti prilikom interakcije korisnika sa aplikacijom. Sve implementirane akcije editora nasleđuju apstraktnu javinu klasu *AbstractAction*, dok neke pored toga još implementiraju *Observer* interfejs. Akcije koje implementiraju interfejs *Observer* menjaju svoje stanje sa svakom notifikacijom od strane *Observable* klase sa kojima su povezane. Sve akcije koje se koriste u aplikaciji instancirane su u kontejnerskoj klasi *ActionReferences* i može im se pristupiti u bilo koje vreme životnog ciklusa aplikacije. Klasa *ActionReferences* je *Singleton*, što znači da implementira *Singleton* dizajn šablon. Osnovna ideja ovoga šablona je da klasa koja ga implementira ima samo jednu kreiranu instancu u toku čitavog života aplikacije i globalno je dostupna [5].

2.2.4 Komande

U okviru editora za prikupljanje zahteva implementirane su komande za kreiranje, brisanje i kopiranje elemenata (projekat, paket, zahtev). Implementacija komandi urađena je po ugledu na *Command* dizajn šablon. Ovaj šablon razdvaja objekat koji poziva operaciju od onoga koji zna da je izvrši uvođenjem apstraktne klase sa *execute* i *undo* metodama. Ove metode su zadužene za izvršavanje i poništavanje komande i bivaju redefinisane u naslednicima [6].

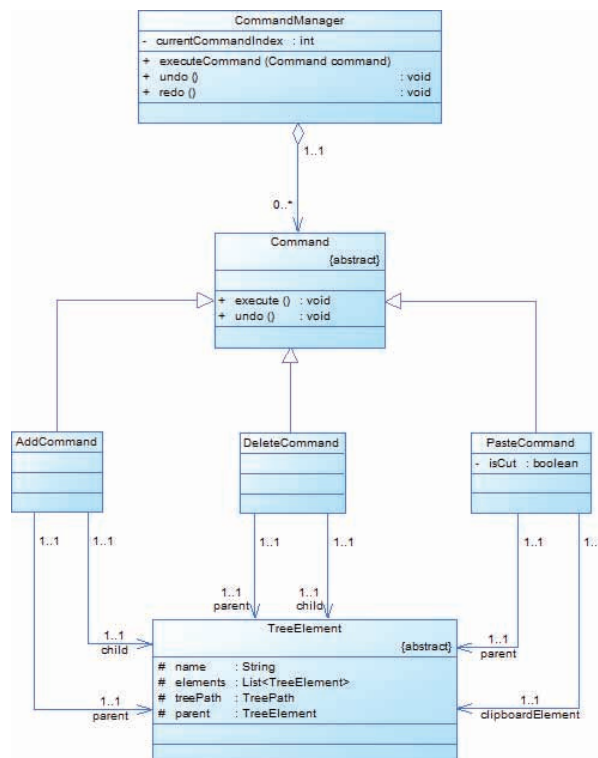
Uz oslonac na ovaj šablon implementirane su *undo* i *redo* akcije. Klasa *CommandManager* sadrži listu svih komandi i očuvava hronološki redosled njihovog izvršavanja, što nam omogućava da komande redom poništavamo ili ponovo izvršavamo. Na slici 4 je prikazan dijagram klasa koji opisuje pomenutu funkcionalnost.

3. DEMONSTRACIJA KORIŠĆENJA EDITORA ZA PRIKUPLJANJE ZAHTEVA

U ovom poglavlju biće demonstrirani slučajevi korišćenja editora, kao što je kreiranje projekata, paketa, zahteva i rad sa njima.

3.1 Rad sa projektom

Kreiranje novog projekta se može aktivirati preko glavnog menija (*File*→*New Project*), preko palete sa alatima, kroz kontekstni meni stabla i preko prečice *CTRL+SHIFT+N*. Aktiviranjem ove akcije prikazuje se dijalog za kreiranje novog projekta.



Slika 4. Dijagram klasa komandi

Dijalog se sastoji od polja za unos naziva projekta i od dugmadi za potvrdu ili odustajanje od kreiranja. Polje za unos naziva projekta je obavezno i ukoliko se ne popuni kreiranje projekta neće biti moguće i dobićemo poruku o tome. Nakon uspešnog kreiranja projekta kreirani projekat biće prikazan u stablu i biće ispisana poruka u statusnoj liniji. U slučaju da u stablu već postoji projekat sa istim imenom, novi projekat će dobiti indeks u svom nazivu.

Kreirani projekat je moguće sačuvati, preimenovati ili obrisati. Snimanje projekta je moguće obaviti preko glavnog menija (*File*→*Save* ili *File*→*Save All*). Ukoliko prvi put sačuvavamo projekat prikazaće se dijalog za odabir putanje gde želimo da ga sačuvamo. Ekstenzija sačuvanog projekta je *.rtool*. Ukoliko odaberemo putanju za čuvanje koja već pripada nekom drugom projektu dobićemo obaveštenje da li želimo da pregazimo projekat koji se nalazi na toj putanji. Nakon što sačuvamo projekat ili projekte dobijamo poruku u statusnoj liniji, ili suprotno ako snimanje nije bilo uspešno.

Preimenovanje projekta je moguće obaviti preko glavnog menija (*Edit*→*Rename*) ili preko kontekstnog menija stabla. Aktiviranjem ove akcije pokreće se dijalog za preimenovanje. Dijalog za preimenovanje sadrži polje za unos novog imena i dugmad za potvrdu i odustajanje od preimenovanja. Polje za preimenovanje ne sme biti prazno, inače ćemo dobiti istu grešku kao kod kreiranja. Nakon uspešnog preimenovanja dobićemo poruku u statusnoj liniji. U slučaju da u stablu postoji projekat sa istim nazivom kao i preimenovani, preimenovani projekat dobiće indeks u svom nazivu.

Brisanje projekta moguće je odraditi preko glavnog menija (*Edit*→*Delete*), preko palete sa alatima, kroz kontekstni meni stabla i preko prečice pritiskom tastera *Delete*. Aktiviranjem ove akcije dobijamo pitanje da li

smo sigurni da želimo da obrišemo projekat. Da bi brisanje bilo uspešno, potrebno je potvrditi da želimo da obrišemo projekat. Nakon uspešnog brisanja dobijamo poruku u statusnoj liniji. Otvaranje ranije sačuvanih projekata može se odraditi preko glavnog menija (*File→Open Project*), preko palete sa alatima i preko prečice pritiskom tastera *CTRL+SHIFT+O*. Aktiviranjem ove akcije pokreće se dijalog za biranje projekta koji želimo da otvorimo. Nakon što odaberemo projekat koji želimo da otvorimo, projekat se dodaje u stablo.

3.2 Rad sa paketima

Uloga paketa je da grupišu zahteve ili druge pakete. Kreiranje paketa se može obaviti kroz glavni meni (*File→New Package*), preko palete sa alatima, preko kontekstnog menija stabla i preko prečice *CTRL+P*. Da bi kreirali paket prvo moramo selektovati projekat ili paket gde želimo da kreiramo novi paket. Aktiviranjem ove akcije pokreće se dijalog za kreiranje paketa. Dijalog za kreiranje paketa sadrži polje za unos naziva paketa i dugmad za potvrdu i odustajanje od kreiranja. Polje za naziv je obavezno i ako ga ostavimo praznog dobićemo poruku o obaveznom polju. Nakon uspešnog kreiranja paketa, novi paket se dodaje u stablo. Paket se smešta na odgovarajući nivo u stablu, koji zavisi od toga da li smo odabrali projekat ili paket kao njegovog roditelja. Provera naziva paketa se vrši na nivou na kojem je smešten u stablu i ako na tom nivou već postoji paket sa istim nazivom, novom paketu će se dodeliti indeks u nazivu. Nakon kreiranja paketa dobijamo poruku u statusnoj liniji. Kreirani paket je moguće preimenovati, obrisati, kopirati, iseći, nalepiti i sačuvati.

Procedura preimenovanja i brisanja paketa je ista kao kod projekta. Kopiranje paketa je moguće aktivirati preko glavnog menija (*Edit→Copy*), preko palete sa alatima i preko kontekstnog menija stabla. Da bi se paket kopirao potrebno ga je prethodno selektovati u stablu. Kopirani paket se čuva u *clipboard*-u (privremeno mesto za čuvanje podataka). Kopirani paket se može nalepiti u drugi paket ili u drugi projekat. Dozvoljeno je kopiranje i isecanje paketa između projekata. Isecanje paketa je moguće aktivirati preko glavnog menija (*Edit→Cut*), preko palete sa alatima ili preko kontekstnog menija stabla. Paket koji se iseče se takođe smešta u *clipboard*. Nije dozvoljeno kopiranje ili isecanje više elemenata. Nalepljivanje se može aktivirati preko glavnog menija (*Edit→Paste*), palete sa alatima ili preko kontekstnog menija stabla. Nakon izvršavanja ove akcije prazni se *clipboard*. Čuvanje paketa se obavlja kroz čuvanje projekta.

3.3 Rad sa zahtevima

Rad sa zahtevima predstavlja osnovnu svrhu ovog editora. Potrebno je selektovati projekat ili paket gde ga želimo kreirati. Kreiranje se može obaviti kroz glavni meni (*File→New Requirement*), preko palete sa alatima, preko kontekstnog menija stabla ili preko prečice *CTRL+N*. Aktiviranjem ove akcije pokreće se dijalog za kreiranje zahteva. Dijalog za kreiranje zahteva se sastoji od polja za unos naziva, polja za izbor tipa zahteva i od dugmadi za potvrdu i odustajanje od kreiranja. Polje za unos naziva je obavezno. Nakon

uspešnog kreiranja, zahtev se smešta na određeni nivo u stablu. U zavisnosti na kojem se nivou zahtev nalazi, vrši se provera naziva. Preimenovanje i brisanje zahteva se obavlja na isti način kao kod projekta i paketa. Kopiranje i isecanje se obavljaju kao kod paketa i dozvoljeno ih je razmenjivati između projekata. U slučaju nalepljivanja zahteva, ako zahtev sadrži podzahteve, korisnik će dobiti obaveštenje da li želi da nalepi i podzahteve. Unos podataka o zahtevu se obavlja u okviru za prikaz otvorenih zahteva. Svaki zahtev se sastoji od opisa, tipa, prioriteta, statusa, verzije i datuma. Kreirane zahteve je moguće pretraživati po tipu, statusu i prioritetu u okviru projekta. Pretraga se može aktivirati preko glavnog menija (*Edit→Find*), preko palete sa alatima, kontekstnog menija stabla i preko prečice *CTRL+F*. Rezultati pretrage prikazuju se u tabeli i korisnik biva obavešten kada je pretraga završena.

Zahteve jednog projekta je moguće eksportovati u *PDF*. Eksportovanje se može pozvati preko glavnog menija (*File→Export To Pdf*). Prilikom završetka eksportovanja podataka korisnik dobija poruku da je eksportovanje uspešno završeno.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisana je implementacija editora za prikupljanje zahteva. Omogućeno je kreiranje više projekata. U okviru projekta omogućeno je kreiranje paketa i zahteva, kao i grupisanje zahteva unutar paketa. Obezbeđena je hijerarhijska struktura kreiranih projekata, paketa i zahteva u okviru stabla. Uz pomoć editora za prikupljanje zahteva moguće je brzo prikupiti potrebne zahteve za implementaciju određenog sistema.

Pravci daljeg razvoja su: (1) integracija editora sa Kroki alatom, (2) implementiranje podrške za kreiranje korisnika i njihovo povezivanje sa zahtevima, (3) implementiranje eksporta podataka u druge formate i (4) proširivanje atributa zahteva.

5. LITERATURA

- [1] E. Hull, K. Jackson, J. Dick, Requirements Engineering, Second Edition, Springer, 2001.
- [2] Kroki, alat za interaktivni razvoj poslovnih aplikacija baziranih na skicama, www.kroki-mde.net
- [3] Observer Design Pattern, https://sourcemaking.com/design_patterns/observer
- [4] User Interface, https://en.wikipedia.org/wiki/User_interface
- [5] Singleton Design Pattern, https://sourcemaking.com/design_patterns/singleton
- [6] Command Design Pattern, https://sourcemaking.com/design_patterns/command

Kratka biografija:

Darko Opala je rođen 28.08.1990. godine u Apatinu. 2009 upisao se na Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu. Odsek Računarstvo i automatika. Osnovne akademske studije završio je 2013. godine i iste godine upisao Master akademske studije na istom odseku. Položio je sve ispite predviđene planom i programom sa prosekom ocena 9,29.

**TEKSTUALNI DSL I INTEPRETER TOKA POSLOVA BAZIRAN NA ARPEGGIO
PARSERU****TEXTUAL DSL AND INTERPRETER FOR WORKFLOWS BASED ON THE ARPEGGIO
PARSER**

Avram Zeković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada jeste implementacija tekstualnog jezika za opis toka poslova, njegova vizualizacija kao i interpretacija. Dat je teorijski osvrt na osnovne pojmove, kao i na alate korišćene pri izradi. Rad demonstrira jedan od načina na koji se može implementirati i realizovati postavljeni zadatak.

Abstract – The subject of the paper is implementation of a textual language for description of workflows and its visualization and interpretation. A theoretical overview of the basic concepts is given as well as a tool, which have been used in the realization.

Ključne reči: Tokovi poslova, tekstualni DSL, parser, interpreter, arpeggio, dot, django

1. UVOD

Stanje na svetskom tržištu i konkurentski uslovi zahtevaju brzu i kontinuiranu promenu, kao i permanentno prilagođavanje i fleksibilnost preduzeća kako bi se zadovoljili svi činioci uspešnosti poslovanja. Informacione tehnologije, računari i računarski sistemi postali su neizostavni deo svakog preduzeća, bez obzira na njegov profil. Primena informacione i računarske tehnologije ima ključnu ulogu u razvoju poslovanja jer konstantno nude nove mogućnosti.

Sve veća složenost poslovanja preduzeća podstakla je razvoj različitih vrsta pristupa, metoda i alata koji bi odgovorili novim izazovima.

Suština razvoja ogleda se u podizanju nivoa apstrakcije i usredsređivanje na suštinu problema sa kojima se preduzeće susreće, koristeći pri tom postojeće alate ili implementaciju novih alata.

1.1. Poslovni procesi

Poslovni proces predstavlja skup povezanih aktivnosti kojima se ostvaruju definisani ciljevi. Proces se mogu opisati i kao niz logički povezanih aktivnosti koje koriste resurse preduzeća, a čiji je krajnji cilj blagovremeno zadovoljenje potreba internih korisnika rezultata procesa. Po osnovu stepena automatizacije poslovni procesi se dele na: potpuno automatizovane procese i manuelne procese. Dinamičnim razvojem informacionih i komunikacionih tehnologija procesno orijentisan pristup dobija sve veći primat u upravljanju preduzećem.

NAPOMENA:

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

1.2. Domen-specifični jezici

Domen-specifični jezik (*Domain Specific Language - DSL*) je računarski jezik specijalizovan za određenu oblast primene. On je u suprotnosti sa jezikom opšte namene (*General Purpose Language - GPL*), koji je široko primenjiv i nema specijalizovane funkcije za određeni domen. Postoji širok dijapazon domen-specifičnih jezika, rangirajući ih od najšire korišćenih jezika za uobičajene domene, kao što su *HTML* za web stranice, sve do jezika koji koristi samo jedna vrsta softvera.

Prednosti domen-specifičnih jezika: [1]

- Domen-specifični jezici omogućavaju da rešenja budu izražena u idiomu i na nivou apstrakcije problemskog domena. Ideja je da stručnjaci koji se bave domenima sami mogu da razumeju, potvrđuju, modifikuju, a često čak i razvijaju domen specifične programske jezike. Međutim, ovo je retko slučaj;
- Domen-specifični jezici omogućavaju validaciju na nivou domena. Sve dok su jezičke konstrukcije bezbedne, svaka rečenica napisana sa njima može da se smatra bezbednom.

Nedostaci domen-specifičnih jezika: [2]

- Troškovi učenja novog jezika naspram njegove ograničene primenljivosti;
- Troškovi projektovanja, implementacije i održavanja domen-specifičnog jezika, kao i alata koji su potrebni da se razviju sa njim (integrisano razvojno okruženje - *IDE*);
- Pronalaženje, postavljanje i održavanje pravilnog obima;
- Poteškoće u balansiranju između konstrukcije domen-specifičnih programskih jezika i jezika opšte namene;
- Potencijalni gubitak efikasnosti procesora u odnosu na ručno kodirani softver;
- Rast broja sličnih nestandardnih domen-specifičnih jezika, na primer, domen-specifični jezik korišćen u okviru jednog osiguravajućeg društva naspram domen specifičnog-jezika koje koristi drugo osiguravajuće društvo;

1.3. Parseri

Parser je računarski program ili komponenta računarskog programa koja analizira neki sadržaj tako što utvrđuje hijerarhiju među elementima. Parsiranje se vrši u nekoliko faza.

Prvu fazu predstavlja ekstrahovanje tokena, ili leksička analiza, kojom se ulazna struja karaktera deli u osnovne

simbole čije je značenje definisano gramatikom regularnih izraza. Sledeća faza je parsiranje ili sintakсна analiza, kojom se proverava da li otpakovani tokeni formiraju izraz koji je dozvoljen. Ovo se obično čini korišćenjem kontekstno slobodne gramatike koja rekurzivno definiše komponente koje mogu činiti izraz i redosled kojim one moraju da se pojavljuju. Poslednja faza je semantičko raščlanjivanje ili analiza, kojom se obrađuju implikacije upravo potvrđenih izraza i preduzimaju odgovarajuće radnje.

Osnovni zadatak parsera je da odredi da li i kako se dati ulaz može dobiti iz početnog simbola gramatike. Postoje dva osnovna načina da se to uradi: sintakсна analiza naniže (*top-down*) i sintakсна analiza naviše (*bottom-up*).

1.4. Interpreteri i kompajleri

Kompajler (*Compiler*) ili programski prevodilac je računarski program (ili niz programa) koji transformiše kod jednog programskog jezika u drugi programski jezik. Osnovna prednost kompajlera je u brzini izvršavanja jednom prevedenog programa. Osnovni nedostatak izvršavanja programa uz pomoć kompajlera je što prevedeni program gubi svaku vezu sa izvornim programom.

Interpreter je program koji izvršava druge programe, a osnovna karakteristika interpretera je da se naredbe prevode u trenutku izvođenja programa, tako da se svaka naredba može prevesti u jednu ili više mašinskih naredbi, u zavisnosti od složenosti, nakon čega se mašinske naredbe izvršavaju. Prevođenje se izvršava pri svakom pokretanju programa. Osnovni nedostatak interpretera je sporost koja je rezultat analize pri izvršavanju programa uz pomoć interpretera. Osnovna prednost interpretera je što omogućava neposredni pristup korisnika procesu računanja, izvornom programu i podacima, jer su i program i podaci prisutni u toku izvršavanja.

2. PRINCIPI IZRADE

2.1. Arpeggio

Arpeggio je *pacrat* parser razvijen na Katedri za informatiku Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu od strane profesora Igora Dejanovića. *Pacart* parser je vrsta parsera koja koristi gramatike izraza za parsiranje (*Parser Expression Grammars* - *PEG*) i implementirana je kao rekurzivni propadajući parser sa vraćanjem i pamćenjem međurezultata. [3]

Namena *arpeggio* parsera je upotreba u integrisanim okruženjima za izradu jezika specifičnih za domen (*Domain Specific Languages* - *DSL*). Zbog toga su osobine kao što su dinamičko kreiranje instance parsera bez potrebe generisanja programskog koda, kao i oporavak od grešaka od presudnog značaja.

Osnovna prednost *PEG* gramatika u odnosu na *CFG* jeste upotreba operatora uređenog izbora (*ordered choice*) koji omogućava nedvosmislenost u parsiranju.

Osnovne osobine *arpeggio* parsera su dinamičko kreiranje parsera iz opisa gramatike bez potrebe generisanja programskog koda. Ova osobina je značajna jer omogućava lako redefinisane opise gramatike *DSL*-ova i instanciranja novog parsera bez potrebe generisanja i kompajliranja programskog koda. Pored dinamičkog kreiranja *arpeggio* omogućava definisanje gramatike

jezika na dva načina: upotrebom konstrukcija programskog jezika *Python* ili upotrebom *PEG* tekstualne sintakse. Semantička analiza je omogućena upotrebom semantičkih akcija koje se definišu kao *Python* klase. Upotrebom semantičkih akcija implementirana je podrška za *PEG* tekstualne sintakse.

2.2. DOT

DOT (*graph description language*) je široko raspostranjen jezik za generisanje grafova, zasnovan na definiciji u tekstualnom formatu. To je jednostavan način opisa grafikona tako da ga ljudi i računarski programi jednostavno mogu koristiti. *DOT* grafikoni su obično fajlovi sa ekstenzijom *.gv* (ili *.Dot*), koje mogu obraditi različiti programi. Pojednostavljeno rečeno, *DOT* može da se koristi da opiše indirektan grafikon.

Neusmeren grafikon pokazuje jednostavne odnose između objekata, kao što je prijateljstvo među ljudima. Ključna reč *graph* definiše grafikon, dok su čvorovi opisani unutar vitičastih zagrada. Jedna od naprednih mogućnosti *DOT* grafikona je mogućnost da se definišu podgrafikoni. Oni se mogu koristiti u dijagramima stanja gde neko stanje ima više podstanja.

2.3. Django

Django je besplatan i *open source web framework* pisan u programskom jeziku *Python*, koji se zasniva na *MVC* dizajnu obrasca, čiji je primarni cilj kreiranje kompleksnih *web* aplikacija koje obrađuju podatke iz relacione baze podataka [4]. Kreatori ovog *framework*-a, da bi naglasili izvesne razlike u odnosu na *MVC* obrazac, varijantu obrasca koji *Django* koristi nazivaju *MTV* (*Model-Template-View*) [5].

- *Model* predstavlja entitet sa svojim atributima i metodama, implementiran kao *Python* klasa. Ova klasa koristi *ORM* (*Object-Relation Mapper*) ugrađen u *Django*, kako bi izvršio generisanje šeme baze podataka.
- *Template* opisuje izgled stranice koja će biti prikazana korisniku, čije definisanje nije ograničeno samo na *HTML*.
- *View* predstavlja *Python* funkcije za određene *URL*-ove, u kojima je implementirana poslovna logika, pozivanje odgovarajućih šablona itd.

Django projekat se sastoji od modula koje možemo posmatrati kao zasebne aplikacije, koje se mogu koristiti i u drugim projektima. Nekoliko ovakvih vrsta aplikacija dolazi sa *Django framework*-om, koje korisnik može na jednostavan način uključiti i koristiti u okviru svog projekta.

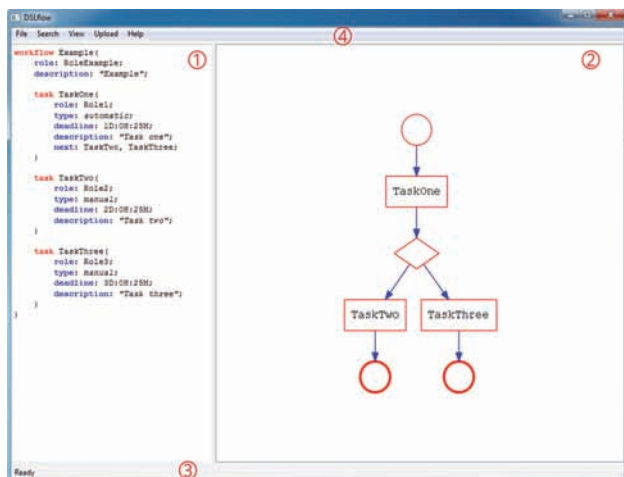
3. IMPLEMENTACIJA

Implementacija u okviru rada podeljena je u dva dela. Prvi deo obuhvata implementaciju tekstualnog jezika, editora i vizualizatora za opis toka poslova, što predstavlja samu srž rada, dok drugi deo predstavlja implementaciju interpretera, u ovom slučaju realizovan kao *web* aplikacija. Za implementaciju je korišćen *Arpeggio PEG* parser. Grafička vizualizacija opisa toka poslovnih procesa implementirana je pomoću *DOT*

sintakse. Interpreter jezika za opis toka poslovnih procesa, zamišljen kao web aplikacija, realizovan je uz oslonac na *Django framework* i *MySQL* bazu podataka.

3.1. Workflow editor

Workflow Editor je jednostavna desktop aplikacija koja objedinjuje implementaciju i vizualizaciju jezika za opis toka poslova. Realizovana je uz pomoć *Python* programskog jezika i *PyQt* grafičke biblioteke.



Slika 1. *Workflow editor*

Gramatika jezika koja opisuje sintaksu jezika za kreiranje toka poslovnih procesa, definisana je uz pomoć *python* funkcija. Osnovno pravilo gramatike implementiranog jezika definisano je na način prikazan na sledećem Listingu 1.:

```
def workflow(): return Kwd('workflow'),\
    open_bracket,Optional(role),\
    Optional(description), OneOrMore(task),\
    close_bracket, EOF
```

Listing 1. Osnovno pravilo gramatike

Gorenavedenim pravilom definisali smo kostur implementiranog jezika u okviru ovog rada. Svaki proces počinje ključnom rečju *workflow*, nakon koje je ostavljena mogućnost korisniku jezika da imenuje proces na osnovu svojih potreba. Nakon toga dolazi otvorena zagrada (*open_bracket*) čije će pravilo biti naknadno objašnjeno.

Zatim dolazi pravilo koje definiše ulogu (*role*), odnosno grupu kojoj pripadaju određeni učesnici koji imaju najveće privilegije što se tiče samog procesa. Ako kojim slučajem dođe do greške unutar procesa ili obavljanje zadatka nije moguće iz nekog razloga, učesnici mogu da proslede određeni zadatak nadređenima, odnosno drugim učesnicima koji pripadaju ovoj grupi, radi rešavanja problema i vraćanja procesa u normalan tok. Navođenje uloge je slobodan izbor u zavisnosti kakav se proces modeluje. Potom, posle uloge (*role*), imamo slobodan izbor opisa poslovnog procesa (*description*), koji služi za detaljniji opis samog procesa.

Posle prethodno opisanih pravila gramatike, dolazi navođenje zadataka (*task*) unutar poslovnog procesa.

Samih zadataka može biti jedan ili više, u zavisnosti od potreba procesa. Potom završavamo opis procesa navođenjem zatvorene zagrade (*close bracket*) i *EOF* (*EndOfFile*) klase, koja je definisana unutar samog *Arpeggio* parsera i koja označava kraj gramatike.

Implementacija grafičkog rešenja realizovana je pomoću *dot* jezika. Za kreiranje *dot* fajla, iskorišćen je *Arpeggio* exporter, koji je izmenjen i prilagodjen potrebama rada tokom iscrtavanja dijagrama toka poslovnih procesa. *Dot* fajl kreiran pomoću exporter-a, dalje može biti konvertovan pomoću *pydot* biblioteke u različite formate, u zavisnosti od potrebe.

Vizualizacija grafičkih elemenata konstruisana je po uzoru na *Business Process Modeling Notation (BPMN)*. Ovi elementi omogućavaju jednostavan prikaz dijagrama, odnosno jednostavan prikaz toka poslovnog procesa opisanog u ovom radu, koji će biti razumljivi i poznati većini poslovnih analitičara. U nastavku sledi prikaz i opis elemenata.

Događaj (*event*) je prikazan pomoću kruga sa otvorenim centrom i različitim markiranjem unutrašnjosti, i govori nam da se nešto „dogodilo“ tokom samog poslovnog procesa. Događaji utiču na sam proces, i obično imaju uzrok (okidač) ili uticaj (rezultat).

U slučaju opisanom u ovom radu razlikujemo dve vrste događaja, i to na način kako utiču na sam proces. Prvi događaj je start koji se ponaša kao okidač, odnosno startuje process i prikazan je kao prazan krug sa tankom ivicom. Drugi događaj je *end* koji se ponaša kao rezultat samog procesa i prikazan je kao prazan krug sa debelom ivicom.

Zadatak (*task*) je predstavljen u obliku zaobljenog pravougaonika, unutar koga se nalazi naziv aktivnosti, odnosno zadatka. Zadatak predstavlja vrstu posla koji je potreban da se odradi.

Grananje ili spajanje je predstavljeno romboidnim oblikom i specificira alternativne putanje kojima će se ići u zavisnosti od uslova. Ovaj simbol se koristi i za grananje i za spajanje, odnosno više grana može ulaziti ili izlaziti iz ovog simbola.

Relacije odnosno prelazi između zadataka toka poslovnog procesa predstavljeni su punom linijom sa punom strelicom između zadataka, gde strelica pokazuje ka zadatku koji sledeći treba da se izvrši.

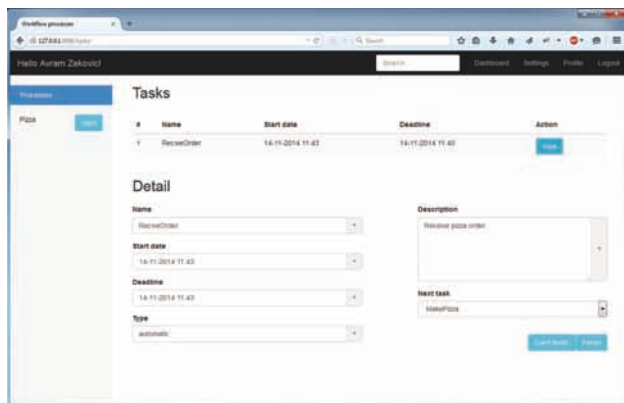
3.2. Interpreter

Interpreter toka poslovnog procesa opisanog pomoću aplikacije *Workflow editor* zamišljen je i realizovan kao web aplikacija. Za izradu navedene web aplikacije korišćen je *Django framework* za *back-end* razvoj i *Bootstrap framework* za *front-end* razvoj uz oslonac na *MySQL* bazu podataka.

Aplikacija se sastoji od početne strane, odnosno *Login* stranice pomoću koje se korisnik prijavljuje. Kreiranje korisnika se obavlja ručno pomoću admin konzole *Django framework*-a o čemu je već bilo reči.

Nakon logovanja korisnika pristupa se glavnoj stranici aplikacije koja omogućuje korisniku rad sa poslovnim procesima i izvršavanje započetih zadataka unutar procesa koji su dodeljeni njegovoj grupi.

Glavna (*Main*) stranica web aplikacije prikazana je na Slici 2.



Slika 2. Interpreter

U okviru interpretera predstavljenog kao web aplikacija, pokretanje procesa i izvršavanje zadataka, odnosno interpretacija poslovnog procesa, realizovana je semantičkom analizom modela poslovnog procesa pomoću *arpeggio* parsera.

Semantička analiza ulazne niske, odnosno modela opisanog gramatikom u ovom radu, vrši se pozivom metode *arpeggio* parsera *getASG()*. Semantičke akcije koje se pridružuju čvorovima modela kao rezultat daju objekte klase napisanih za potrebe interpretera. Krajnji rezultat metode *getASG()* je objekat klase koji opisuje poslovni proces sa svim potrebnim metodama koje se odnose na izvršavanje samog procesa.

Gramatičko pravilo *workflow* navedeno u odeljku 3.1. se sastoji od tri čvora ili podstabla, a to su: *role*, *task* i *description*. Rezultati semantičkih akcija pridruženih navedenim čvorovima takođe za rezultat imaju objekte definisane klasama shodno potrebama pri semantičkoj analizi. Na ovaj način iteracijom kroz sve podčvorove gramatičkog pravila *workflow* i proverom da li je neki od čvorova instanca određene klase dodeljujemo vrednosti objektu koji predstavlja rezultat semantičke akcije.

4. ZAKLJUČAK

Predmet ovog rada je implementacija jezika za opis toka poslova, njegova vizualizacija kao i interpretacija. Kao motivacija za pisanje rada su poslužili nedostaci nekih postojećih rešenja koji su bazirani na domen-specifičnim jezicima. Rad demonstrira jedan od načina na koji se može implementirati i realizovati postavljeni zadatak.

Na osnovu svega iznetog u radu, izvodi se zaključak da su domen-specifični jezici široko primenljivi. Zbog jednostavnosti svoje implementacije i lakoće učenja jezik se u ovom radu bazirao na tekstualnom DSL-u, koji je za razliku od grafičkih jednostavniji za implementaciju i dalji razvoj. Bitno je napomenuti da je sam DSL implementiran kao eksterni, zbog mogućnosti izbora alata za njegovu realizaciju.

Rad daje odgovore na koji način se može dizajnirati, implementirati i interpretirati poslovni proces: opisuje osnovne pojmove neophodne za dizajniranje i implementaciju poslovnih procesa kao i konkretne primere alata koji su korišćeni za izradu.

Pored toga, u nekoliko koraka, rad opisuje sam način dizajna i implementacije tekstualnog jezika za opis toka poslovnog procesa korišćenjem *Arpeggio* parsera, kao i implementaciju interpretera poslovnog procesa pomoću

Django framework-a. Na kraju rad daje konkretan primer funkcionalnosti.

Mogući dalji pravci razvoja:

- Proširenje mogućnosti postojećeg jezika za opis toka poslova ili eventualno prilagođavanje nekom užem krugu poslova;
- Kod automatskog definisanja načina obrađivanja poslova omogućiti definisanje šta je to što se poziva pri automatskoj obradi zadatka. Na primer, poziv neke procedure ili skripte koja je unapred definisana i koja će taj posao odraditi umesto korisnika;
- Omogućiti validaciju koraka, koju bi predstavljalo pravilo koje mora biti ispunjeno da bi se moglo preći na sledeći zadatak, odnosno posao. Na primer, ako korisnik kaže da je završio svoj posao ovo pravilo može da proveriti da li je stvarno posao završen.
- Upravljanje poslom u specijalom slučaju kada korisnik nije u mogućnosti da ga uradi. Ovo podrazumeva iskakanje iz normalnog toka poslovnog procesa i vraćanje u normalu;
- Unapređenje vizualizacije toka poslova uvođenjem organizacije aktivnosti i podelu poslova u različite vizuelne kategorije koje bi ilustrovale drugačiju funkcionalnost ili odgovornost. Zatim, uvođenje novih vrsta relacija kao na primer asocijacija pomoću koje bi mogli izvršiti asociranje sa određenim podacima ili tekstom u cilju prikaza i ulaza i izlaza poslova. Pored toga uvođenje određenih artefakata koji bi reprezentovali tekst ili podatke koji se asociraju, itd.
- Interpreter bi trebalo prilagoditi navedenim pravcima razvoja. Ukoliko se odluči za prilagođavanje jezika određenoj grupi poslova, prilagoditi interpreter učesnicima u toku poslova zavisno od vrste zadatka i ukoliko uslovi posla dozvoljavaju, izvršavanje posla direktno iz aplikacije odnosno interpretera.

5. LITERATURA

- [1] Spinellis D., *Notable design patterns for domain specific languages*, Journal of Systems and Software, February, 2010.
- [2] Miotto E., *On the integration of domain-specific and scientific bodies of knowledge in Model Driven Engineering*;
- [3] Dejanović I., Perišić B., Milosavljević G., *Arpeggio: Pacart Parser Interpreter*, FTN, Novi Sad;
- [4] <http://en.wikipedia.org>, Accessed 2015 April, May;
- [5] <https://docs.djangoproject.com>, Accessed 2015 May.

Kratka biografija:



Avram Zeković rođen je u Vrbasu 1988. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjene računarske nauke i informatika odbranio je 2015.god.

**DETEKCIJA I PRAĆENJE SPORIH OBJEKATA POMOĆU BESPILOTNE LETELICE
PARROT AR DRONE 2.0****DETECTION AND TRACKING OF SLOW MOVING OBJECTS USING PARROT AR
DRONE 2.0 UAV**

Nenad Nikolić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Rad se bavi prepoznavanjem i praćenjem sporih objekata u prostoru pomoću bespilotne letelice slabih performansi. Analizirani su različiti algoritmi prepoznavanja oblika, kao i algoritmi upravljanja primenljivi u ovom slučaju.

Abstract – The focus of this thesis is detecting and tracking slow moving objects using a low cost UAV. Different algorithms for object detection were analysed as were algorithms for controlling that were applicable for this scenario.

Ključne reči: Detekcija, praćenje, bespilotne letelice

1. UVOD

Mnoge savremene primene bespilotnih letelica podrazumevaju da letelica samostalno (delimično ili u potpunosti) određuje cilj kretanja. Primere nalazimo u problemima pretrage prostora, te u problemima praćenja odgovarajućeg cilja, odnosno mete. U ovom radu bavimo se problemom automatske detekcije i praćenja cilja pomoću bespilotne letelice slabih performansi i niskog cenovnog ranga. Bavimo se problemom izbora algoritama obrade i upravljanja koji su prihvatljivi u uslovima značajnog kašnjenja vizuelnog signala, čijom se obradom određuje relativni položaj cilja u prostoru.

Rad je organizovan na sledeći način:

U poglavlju 2 su objašnjeni i prikazani algoritmi

U poglavlju 3 je objašnjeno upravljanje letelice

U poglavlju 4 je objašnjena i prikazana aplikacija

2. ALGORITMI ZA DETEKCIJU

Detekciju možemo izvršiti uspešno na 2 načina, ako pratimo prost objekat tipa kuglice, njega možemo pratiti detekcionim algoritmom koji prvo filtrira sliku po boji našeg objekta od interesa pa zatim na osnovu morfoloških operacija detektuje poziciju željenog objekta, a ako pratimo složeniji objekat onda detekcijom po šablonu gde se slika analizira i traži geometrijska sličnost sa selektovanim šablonom po celoj površini slike i na osnovu toga detektuje položaj objekta.

2.1. DETEKCIJA PROSTIH OBJEKATA

Prilikom detekcije prostih predmeta tipa kuglice (pod pretpostavkom da je kuglica jednobojna) bitno je da prvo filtriramo sliku po nijansi našeg objekta kako bi u startu

eliminirali sve što nije iste boje, ovo najbolje izvodimo tako što iz selektovanog regiona na ekranu izvlačimo informaciju o minimalnim i maksimalnim vrednostima za ton(Hue) koji nam definiše boju objekta i saturaciju(Sat) koji nam govori koliki je intenzitet te boje.

Filtraciju po HSV parametrima koristimo umesto filtracije po RGB bojama jer daje veću preciznost pri određivanju boja[4]. Prilikom zadavanja minimalnih i maksimalnih vrednosti kod filtracije uvek zadajemo malo širi opseg od izmerenog kako bi detekcija obuhvatila i ivične delove objekta koji su promenili nijansu usled ovalnosti objekta. Posle filtracije po boji slika se podvrgava obradi koja briše objekte koji su sitniji od neke zadate vrednosti kako bismo uklonili eventualni šum ili sitne objekte iz okoline. Zatim vršimo popunjavanje rupa koje mogu nastati na sredini objekta pri filtraciji.

Sada je potrebno izvršiti niz morfoloških operacija koje sitne obližnje grupe piksela spaja u jednu veliku celinu, ravnjaju ulubljenja i zatvaraju dve obližnje celine u jednu. Potom brišemo sve objekte koji se graniče sa ivicama slike kako bi uklonili nešto od konstrukcije ili opreme koju dron nosi i nalazi se u kadru kamere. Na kraju preostale objekte filtriramo po „Honeywood Circularity“ faktoru [5] koji nam ostavlja samo objekte koji su ovalnog oblika i daje informacije o centru i prečniku svakog objekta koji je zadovoljio kriterijum ovalnosti.

2.2. DETEKCIJA SLOŽENIJH OBJEKATA

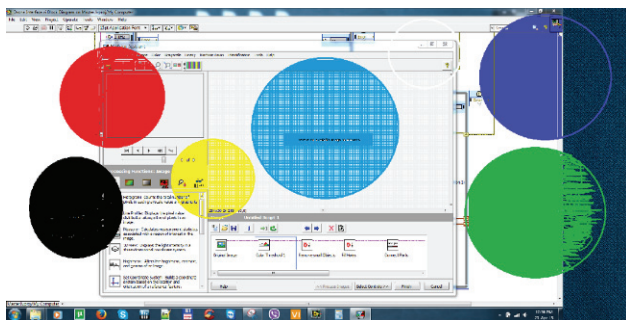
Prilikom praćenja objekata koji nisu prostog oblika kao kuglica, koristimo praćenje po geometrijskom poklapanju. Ovde se analizira celokupna površina slike i traže delovi koji imaju geometrijsko poklapanje sa šablonom koji je selektovan u kontrolnom softveru. Prilikom praćenja može doći do toga da usled promene osvetljenja detalji na objektu budu zasenčeni i samim tim taj objekat više ne odgovara šablonu pa gubimo detekciju. U tom slučaju je potrebno podesiti(smanjiti) parametar koji nam definiše prihvatljivost detekcije na osnovu nivoa poklapanja šablona i dela slike.

2.3. PRIKAZ RADA ALGORITAMA

Na slici broj 1 je prikazana probna(ulazna) slika koja je korišćena za testiranje algoritma koji prati proste kružne objekte. Na ovoj slici preovlađuju krugovi različitih boja sa različitim izobličenjima uz pomoć kojih testiramo efikasnost algoritma za prepoznavanje.

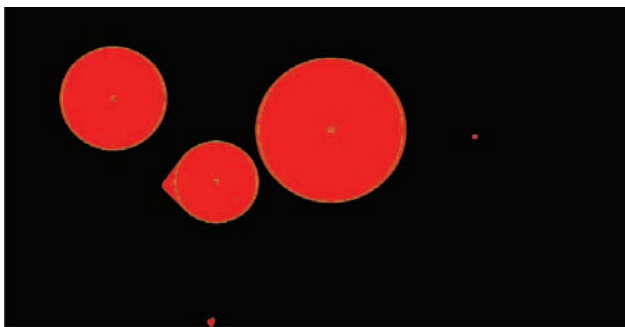
NAPOMENA:

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



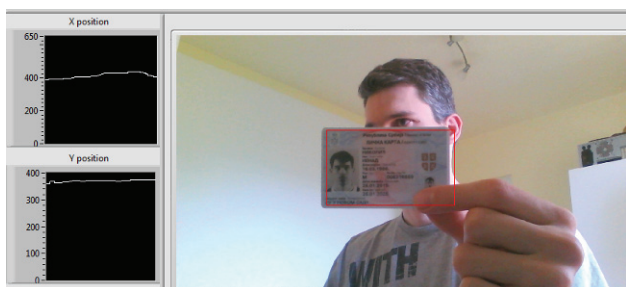
Slika 1. Probna slika desktopa

Na slici 2 je prikazan izlaz iz filtra što predstavlja našu detekciju koju prikazujemo u zasebnom prozoru. Na ovoj slici vidimo da kada zadamo širi spektar boja algoritam ispravno filtrira boje pa propušta crvenu plavu i žutu boju ali ne zelenu, ljubičasti i crnu. Pored toga on ispravno i rekonstruše eventualne rupe ili smetnje na slici nastale usled bežične konekcije letelice i softvera ili smetnje na kameri. Svaki detektovani krug ima iscrtan svoj centar u sredini koji predstavlja koordinate objekta u prostoru.



Slika 2. Rezultat detekcionog algoritma

Slika 3 nam prikazuje detekciju složenijih objekata kao što je npr. lična karta. Kada koristimo ovaj tip detekcije, za detektovani objekat ne koristimo zaseban prozor već se na postojećem prozoru za video prenos detektovani objekat uokviruje crvenim kvadratom.



Slika 3. Detekcija složenijih objekata po šablonu

3. UPRAVLJANJE

Nakon uspešne detekcije objekta, pozicija objekta se može zadati kao cilj bespolotnoj letelici. S obzirom da ne postoji apsolutno merenje pozicije niti letelice, niti objekta, cilj upravljanja je da se letelica i objekat dovedu u željeni relativni položaj. U okviru ovog rada ograničili smo se na slučaj u kome letelica nastoji da održi objekat u središtu svog „vidnog polja“.

S obzirom da nismo imali pristup firmware-u letelice, upravljački algoritam je implementiran eksterno, na nemenski pisanoj PC aplikaciji implementiranoj u programskom okruženju LabVIEW.

Komunikacija sa samim dronom vršena je bežično. U procesu komunikacije PC aplikacija šalje dronu osnovne komande, odnosno komponente upravljanja po osama obrtanja (Roll), zakretanja (Yaw) i propinjanja (Pitch), dok dron PC aplikaciji šalje sliku i druge senzorne i dijagnostičke informacije prikazane na slici 4.

Propinjanje, Zakretanje, Obrtanje, Vert. Ubrzanje



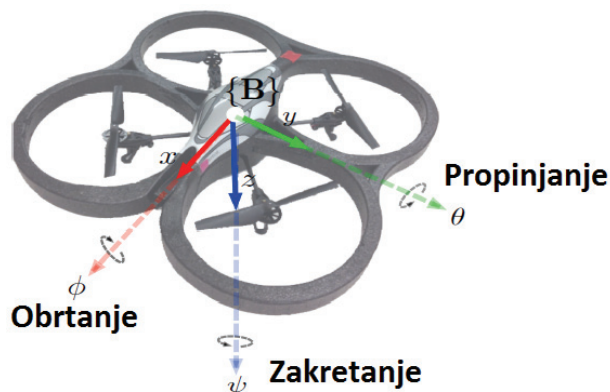
Slika, Stanje Baterije, Visina, Orijentacija, Brzina

Slika 4. Tok podataka između bespilotne letelice i računara

S obzirom da PC platforma nije pogodna za rad u realnom vremenu, koji je zahtevan u većini upravljačkih primena, sama PC aplikacija je implementirana višenitno, tako da se zadaci različite klase prioriteta međusobno razdvoje, te da se obezbedi nesmetan i pravilan rad.

U kontrolnoj petlji aplikacije koja je zadužena za kretanje drona vršimo upravljanje na osnovu položaja objekta i možemo koristiti oba algoritma za detekciju bilo na prednjoj ili donjoj kameri. Uglavnom se na donjoj kameri sa manjom rezolucijom (u slučaju našeg drona) koristi algoritam za praćenje po šablonu za navođeno sletanje.

Bespilotna letelica se kreće u prostoru tako što upravljamo njenim kretanjem i zakretanjem po osama koje su prikazane na slici broj 5.



Slika 5. Kretanje letelice u prostoru

Obrtanje nam predstavlja bočno transliranje letelice, zakretanje horizontalnu rotaciju iliti obrtanje oko Z-ose i propinjanje kretanje letelice napred-nazad.

Regulisanje svakog od parametara odgovornih za kretanje drona smo realizovali pomoću PID-ova.

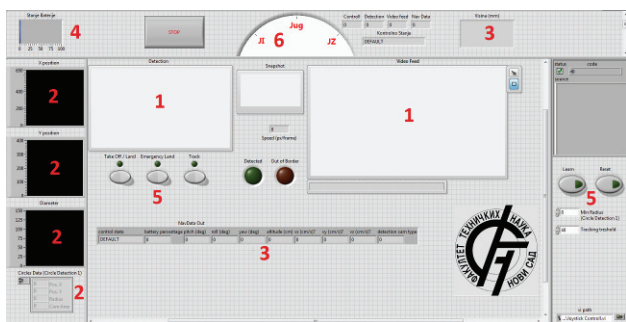
Kada se objekat detektuje pomoću algoritma za detekciju prostih objekata sa prednje kamere, od vrednosti njegovog centra oduzimamo polovinu vrednosti dužine i širine slike za vrednosti X i Y koordinata kako bi postavili negativan offset za detektovani objekat sve dok se on ne nađe na sredini slike, kada mu vrednosti X i Y imaju vrednost 0. Ovo je bitno i korisno u isto vreme za lakše podešavanje set pointova PID-a kao i lakše određivanje na koj deo ekrana želimo da centriramo objekat koji pratimo.

Zatim se vrednosti ovakvih X i Y koordinata prosleđuju kao merene vrednosti PID-ovima koji na osnovu njih vrše regulaciju upravljačkih parametara drona. Na osnovu X koordinate regulišemo obrtanje i zakretanje kako bi se dron u isto vreme i translirao po horizontalnoj i rotirao po svojoj vertikalnoj, s'tim što za zakretanje moramo dodatno da negiramo vrednost kako bi se dron okretao u smeru kretanja objekta. Na osnovu Y koordinate regulišemo visinu drona i ovde nama nikakvih dodatnih podešavanja, jednostavno na osnovu toga da li se objekat nalazi na sredini ili ne vršimo upravljanje da li treba povećati visnu drona ili smanjiti kako bi se objekat našao na sredini. Na osnovu prečnika detektovanog objekta vršimo regulaciju propinjanja kojim upravljamo kretanje drona napred-nazad kako bi postigli željeni prečnik pri detekciji tj. blizinu sa dronom.

Kada koristimo detekciju po šablonu na donjoj kameri na osnovu X koordinate regulišemo obrtanje, na osnovu Y koordinate regulišemo propinjanje, a na osnovu rotacije objekta regulišemo zakretanje i dron samim tim uvek nadleće željenu metu ili objekat i samim tim je uvek spreman da sleti na tačno određeno mesto ili spusti nešto što nam je potrebno.

4. APLIKACIJA

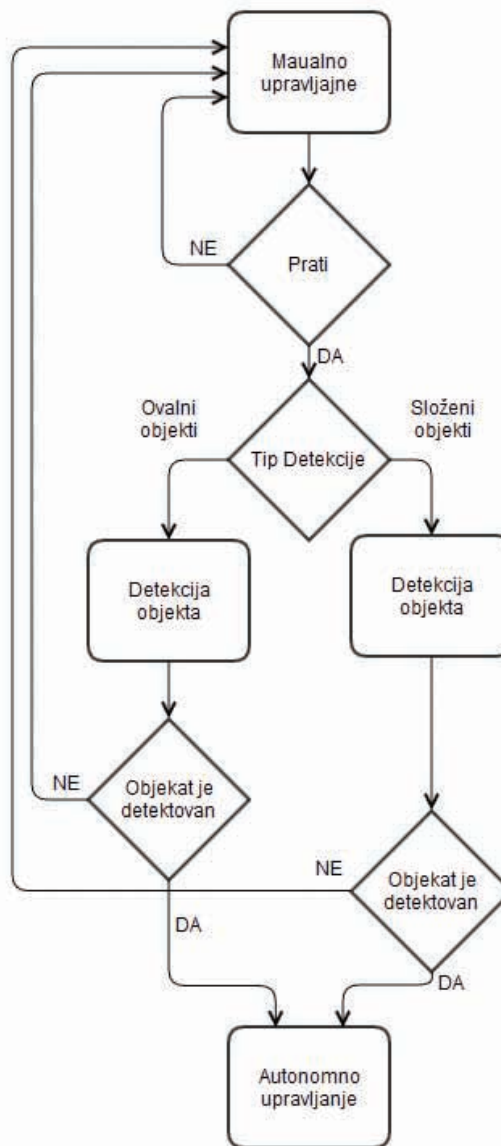
Aplikacija je tako osmišljena da nam uvek pruža prikaz trenutnog video prenosa, detektovani objekat, njegove koordinate kako numerički tako i grafički, signalnu indicaciju da li je objekat detektovan ili je izašao van kadra, stanje baterije, visinu i stranu sveta na koju je dron okrenut. Radno okruženje aplikacije je prikazano na slici broj 6.



Slika 6. Radno okruženje aplikacije

Aplikacija koja je razvijena se sastoji od 2 video nadzorna prozora (1) gde možemo uvek pratiti trenutni video prenos(desno) i detektovani objekat(levo), pored navedenog aplikacija poseduje i prikaz trenutnih vrednosti koordinata i prečnika detektovanog objekta (2) koji se ispisuju i iscrtavaju kako bismo mogli da pratimo tok tih vrednosti u vremenu ako nam je potrebno. Trenutne vrednosti parametara drona kao što su obrtanje, propinjanje, zakretanje, visina, brzine po X,Y i Z koordinati (3) ispisujemo samo numerički jer za naše potrebe nije bilo neophodno da ih grafički iscrtavamo. Stanje baterije (4) je prikazano u gornjem levom uglu kao animirana ikonica koja menja svoju ispunjenost u zavisnosti od stanja baterije. Kontrolne tastere (5) smo pozicionirali tako da nam budu pri ruci u zavisnosti od regiona radnog okruženja u kome se nalazimo i koje operacije izvršavamo. Kompas (6) koji nam prikazuje na koju stranu sveta je dron okrenut se nalazi na samom vrhu aplikacije blizu prozora za video prenos i detekciju kako operater ne bi skretao pažnju sa video prenosa.

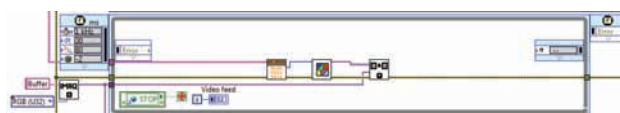
Blok dijagram koji opisuje protokol praćenja objekta prikazan je na slici 7.



Slika 7. Blok dijagram praćenja

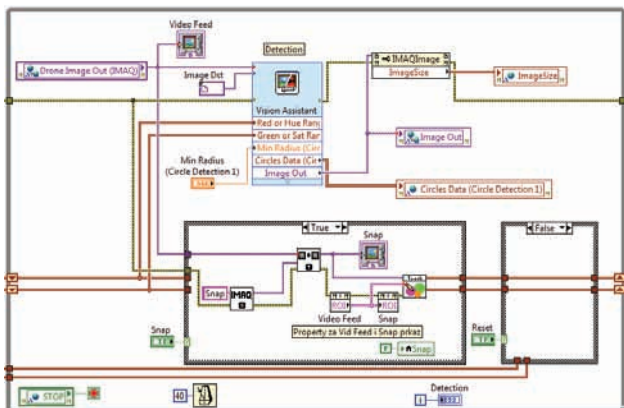
Kako bi inicirali praćenje objekta od interesa potrebno je da prvo selektujemo željeni objekat na prozoru za video prenos sa drona, i stisnemo taster „Nauči“ kako bi taj deo slike algoritam za praćenje iskoristio za obuku. Zatim aktiviramo mod za praćenje pritiskom na taster „Prati“ i od ovog trenutka dron autonomno prati selektovani objekat po već opisanom protokolu sve dok se detekcija ne prekine od strane operatera ili ne dođe do gubitka detekcije iz nekog drugog razloga.

Prvo je potrebno da sliku sa drona učitamo i iskopiramo u zasebnu memorijsku lokaciju za dodatnu obradu, što se radi u petlji za video prenos koja je prikazana na slici broj 8.



Slika 8. Petlja za video prenos

Zatim sliku propuštamo kroz prethodno opisani filter u slučaju detekcije prostih objekata. Ovde Vision Assistant propušta sliku kroz niz filtara i morfoloških obrada i daje nam izlaznu sliku na kojoj je prikazan detektovani objekat. Petlja je prikazana na slici broj 9.

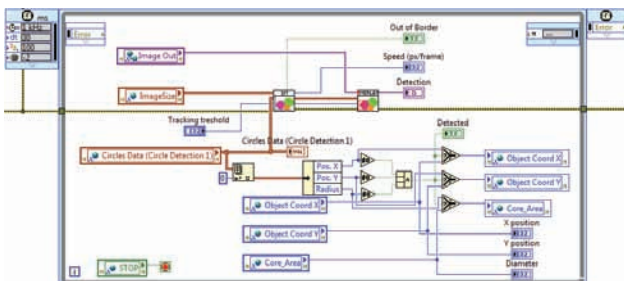


Slika 9. Petlja za detekciju prostih objekata

Kada se obavi detekcija i dobijemo podatke o koordinatama i prečniku svakog objekta potrebno je izvršiti praćenje parametara tih objekata kao što je brzina kretanja i njihovo iscertavanje na slici za prikaz detekcije.

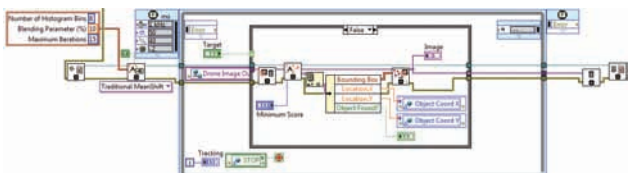
Pored toga potrebno nam je i signaliziranje da je objekat izašao van kadra naše kamere kako bi znali kada smo izgubili detekciju kao i održavanje vrednosti zadnje detekcije objekata u slučaju da dron na trenutke izgubi praćeni objekat.

Sve to je realizovano u zasebnoj petlji prikazanoj na slici 10 kako bi ubrzali iscertavanje objekata i precizniju detekciju kretanja.



Slika 10. Petlja za praćenje i signalizaciju

Kada koristimo detekciju po šablonu slika se obrađuje u zasebnoj petlji prikazanoj na slici 11.



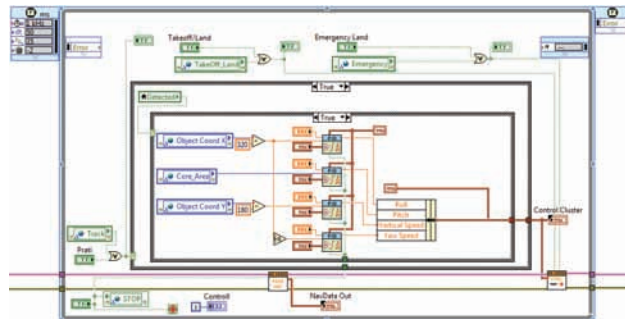
Slika 11. Petlja za šablonsku detekciju objekata

U ovoj petlji se slika ne modifikuje da bude crno crvene boje, već se detektovani objekat uokviruje kvadratom crvene boje na slici za prenos videa. Ovime dobijamo dodatno odzivniji sistem jer se obrađuje samo jedan prikaz a ne dva.

Parametar „Minimalno Poklapanje“ koristimo da odredimo koliku tačnost želimo u detekciji objekta na

slici u poređenju sa zadatim šablonom. Vrednost ovog parametra se kreće od 0 do 1000, gde je 1000 apsolutno poklapanje.

Kada pomoću bilo koja od dva navedena algoritma dobijemo koordinate objekta njih prosleđujemo u kontrolnu petlju gde vršimo svu regulaciju i upravljanje dronom. Realizacija kontrolne petlje je prikazana na slici 12.



Slika 12. Kontrolna petlja

U ovoj petlji PID-ovima regulišemo kontrolne parametre drona i na osnovu toga da li je objekat detektovan ili ne biramo šta prosleđujemo za ulaze merenih vrednosti PID-a ili prebacujemo u ručni režim.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu ovih činjenica možemo da zaključimo da je za uspešno detektovanje i praćenje objekta od interesa potrebna oprema koja nam daje dovoljno precizne podatke da možemo da realizujemo uspešnu detekciju čak i u lošim okolnostima kao i opremu koja je dovoljno stabilna da sama po sebi ne stvara smetnje u sistemu. Ponekada je dolazilo do toga da kamera koju smo koristili daje sliku čije boje dosta osciluju po intenzitetu u zavisnosti od osvetljenja, slika kasni, ili da sam dron dosta vibrira prilikom stacionarnog letenja pa samim tim dolazi do loše početne detekcije objekta koji se nalazi ispred njega.

Sve u svemu za svaki cenovni rang postoji odgovarajuća oprema i shodno tome postoji oprema za profesionalnu i amatersku primenu, naš dron nije bio profesionalne kategorije ali je za početne analize u domenu praćenja objekata od interesa pružio zadovoljavajuće rezultate.

6. LITERATURA

- [1] Milan R. Rapačić, Zoran D. Jeličić, „Projektovanje linearnih regulatora i estimatora u prostoru stanja“, FTN Izdavaštvo Novi Sad, U-46582, 2014.
- [2] NI Forum: www.forums.ni.com
- [3] Sajt „LabVIEW Hacker“:
https://labviewhacker.com/doku.php?id=libraries:lvh_ardrone:lvh_ardrone
- [4] Igor Karlović, Čedomir Pešterac, „Reprodukcija Tehnika“, Skripta sa predavanja GRID FTN 2014
- [5] <http://www.classifynder.com/index.php?q=content/max-heywood-circularity-factor>

7. Kratka biografija

Nenad Nikolić rođen je u Zaječaru 1986. god. Master rad na Fakultetu Tehničkih Nauka iz Računarstva i Automatike - Automatizacija i Upravljanje Sistemima je odbranio 2015. god.

KVALITET U KOMBINOVANOM TRANSPORTU**QUALITY IN COMBINED TRANSPORT**

Jelena Mijailović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj: Rad predstavlja sintezu pregleda teorijskih osnova intermodalnog transporta i primene koncepta kvaliteta u intermodalnom transportu. Cilj rada je prikazivanje teorijskih postavki kvaliteta u kombinovanom transportu, kao i načina poboljšanja kvaliteta zasnovanih na uključivanju kombinovanog transporta u integrisane lance snabdevanja. Na taj način, rad pruža dobru podlogu za buduće planove razvoja sistema kombinovanog transporta u Srbiji, koji moraju voditi računa o svim elementima kvaliteta buduće transportne usluge.

Abstract – This paper represents synthesis of reviews of the theoretical basis of intermodal transport and use of concepts of quality in intermodal transportation. The aim of this paper is to show the theoretical base of quality in combined transport, as well as ways to improve that quality based on inclusion of combined transport into integrated supply chains. Thereby, this paper offers a good background for the future development projects of the system of combined transport in Serbia, which must take into account all the elements of the quality of the future transportation services.

Ključne reči – Kombinovani transport, kvalitet, logističke usluge.

1. UVOD

Transport predstavlja osnovnu kariku savremene svetske privrede. Intermodalni ili kombinovani transport se javio kao prirodni odgovor na povećane zahteve za transportom robe i ljudi. Sisteme kombinovanog transporta karakteriše posebna tehnička baza, a sve tehnologije kombinovanog transporta podrazumevaju prevoz kompletnih tovarno-manipulativnih, odnosno transportnih jedinica, sredstvima najmanje dva vida transporta, bez promene transportnog suda. Planiranje i razvoj novih tehnologija transportnog procesa zasniva se, prvenstveno, na unapređenju sistema kvaliteta. Pojam kvaliteta transportne usluge je vrlo složen i njegova se suština ne može shvatiti ukoliko se ne posmatra i utvrđuje svaka transportna usluga pojedinačno.

Upravo u ovom radu, izvršena je analiza osnovnih teorijskih postavki kombinovanog transporta i analiza koncepta kvaliteta u transportu, na osnovu čega je definisan koncept kvaliteta u kombinovanom transportu.

2. OSNOVNE TEORIJSKE POSTAVKE KOMBINOVANOG TRANSPORTA

Termin kombinovani transport se najčešće koristi kao sinonim terminima intermodalni ili multimodalni transport. Suština koncepta transportne tehnologije, bez obzira koji od ova tri termina koristili, jeste kombinovanje više različitih klasičnih vidova transporta na način koji će obezbeđivati integralnost transportnog procesa, a koji se bazira na korišćenju standardizovanih tovarno-manipulativnih jedinica. Cilj ovako organizovanog transporta nije samo smanjenje troškova i ubrzanje transporta, već i racionalno i pojednostavljeno organizovanje transportnog ciklusa na celom prevoznom putu, od pošiljaoca do primaoca robe. Karakteristike kombinovanog transporta su:

- roba se prevozi u standardizovanoj tovarnoj jedinici, kao što su kontejneri, izmenjivi transportni sudovi (izmenjivi kamionski sanduci), pojedini delovi drumskih vozila (drumska prikolica), kompletna drumska teretna vozila,
- u njemu učestvuju najmanje dve saobraćajne grane,
- pretovar se vrši uz pomoć savremene pretovarne mehanizacije,
- neprekidan niz prevoznih operacija,
- veći deo prevoznog puta se odvija železnicom, morem ili unutrašnjim plovnim putevima,
- što kraće relacije pri dopremi/otpremi drumskim transportom od terminala do korisnika.

Slobodan transport robe jeste jedno od osnovnih načela Evropske unije. Robni transport ima snažan trend rasta u Evropi, pri čemu drumski transport participira sa najvećim procentom učešća u transportu dobara. Međutim, velika zastupljenost drumskog transporta dovodi do niza negativnih posledica po energetske efikasnost, odnosno održivi razvoj, kao i za čovekovu životnu sredinu. Iz tog razloga, Evropska Unija teži ka unapređenju kombinovanog (intermodalnog) transporta. Naša država ne spada u grupu zemalja sa razvijenim intermodalnim transportom. Geografski položaj naše zemlje je povoljan u odnosu na evropske koridore, ali nažalost prednost izrazito povoljnog geografskog položaja do sada nije imala nikakvog uticaja na razvoj intermodalnog transporta u Republici Srbiji. Da bi intermodalni transport bio konkurentan pored podrške države potrebno je unaprediti tehničko-tehnološke precese na graničnim prelazima i terminalima, železničku infrastrukturu i stimulisati drumske prevoznike koji obavljaju početno/završne operacije u intermodalnom transportnom lancu, odnosno transport do/od terminala.

NAPOMENA:

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

3. POJAM KVALITETA

Sa povećanjem specijalizacije i podele rada došlo je do razvoja masovne proizvodnje, i do povećanja potrebe za formalnom kontrolom kvaliteta proizvoda. Reč kvalitet potiče od latinske reči “*qualitas*“ koja označava da nešto ima dobra svojstva, osobine ili vrednosti. Čovek koji je dao važan doprinos u evoluciji upravljanja kvalitetom bio je *Frederic Teylor*. Kontrolisanje se smatra za prvu fazu u evoluciji upravljanja kvalitetom. Druga faza u evoluciji upravljanja kvalitetom naziva se kontrola kvaliteta. Glavna razlika u odnosu na fazu kontrolisanja je što je fokus na otkrivanju i eliminisanju uzroka nastajanja problema kvaliteta. Treća faza u evoluciji upravljanja kvalitetom naziva se obezbeđenje kvaliteta. To podrazumeva usaglašenost, ne samo u sferi proizvodnje, već i tokom projektovanja/razvoja, ugradnje i servisiranja kao i ocenjivanje i proveru funkcionisanja sistema kvaliteta (uključujući dokumentaciju).

Kvalitet je planetarni i društveni fenomen današnjice. Novi koncept kvaliteta predstavlja novu filozofiju poslovanja i življenja, koja omogućuje dugoročan opstanak i razvoj. Planiranje i razvoj, između ostalih, i novih tehnologija transportnog procesa zasniva se, prvenstveno, na unapređenju sistema kvaliteta.

Sistem kvaliteta treba da osigura maksimalno iskorišćenje raspoloživih resursa, istovremeno objedinjujući definisane procedure, analize i unapređenja postojećih, kao i razvoj novih tehnologija transportnih procesa, njihovo planiranje i projektovanje u koje je implementiran sistem kvaliteta prema principima obuhvaćenih standardizacijom i logističkim načelima. Transportna preduzeća su prisiljena da uvedu sisteme kvaliteta i da stvaraju tržišne uslove u kojima svako traži od svog dobavljača da ima uspostavljen sistem kvaliteta. Bez ovog sistema, transportna preduzeća nemaju alternativu za opstanak na transportnom tržištu.

4. POKAZATELJI KVALITETA U LOGISTICI

4.1. Kvalitet logističkih usluga

Kvalitet logističke usluge predstavlja izuzetno značajno sredstvo za zadovoljenje kvalitativnih tržišnih zahteva i očekivanja klijenta. Od očekivanja klijenata i stepena zadovoljenja njegovih zahteva, direktno zavisi tržišni uspeh davaoca logističke usluge i proizvoda koji je bio predmet logističke usluge. Definisanje kvaliteta logističke usluge bazira na sledećim činjenicama:

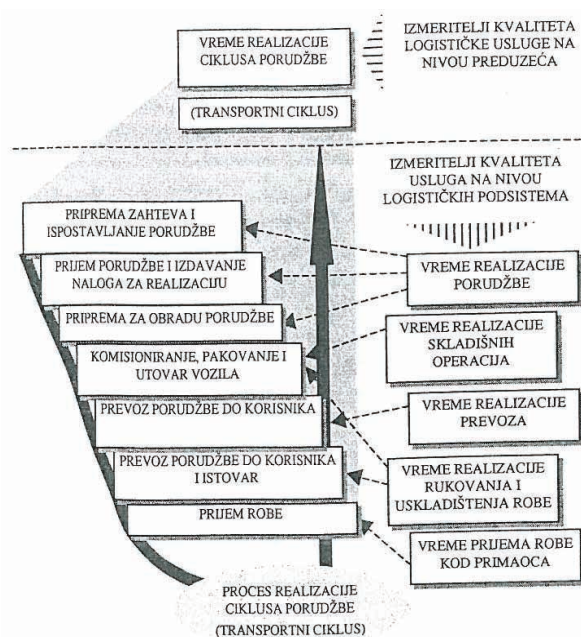
- klijenti zahtevaju i očekuju kompletnu i kvalitetnu logističku uslugu,
- kompletna logistička usluga je najčešće kompleksan skup međuzavisnih parcijalnih logističkih usluga,
- proizvodnja/pružanje logističkih usluga realizuje se pomoću uređenog i koordiniranog niza uzastopnih, vremenski sinhronizovanih logističkih procesa i aktivnosti,
- u proizvodnji/pružanju logističkih usluga učestvuje veći broj davaoca logističkih usluga,

- logistički procesi proizvodnje/pružanja usluga realizuju se na različitim prostorima i tržištima odnosno u različitim tržišnim okruženjima.

Značajni faktori uspeha preduzeća i, na taj način, polazna pretpostavka za ostvarivanje konkurentске prednosti su: niži logistički troškovi, kraće vreme protoka i odgovarajuće prednosti u kvalitetu.

4.2. Izmeritelji kvaliteta logističke usluge

Pri utvrđivanju izmeritelja kvaliteta usluge mora se postupati obazrivo jer se ova veličina može određivati kako na nivou logističkih podistema (porudžbe, pakovanja, skladišnog i transportnog) tako i na nivou sistema kao celine (slika 1).



Slika 1. Hijerarhijski odnosi izmeritelja logističkih performansi na različitim nivoima logističkog sistema u transportnom procesu (lancu)

Važan vremenski faktor u svakoj logističkoj usluzi je period koji prođe od trenutka kada se manifestuje potražnja do trenutka dostave. Logistička usluga mora da bude u stanju da omogući dostave u traženo vreme. Usluga se ne sastoji samo od prostog prebacivanja robe, već se takođe mora uračunati vreme za pripremu robe za slanje, što uključuje operacije kao što su prikupljanje i sređivanje porudžbina, dokumentacija i pakovanje, utovar i istovar tereta u kamion ili drugu utovarnu jedinicu kao i sam prevoz. Logistička usluga se može smatrati pouzdanom ako se roba prikuplja i dostavlja u dogovoreno vreme (tačnost) i ako stiže u dobrom stanju (bezbednost i sigurnost). Slaba pouzdanost može da dovede do nedostatka resursa, što utiče na proces proizvodnje i ima trenutni uticaj na lanac snabdevanja. Fleksibilne logističke usluge su usluge koje su sposobne da se izbore sa nepredvidivim kolebanjima koja se javljaju u različitim okolnostima.

5. KVALITET U KOMBINOVANOM TRANSPORTU

Tradicionalno „takmičenje“ između različitih vidova transporta ima za posledicu saobraćajni sistem koji je segmentiran-podeljen i neintegrisan. Svaki od vidova transporta nastoji da iskoristi sopstvene prednosti u kategorijama troškova, usluga, pouzdanosti i sigurnosti, a često u suprotnosti sa njegovim eksploataciono tehničkim odlikama. Integracija saobraćaja u jedinstveni funkcionalan sistem, nova načela podele rada između saobraćajnih sredstava i nastojanja da različita sredstva razvijaju međusobnu saradnju u jedinstvenom prevoznom toku od polazne do završne tačke putovanja teretom, putnika i poruka, doveli su do krupnih promena u stavovima prema nekim delovima prevoznog procesa i u tehničkim sredstvima neophodnim za realizaciju ovih procesa. Zajednička osnova svih ovih stavova i tehničkih rešenja jeste omogućavanje što lakše promene prevoznog sredstva odnosno što lakši prelazak sa jedne na drugu vrstu prevoznih puteva. U robnom transportu, to znači olakšavanje pretovara. Utovar i istovar sastavni su delovi prevoznog procesa od kad on postoji. Integrirani saobraćajni sistem podrazumeva iskorišćenje prednosti svih vidova transporta u toku transportnog lanca konceptom intermodalnosti, odnosno intermodalnog (kombinovanog) transporta.

5.1. Vreme i tačnost kao parametri kvaliteta u kombinovanom transportu

Transportno vreme je period koji ostaje posle oduzimanja vremena potrebnog za druge logističke aktivnosti. Ključno transportno vreme je ili vreme od vrata do vrata ili od skladišta do vrata, zavisno od logističkog koncepta. Tačnost u transportnom procesu zavisi od velikog broja faktora. Što je složeniji oblik transportne usluge, veći je rizik kašnjenja i više ograničenja utiče na transport. Jedan od uzroka za brigu oko tačnosti je ograničenje infrastrukturnih kapaciteta koji dovode do zastoja.

To je najočiglednije u drumskom saobraćaju, posebno u regijama sa gustim saobraćajem. Infrastrukturna ograničenja mogu biti prevaziđena proširenjem kapaciteta, tj. novom izgradnjom ili boljim menadžmentom. Drugi tip rizika odnosi se na proces dugog transporta, koji je više izložen poremećajima. To je slučaj sa transportom na velikoj udaljenosti i sa lancima intermodalnog transporta sa velikim brojem faza i operacija. Rizik od kašnjenja povećava i broj učesnika uključenih u transportnu uslugu. To u svakom slučaju dovodi do nepravilnih izvedbi ili lošeg funkcionisanja. Za besprekornu izvedbu jedne uobičajene usluge potrebno je da se unapred izvrše pripreme i da se razmene potrebne informacije tokom transportnog procesa kako bi se određene smetnje mogle naslutiti. Što više učesnika više je prostora za nepravilnosti u tim pripremama i u komunikaciji između učesnika.

5.2. Sigurnost i bezbednost u kombinovanom transportu

Siguran i bezbedan transport sprečava gubitak vrednosti i štetu na tovaru i transportnim jedinicama. Neki od primera potencijalnih opasnosti su:

- šteta na tovaru prouzrokovana vibracijama prilikom transporta ili pretovara;
- šteta prouzrokovana greškama prilikom utovara, istovara ili pretovara;
- šteta nastala zbog neodgovarajućeg pakovanja;
- smanjenje vrednosti u slučaju lako kvarljive robe, kada je vreme transporta predugo;
- štete na tovarnim jedinicama, itd.

Zbog opšteg interesa za sigurnost postoje mnogi propisi i stroge odredbe o pravilima upravljanja, tehničkom stanju opreme, kvalifikacijama kadra i uslovima rada, kao što su časovi vožnje. Povrh svega, pošiljaoci i prevoznici mnogo čine da povećaju bezbednost i na dobrovoljnoj bazi. Bezbednost i sigurnost podrazumeva zahteve kvaliteta, ali većina provajdera transportnih usluga imaju takođe osiguranje od rizika preko osiguravajućih ugovora. Visoki rizici i teški ishodi incidenata biće odmah odraženi na cenu osiguranja.

5.3. Fleksibilnost kombinovanog transporta

Ukupno vreme isporuke je sve više pod pritiskom i tokovi roba korisnika postaju manje predvidljivi što čini logističku fleksibilnost sve značajnijom. Provajderi logističkih usluga i prevoznici moraju uticati na povećanje fleksibilnosti lanca snabdevanja. Fleksibilno reagovanje na fluktuacije u zahtevima može se postići korišćenjem:

- rezervnih kapaciteta u transportnim uslugama i logističkim sredstvima (transportna oprema, tovarne jedinice, mogućnosti skladištenja) za vršenje isporuke sa takvim fluktuacijama;
- usluga visoke učestalosti koje smanjuju vreme odgovora i dopuštaju promenu prioriteta robe;
- raznih alternativa trasiranja posredstvom pristupa mrežama transportnih usluga, uključujući i alternative drugih vidova transporta.

Svaki od ovih koraka za poboljšanje fleksibilnosti može biti postignut investiranjem u rezervne kapacitete, iznajmljivanjem ili omogućavanjem pristupa uslugama prema trećim licima. Upravljanje transportnim sredstvima, podržano sistemima pravovremenog informisanja o njihovoj lokaciji i statusu (na primer puno, prazno, čisto) može povećati dostupnost i fleksibilnost.

6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

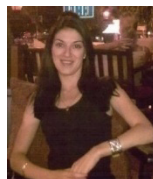
Integracija različitih vidova transporta predstavlja suštinu kombinovanog transporta, kao osnovne transportne tehnologije za dalji razvoj savremene svetske privrede. Cilj svakog transporta jeste zadovoljenje potreba korisnika uz poštovanje međunarodnih propisanih normi i standarda. Zahtevi korisnika transportne usluge očekuju da se kvalitetom dobijenim uslugama ispuni elementarni uslov tj. očuvanje nepromenjene upotrebne vrednosti robe u procesu transporta i zadovoljenje specifičnih zahteva kao što su sigurnost, brzina i cena transporta.

Zato se planiranje i razvoj novih tehnologija realizacije transportnog procesa, zasniva na unapređenju sistema kvaliteta saglasno principima standardizacije. U svetu se intenzivno radi na realizaciji značajnih projekata na području standardizacije i uvođenju sistema kvaliteta u transportu, koji će u većoj meri povećati i kvalitet rada i kvalitet usluga. Da bi projektovane tehnologije kombinovanog transporta bile ekonomski opravdane i kompetitivne drumskom transportu, neophodno je od same faze projektovanja voditi računa o elementima kvaliteta buduće transportne usluge. U tom kontekstu, ovaj rad pruža dobre teorijske osnove i dobru podlogu budućih planova razvoja kombinovanog transporta u Srbiji.

7. LITERATURA

- [1] <http://www.pfri.uniri.hr/knjiznica/NG-dipl.LMPP/181-2013.pdf>
- [2] Mirčetić D., Master rad: "Modelovanje logističkih procesa u drumsko-željezničkom kontenerskom terminalu primjenom iGrafx programa", Novi Sad, 2011
- [3] http://www.putevi-srbije.rs/strategijapdf/Strategijatransport_lat.pdf
- [4] <http://www.singipedia.singidunum.ac.rs/content/1963>
- [5] <http://www.scribd.com/doc/148830158/Novi-Zahtjevi-Kvaliteta-u-Transportu#scribd>
- [6] Risto A. Perišić, "Sistem kvaliteta usluga logistika i informatika", Beograd, 2002
- [7] <http://www.Kvalitet-logistickih-usluga-i-poslovnajizvrsnost-CQM>
- [8] Vrenken, H., Macharis, C., Wolters, P, "Intermodal Transport in Europe", European intermodal association (EIA), 2005.
- [9] <http://sr.wikipedia.org/sr-Intermodalni-transport>

Kratka biografija:



Jelena Mijailović rođena je u Užicu 1985. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja - Integralni transport odbranila je 2015. godine.

ТЕХНИЧКИ АСПЕКТ И ЕФЕКТИ ПРИМЕНЕ СИСТЕМА У ВОЗИЛУ ЗА ПРИЛАГОЂАВАЊЕ БРЗИНЕ У САОБРАЋАЈУ**TECHNICAL ASPECTS AND EFFECTS OF THE IN-VEHICLES SYSTEMS FOR TRAFFIC SPEED ADAPTATION**

Никола Росић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Један од главних проблема у безбедности друског саобраћаја јесте релативно схватање безбедне брзине од стране возача, које за последицу има честа прекорачења законски ограничене брзине кретања и повећање ризика настанка саобраћајне незгоде. У овом раду су представљени неки од система у возилима који могу помоћи возачима у контроли брзине возила и анализирани су њихови ефекти на безбедност саобраћаја и животну средину.

Abstract – One of the major problems in road safety is relatively understanding of safe speed by the drivers, resulting in frequent overruns legally restricted speed and increase the risk of traffic accidents. This paper presents some of the in-vehicles systems that can help drivers to control vehicle speed and analyze of their effects on road safety and the environment.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, брзина, интелигентна адаптација брзине.

1. УВОД

Број и тежина саобраћајних незгода се повећава са повећањем брзине. Са повећањем брзине смањује се време које потребно учесницима у саобраћају да обраде релевантне информације из околине и донесу одлуку дали ће и како реаговати.

Мерењем брзине којима се возила крећу и каснијим интервјуисањем возача тих возила, многе студије показале су јаку повезаност између брзине којом се возачи крећу и њихових индивидуалних карактеристика као што су узраст, пређени километри, став према брзини и препознавање безбедне брзине, учествовање у незгодама, тип и годиште возила којим управљају као и сврхе путовања и броја сапутника у возилу.

Управљањем брзинама може се утицати на предвидљивост у понашању учесника на путу и тако смањити могућност настанка грешака од стране учесника у саобраћају. Предмет рада су мере које могу помоћи у управљању брзинама на путевима, а циљ је представљање уређаја у возилима који помажу возачу у одржавању брзине возила у законским оквирима.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр. проф.

2. СИСТЕМИ ЗА ПРИЛАГОЂАВАЊЕ БРЗИНЕ ВОЗИЛА У САОБРАЋАЈУ

Један од начина за решавање пребрзе вожње је да се систем друског транспорта учини интелигентнијим имплементацијом интелигентних транспортних система (Intelligent Transport Systems (ITS)). Системи ITS-а који се користе у друским возилима како би помогли возачу да управља возилом називају се напредни системи асистенције возачу (Advanced Driver Assistance Systems (ADAS)). Различити системи се користе у возилима како би помогли возачу да одржава брзину возила или да не прекорачи ограничење брзине. Најзаспутљенији такви системи су Активна контрола кретања (ACC) и Интелигентна адаптација брзине (ISA).

Активна контрола кретања (Active Cruise Control (ACC)) је напредни систем за одржавање брзине возила тако да би се обезбедило довољно простора између возила у колони. ACC је сличан темпомату у одржавању унапред задате брзине, стим што ACC може аутоматски подесити брзину како би се одржала одговарајућа удаљеност од возила испред у истој траци. То се постиже помоћу радарског сензора на предњем делу возила, процесорске јединице и механичког дела. Уколико возило испред почне успоравати или се открије још један објекат, систем делује на кочни систем или погонски мотор тако што успорава возило. Већина студија везаних за ACC систем указује на знатно смањење брзина аутомобила са уграђеним системом, као и еколошке користи услед смањења потрошње горива и издувних гасова, али не толико јак утицај на безбедност саобраћаја јер ове брзине не морају бити повезане са ограниченом брзином кретања. Највећи ефекат на безбедност саобраћаја овај систем остварује на аутопутевима, у условима не загушеног протока и повољних временских услова, са максималним смањењем броја незгода од 10%. Ефекат овог система треба даље испитивати на другим категоријама путева као и у различитим временским условима. Позитивнији ефекат на безбедност очекује се од следећих генерација ACC система који ће бити пројектован тако да детектује опасност на путу и управља загушењима у саобраћају.

Интелигентна адаптација брзине (Intelligent Speed Adaptation/Assistant (ISA)) је систем кога чине комбинације технологија које помажу возачу у задатку контроле брзине. ISA је интелигентни уређај у возилу који упозорава возача о прекорачењу брзине или спречава возача да прекорачи брзину. ISA

системи се могу поделити на различите врсте, зависно од тога колико ови системи интервенишу.

Постоје три основне врсте ових система (Morsink et al., 2006) и то су:

- Информативни или саветодавни (отворени) системи који указују возачу на брзину којом би требао или је максимално дозвољено да се креће. Информација о прекорачењу брзине до возача стиже у виду звучног или светлосног сигнала. Ово је најблажи облик ових система јер возач након добијене информације има слободу да бира хоће ли послушати обавештење или ће га игнорисати.

- Информативно интервентни (полу-отворени) системи који поред информације о дозвољеној брзини даје и повратну информацију преко педале гаса уколико дође до прекорачења брзине (активна педала гаса). Овај систем је могуће заобићи тиме што возач делује додатном силом на педалу гаса тако да савлада контра притисак.

- Аутоматски или обавезујући (затворени) системи који у потпуности спречава возача да прекорачи брзину. У овом случају, возач не може заобићи систем. Предност ових система је у томе што би се произвело потпуно поштовање прописане брзине, једини и највећи недостатак је прихватљивост ових система од стране возача.

3. ТЕХНИЧКИ АСПЕКТ ISA СИСТЕМА

Да би функционисао, било који облик ISA система мора да зна тачну локацију возила, прецизну у неколико метара. Ова информација о локацији мора бити добро повезана са дигиталном мапом (или еквивалентима) која садржи информације као што су локална ограничења брзине као и места са променљивим зонама брзина (нпр. школе). Напредни ISA системи имају могућност да ажурирају податке тако да у реалном времену приказују податке о одређеним областима у смислу новог ограничења брзине услед новонасталих временских услова (киша, лед, снег, магла) или услед новонастале ситуације као што су саобраћајне незгоде, радови на путу, закрчења саобраћаја и др.

Постоје три основна типа технологије који су тренутно доступни за одређивање локације (локалног ограничења брзине). Неке од ових технологија имају свој систем за израчунавање брзине возила, тако да се не ослањају на инструменте за брзину у возилу. Разлика у израчунатим брзинама може одступати и до 10%. Ове технологије су:

- GPS (глобални позициони систем),
- Радио емитери,
- Прорачун позиције и кретања возила (Dead reckoning (DR)).

Глобални позициони систем (Global Positioning System (GPS)) је базиран на мрежи сателита који стално преносе радио сигнале. GPS радио пријемници прикупљају податке преко ових радио сигнала од неколико сателита, упоређују их и одређују тренутну локацију примаоца сигнала, обично уз прецизност од неколико метара (савремени пријемници могу бити далеко прецизнији).

Тренутно постоје 24 сателита који чине GPS мрежу и њихове орбите су конфигуриране тако да су најмање 5 сателита увек доступни на било којој локацији Земље. У теорији, 4 сателита је минималан број сателита потребан да се одреди тродимензионална позиција пријемника (географска ширина, дужина и висина).

Упркос својој популарности, GPS је предмет бројних дискусија око проблема везаних за његову тачност у одређивању позиције. Пријемник добија сигнал, али због астрономске несигурности, грешке при простирању, вишеструкој путањи сигнала (рефлектовани сигнали) тај сигнал даје позицију која није прецизна. Обично су ове нетачности незнатне за сврху навигације возила, али понекад може бити грешка и до стотину метара. Осим тога, пошто се GPS ослања на сигнал који се са сателита шаље у атмосферу, може се догодити да дође до прекида у сигналу или постати слаб уколико возило заклоне зграде, дрвеће, велика облачност или возило уђе у тунел.

Тренутна побољшања се врше на GPS сателитској мрежи и пријемници ће помоћи да се повећа GPS прецизност и поузданост, али је мало вероватно да ће се успети превазићи основни недостаци овог система.

Радио емитери (Radio beacons) су уређаји које се налазе поред пута и функционишу тако што шаљу податке пријемнику у аутомобилу у виду радио сигнала. Ови емитери константно шаљу сигнал околини и када покрај њих прође возило које је опремљено одговарајућим пријемником, оно ће прикупити послати сигнал. Ови подаци у виду сигнала могу садржати информације о локалном ограничењу брзине или нека саобраћајна упозорења (радови на путу, временски услови, саобраћајна незгода и др.).

Емитери би требали бити постављени у близини саобраћајног знака за ограничење брзине, у неки објект поред пута или у сам коловоз. Мобилни емитери би могли бити распоређени тамо где треба да се премосте фиксни емитери или услед ванредних ситуација на путу, лоших временских услова или саобраћајне незгоде.

Проблем код емитера радио сигнала је што возило мора бити у близини емитера како би добило информацију о ограничењу брзине. Морало би и постојати додатно радно особље како би се поковарени емитери санирали и одржавао стални пренос електричне енергије до емитера. Такође, да би функционисала правилно, свака распрсница са путевима различитог ограничења брзине требала би имати сет емитера.

Међутим, овај систем захтева да возило крене на путовање од познате, унапред одређене фиксне тачке. Нетачност резултата може настати због променљивих извора информација, нпр. промене притиска у пнеуматикама, или промене пречника пнеуматика услед загревања. Грешке се временом акумулирају и информације које систем пружа постају неупотребљиве осим ако се не врше повремени корекције са постављањем нове референтне тачке. Због ових недостатака, овај систем мора да ради у комбинацији са неким другим системом као што је GPS. Нове верзије GPS навигационих система користе

систем „прорачун стања возила“ као подршку у случају када је GPS сигнал лош или прекинут (нпр. уласком возила у тунел).

Поред ове три основне технологије, за функционисање ISA система користе се и друге технологије као што су: усклађивање мапа, оптички системи за препознавање и др.

Усклађивање мапа (Map matching) се користи да би се потврдила тачна локација добијена путем неке од наведених технологија, који функционише на тај начин што се локација упоређује са дигиталном мапом. Према овој шеми, претпостављена локација се упоређује са познатим путевима (као што су они доступни на навигационој мапи) и систем означава највероватнију локацију на познатом путу. Проверава се и однос тренутне локације са претходном локацијом чиме се утврђује да ли је нова локација физички реална. Најпрецизнији ISA системи данашњице користе комбинацију GPS, прорачун стања возила и усклађивање мапа.

Оптички системи за препознавање су до сада коришћени за препознавање искључиво саобраћајних знакова за ограничење брзине. Међутим, и остали објекти поред пута као што су рефлектујуће „мачије очи“ које деле саобраћајне траке, могу се искористити. Да би систем препознао саобраћајни знак, он захтева да возило прође поред знака брзине. Када возило прође поред знака, добијају се подаци о брзини и они се упоређују са брзином којом се возило креће. Систем памти ограничење брзине од последњег детектованог знака све док не прође поред знака који прописује другачије ограничење брзине.

Као и код емитера, ако знаци нису присутни или су заклоњени систем неће функционисати. Ово је посебно важно код изласка возила са споредног на приоритетни пут (возило може требати доста времена док не прође поред знака). Тачност, поузданост и ефикасност технологије оптичког препознавања остаје недоказана код ISA система јер су се друге технологије нашле погодније.

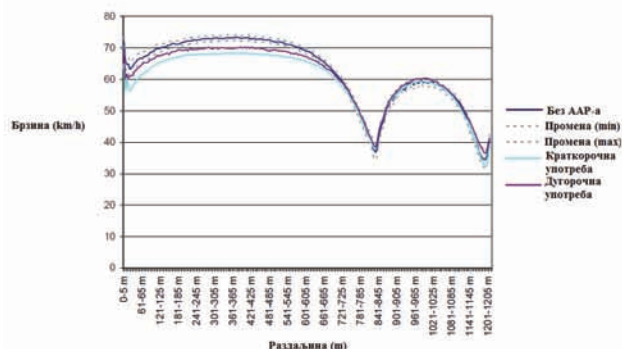
4. ЕФЕКТИ КОРИШЋЕЊА ISA СИСТЕМА

Мало се зна о дугорочним ефектима система за адаптацију брзине, или евентуалним реакцијама различитих врста возача на систем. Циљ следећих истраживања био је да се проуче ови дугорочни ефекти саветодавног ISA система као и система активне педале гаса (AAP) на безбедност саобраћаја, брзине возила, понашање возача, емисију штетних гасова и уштеди времена у путовању.

Студије које ће даље у тексту бити поменуте заснивају се на подацима са истраживања ISA система у Шведској, под окриљем Шведске националне управе за путеве (SNRA), а спроведене су у урбаним срединама у периоду од 1999. до 2002. године. Сврха ових истраживања била је да се испитају ефекти система и прихватања система од стране возача.

Ефекат AAP система на брзину је проучаван и дошло се до закључка да је систем допринео великом смањењу просечне брзине и још веће смањење код брзина на мерним пресецима пута. Као што слика 1. јасно показује, средња брзина возила је знатно

смањена, а усклађеност са ограничењима брзине се поправила.

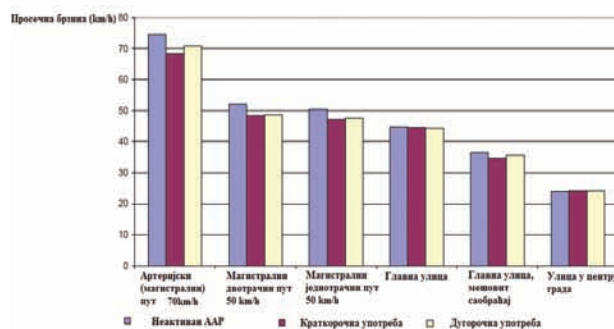


Слика 1. Профили просечних брзина на магистралном путу са дуплим тракама и ограничењем брзине на 70 km/h

Утицај AAP система на брзину показао се већи на артеријским (магистралним) путевима док је ефекат био знатно мањи на главним улицама. С друге стране, на тим улицама је брзина у оквиру ограничења, а често и мања, без коришћења AAP система. Врло је вероватно да на тим путевима инфраструктурне и остале мере за смиривање брзине функционишу тако да у центру града држе брзину у оквиру ограничења док је AAP систем ефикаснији на магистралним путевима где је теже имплементирати остале мере.

Анализиране су средње брзине за три периода, и као што је приказано на сликама 1. и 2., AAP систем има велику предност на почетку коришћења, али се његов ефекат смањује након дужег коришћења. Закључује се да је за систем потребно одређено време прилагођавања и да возачима који се навикну на њега средња брзина стабилизована односно константна. Такође је закључено и да је просечна брзина „спорих“ возача који користе овај систем порасла до ограничене брзине, што објашњава одређено повећање у просечној брзини након дужег коришћења система.

Ово би био одговор на раније студије, које су као образложење за повећање брзине наводиле могућност да се систем заобиђе.



Слика 2. Брзине тестираних возила на различитим типовима путева током три периода посматрања

Ефекат AAP система на безбедност саобраћаја процењен је применом модела креираног од стране

(Nilsson, 2004) и података који су се користили за посматрање у променама брзине. Смањење саобраћајних незгода након дугорочног коришћења ААР система је за 25%, а број незгода са фаталним исходом и до 32%. На путевима где је ефекат у смањењу брзине био највећи, ту су и ефекти на повећање безбедности саобраћаја највећи, а то су магистални путеви са ограничењем већим од 50 km/h. Током ове студије моделиране су емисије издувних гасова на основу података о брзинама возача на различитим путевима. Утврђено је смањење емисије у просеку од 11% за CO, 7% за NO_x и 8% за HC. Не могу се утврдити ефекти на потрошњу горива јер ова студија није коришћена за такво испитивање. Смањење емисије било је статистички значајно на 29 деоница за CO, на 27 деоница за NO_x и на 21 деоница за HC од укупно 67 посматраних деоница. Највеће смањење емисија утврђено је на магистралним путевима од 50 km/h и преко тога, са дуплим тракама за смерове. Статистички значајно смањење је једино на оваквим путевима и пронађено.

5. ДИСКУСИЈА

Концепт ISA система се испитује већ више од двадесет година у више десетина држава, а озбиљнији пројекти се израђују у неколико земаља. Све студије везане за испитивање утицаја ISA система су показале да долази до смањења брзина кретања возила и процењује се да доводе до смањења незгода са повређеним лицима за 40% код система са диманичним ограничењем брзине које се мења у зависности од услова.

Истраживања која су се бавила овом темом показала су да је укупни ефекат ААР система на брзину и безбедност сличан осталим ISA системима тестираним у другим студијама, који су углавном базирани на адаптацији брзине до ограничења или на звучни упозоравајући систем. Утврђено је да је возачева брзина, када вози са ААР системом, значајно смањена, нарочито на магистралним путевима где је возачима слободнији избор брзине кретања, без ометања мера за смањење брзине. Даље је закључено да је смањена варијација у брзини, првенствено смањењем највећих брзина као и у мањој мери повећањем најнижих брзина.

Поред побољшања у ставу према брзини, ААР систем има ефекта на побољшање у осталим понашањима возача. Уочено је да су возачи после дугорочне употребе ААР система поправили понашање у интеракцији са осталим учесницима у саобраћају. Возачи су се чешће заустављали на пешачким прелазима како би пропустили пешаке од како су постали навикнути на коришћење ААР система. Такође су показали већи степен правилног понашања на раскрсницама. Овај ефекат је највероватније постигнут повећањем свести о саобраћајном окружењу до чега се дошло смањењем брзине коришћењем ААР система. Возачи у истраживању су изјавили да нису обрађали много пажње на брзиномер када су возили са ААР системом, што такође може бити разлог повећања свести и пажње о осталом саобраћају. Возачи имају бољу интеракцију са окружењем када је брзина којом се крећу смањена.

6. ЗАКЉУЧАК

Од како је први пут уведен, почетком осамдесетих година, интелигентна адаптација брзине као ААР систем сматран је као вероватна могућност за управљање брзинама у будућности, мада се увек сусретао са више проблема него решења и више питања него одговора. Осим ових проблема, појавила се и јака опозиција која је спутавала даљу имплементацију и развијање. Ово оспоравање је најизраженије од стране произвођача аутомобила, тако да идеја о интелигентној адаптацији брзине остаје футуристичка идеја. Мада, у последњих неколико година ствари су се промениле, у Шведској сада постоји програм за развијање система за интелигентну адаптацију брзине од стране SNRA, почевши од возила државне управе. Још није одлучено који систем ће се користити, са којим степеном интервенција, или ће то бити само обавештавајући систем. Генерална идеја овог програма је да се остави одлука на тржишту, који и какав систем би највише одговарао. Сматра се да ова идеја није добра, али у комбинацији са мерама које би повећале намере возача да задрже брзину у оквиру ограничења, могла би остварити позитивне резултате.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Biding, T. (2002). "Intelligent Speed Adaptation", Swedish National Road Administration.
- [2] Carsten, O. and Tate, F. (2005). "Intelligent Speed Adaptation: Accident Savings and Cost-Benefit Analysis", *Accident Analysis and Prevention* 37, pp.407-416 2005.
- [3] Vägverket. (2002). Intelligent Speed Adaptation (ISA), Results of large-scale trials in Borlänge, Lidköping, Lund and Umeå during the period 1999-2002, Vägverket publication 2002:89, Borlänge, Sweden.
- [4] Vägverket. (2000). The eternal speed issue – an insight in SNRA's sector reports with insight for the future, In Swedish, Remissversion 2000-06-22, Borlänge, Sweden.
- [5] Persson, H., Towliat, M., Almqvist, S., Risser, R., Magdeburg, M. (1993). Speed-limiters in cars. On-road study on speeds, behaviour, conflicts and drivers comments when driving in built up areas, In Swedish, Lund University, Lund, Sweden.
- [6] Myhrberg, S. (2002). ISA report on technology – Final report for sub-project technology, In Swedish, Vägverket, Borlänge, Sweden.

Кратка биографија:



Никола Росић рођен је у Сремској Митровици 1990. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај– Друмски саобраћај одбранио је 2015. год.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању ванредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

UPRAVLJANJE TRANSPORTNIM RIZICIMA U LANCIMA SNABDEVANJA MANAGEMENT OF TRANSPORTATION RISKS IN SUPPLY CHAINS

Mihaela Milaković, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U radu je predstavljena sistematizacija transportnih rizika, identifikovanih na osnovu empirijskih istraživanja realizovanih od strane inostranih univerziteta. Takođe, prikazane su i osnove upravljanja rizicima u lancima snabdevanja generalno, kao i modeli posebno razvijeni za upravljanje transportnim rizicima u lancima snabdevanja.

Abstract – In this paper one systematization of transportation risks is presented, given through several empirical researchs which are performed by foreign universities. Also, this paper presents basics of supply chain risks management, and particularly models developed for managing transportation risks in supply chains.

Ključne reči: Upravljanje lancima snabdevanja, transportni rizici, upravljanje transportnim rizicima

1. UVOD

Život je pun rizika i neizvesnosti. Mnogi od nas su navikli da žive i da donose odluke u uslovima svakodnevnih rizika.

Savremeni lanci snabdevanja predstavljaju dinamične mreže međuzavisnih preduzeća. Preduzeća i organizacije, uopšte, nisu izolovana ostrva, jer njihov uspeh ne samo da zavisi od uspešne realizacije internih procesa, nego u velikoj meri i od veza i odnosa sa partnerima.

U savremenom, neizvesnom i turbulentnom okruženju lanci snabdevanja postali su kompleksniji usled globalnog snabdevanja i kontinuiranog trenda „osloniti se na sledećeg učesnika u lancu“, što je doprinelo povećanju rizika lanaca snabdevanja.

Pojavni oblici rizika u lancima snabdevanja se kreću od svakodnevnih, manjih kašnjenja i zastoja do katastrofalnih događaja prouzrokovanih ljudskim faktorom ili prirodnim procesima. Ključna faza razumevanja i efikasnog upravljanja rizicima vezana je za utvrđivanje različitosti njihovih pojava oblika, odnosno njovu identifikaciju i kategorizaciju [1].

Kroz rad će se opisati i definisati transportni rizici, izvršiti njihova kategorizacija i sistematizacija i prikazati neki od osnovnih metoda za njihovo upravljanje sa akcentom na model ISO 31000:2009. Cilj ovog master rada je da se izvrši sistematizacija što većeg broja transportnih rizika, i prikažu osnove njihovog upravljanja.

NAPOMENA:

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

2. UPRAVLJANJE LANCIMA SNABDEVANJA

Upravljanje lancima snabdevanja i uopšte oblast koju pokrivaju lanci snabdevanja već duže vreme uživa veliku

popularnost u naučnoj i stručnoj javnosti. Uprkos tome, ova velika oblast još uvek nije u potpunosti jasno definisana, što u mnogome otežava sagledavanje lanca snabdevanja u cilju njihovog projektovanja ili analize. Lanac snabdevanja je zapravo skup kompanija koji se brine o svim različitim procesima potrebnim u stvaranju gotovog proizvoda. Dakle, lanac snabdevanja započinje sirovinom i završava gotovim proizvodom koji je isporučen krajnjem potrošaču (slika 2.1.)



Slika 2.1. Upravljanje lancem snabdevanja [2]

Savremeno poslovno okruženje zahteva da se proizvodi dobijaju ili izrađuju u skladu sa željama i zahtevima korisnika, što brže i po što povoljnijoj ceni. Glavne karakteristike upravljanja lancem snabdevanja su:

- potpuno eliminisanje granica među firmama u jednom lancu;
- Posmatranje ovog načina upravljanja kao kontinuiran proces sa tri osnovna toka: proizvodnim, informacionim i tokom vrednosti;
- „vidljivost“ zaliha na svakom nivou lanca snabdevanja;
- usmerenost na ukupne troškove za potrošače;
- podela rizika na članove lanca;
- obavezno planiranje aktivnosti lanca snabdevanja i
- stvaranje logističkih alijansi kao organizaciona pretpostavka integrisanog logističkog toka.

3. UPRAVLJANJE RIZICIMA

3.1. Uvodne napomene

Svako poslovanje izloženo je velikom broju različitih rizika do kojih dolazi zbog neočekivanih i iznenadnih događaja. Rizik predstavlja opasnost, nesigurnost ostvarivanja očekivanih rezultata poslovanja [3]. To je stanje u kojem postoji mogućnost negativnog odstupanja od poželjnog ishoda koji očekujemo ili kome se nadamo. Najveći rizik je, naravno, gubitak profita. Do njega dolazi kroz pojave kao što su promena tražnje od strane kupaca, konkurencija, povećanje troškova i loše upravljanje.

Upravljanje rizicima podrazumeva najpre upoznavanje njihovog karaktera i suštine, zatim preduzimanje svih mogućih raspoloživih sredstava i mera za njihovo izbegavanje, zaustavljanje. Ukoliko je to nedovoljno i do njih mora da dođe, onda treba odabrati najbolje, najefikasnije, najbezbolnije metode za njihovo rešavanje i prevazilaženje.

3.2. Vrste rizika i njihovo upravljanje

Rizici se mogu podeliti u tri glavne vrste, i čine ih [4]:

- čist rizik,
- spekulativni rizik,
- osnovni rizik.

Upravljanje rizikom je posebna poslovna funkcija čiji je zadatak da identifikuje, oceni, upravlja i kontroliše rizike poslovanja, tj. sistematski upravlja rizicima kojima je izloženo poslovanje. Upravljanje rizikom je proces koji se bavi sistematskim istraživanjem izloženosti riziku gubitka pojedine kompanije. Postupak upravljanja rizikom, generalno, obuhvata sledeće faze [5]:

- identifikovanje ciljeva,
- identifikacija rizika,
- procena rizika,
- razmatranje alternative i odabiranje instrumenata za upravljanje rizikom
- primena odluke,
- procena i ponovno ispitivanje.

4. UPRAVLJANJE RIZICIMA U LANCIMA SNABDEVANJA

Upravljanje rizicima u lancima snabdevanja, izraženo jezikom matematičke logike, predstavlja presek skupova upravljanja lancima snabdevanja i upravljanja rizicima, odnosno upravljanje rizicima u lancima snabdevanja primenom principa "risk menadžmenta" sa konačnim ciljem da osigura kontinuitet i efikasnost funkcionisanja lanca snabdevanja [1].

4.1. Podela rizika u lancima snabdevanja

Rizik koji se javlja u lancima snabdevanja, može se podeliti u dve osnovne kategorije:

- rizik koji je posledica dešavanja unutar lanca snabdevanja, tzv. unutrašnji rizik, i
- rizik koji je posledica dešavanja izvan lanca snabdevanja i na koji organizacije unutar lanca nemaju nikakav uticaj. Analogno prethodnom, ovaj rizik možemo nazvati spoljašnji rizik.

4.2. Modeli procesa upravljanja rizicima

Konkretizaciji procesa upravljanja rizicima u lancima snabdevanja treba pristupiti na sistemski način. Modeli procesa upravljanja rizicima u lancima snabdevanja predstavljaju sistemsku primenu svojevrskih politika, procedura i praksi upravljanja sa ciljem identifikacije, analize, procene, tretiranja i monitoringa rizika u lancima snabdevanja.

Složenost predloženih ili primenjenih modela procesa upravljanja rizicima u lancima snabdevanja, po pitanju brojnosti elemenata koji sačinjavaju dati model je različita u zavisnosti od autora koji je model predložio. U tabeli 4.1. prikazani su neki od modela procesa upravljanja rizicima u lancima snabdevanja prema elementima koji ih čine.

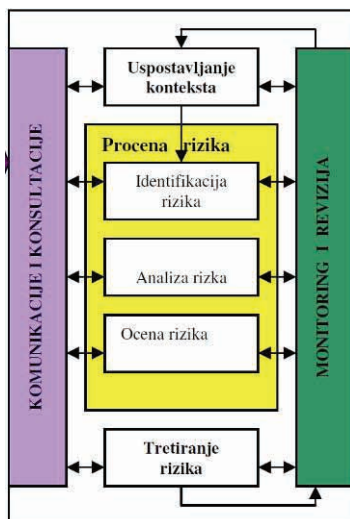
Tabela 4.1. Pregled osnovnih elemenata modela procesa upravljanja rizicima u lancima snabdevanja prema pojedinim autorima [1]

Elementi	Definisanje konteksta	Identifikacija rizika	Analiza rizika	Procena rizika	Ocena rizika	Evaluacija rizika	Tretiranje rizika	Odlučivanje i implementacija	Monitoring i kontrola
Autori modela									
ISO 31000	*	*	*		*	*	*		*
Paulsson, 2007	*	*	*		*	*	*		*
Waters, 2007	*	*	*				*		*
Treur, 2008	*	*	*	*	*	*		*	*
Hallikas i ostali, 2004		*			*			*	*

4.3. Model upravljanja rizicima u lancima snabdevanja prema ISO standardu

ISO 31000:2009 predstavlja međunarodni standarda za upravljanje rizikom. Osnovni koncept upravljanja rizikom dat u ovom standardu je u saglasnosti sa tradicionalnom paradigmom upravljanja kvalitetom (PDCA) „planiraj, uradi, proveri, izvrši“ i on glasi: „dizajniranje okvira, implementacija, monitoring i revizija, kontinualno poboljšanje“. Osnovna prednost ovog standarda je što za razliku od tradicionalnog pristupa u upravljanju rizikom - pridržavanje standardima koje su donosile brojne organizacije, promoviše pristup korišćenja dobre prakse i primenljiv je za širok raspon kompanija/organizacija izloženih riziku poslovanju. Osnovu modela ISO 31000 čine precizno definisani: *Principi upravljanja rizikom*, *Okvir za upravljanje rizikom* i *Proces upravljanja rizikom* a za organizacije koje nameravaju da unaprede svoj RM sistem, osim ovih smernica dodatno su važni *Atributi dobre prakse* koja se navodi u standardu kao sredstvo za merenje / benchmark i evaluaciju onoga što trenutno čine [6]. Sve organizacije/službe koje se bave pružanjem transportnih usluga, bez obzira na veličinu i oblast, susreću se sa rizicima koji mogu ugroziti postizanje zadatih ciljeva, kako strateških - korporativnih, tako i komercijalnih, operativnih, ili onih koji se reflektuju na životnu sredinu, zdravlje, bezbednost, kulturnu, poslovnu i društvenu reputaciju.

Savremeno poslovanje transportnih kompanija je intenzivno u razvoju i tržišnoj ekspanziji, sa snažnim uticajem globalnih odnosa i novina koje donosi sveopšta transformacija i reforma ovog sektora. Inovacije i primena savremenih tehnoloških rešenja mogu uzrokovati nedostatak veština i problem sposobnosti postojećih kadrova za upravljanje rizikom. Upravljanje rizikom prema modelu ISO 31000 (slika 4.1), je svojevrсна šansa za transpotne kompanije jer za razliku od tradicionalnog pristupa prema kome je rizik loš i povezan sa hazardom i nešto što treba prebaciti na druge, ISO 31000 upravljanje rizikom tumači kao stvaranje vrednosti i to od neizvesnosti, koja u velikoj meri karakteriše proces pružanja transportnih usluga.



Slika 4.1. Proces upravljanja rizikom prema ISO 31000

5. TRANSPORTNI RIZICI

Transportni rizici su vrsta rizika lanca snabdevanja. Predstavljaju zbir svih mogućih šteta koje mogu nastati na robi pri njenom prevozu, odnosno opasnosti koje se mogu dogoditi na transportnom putu od mesta polaska do mesta odredišta i koje mogu izazvati delimičnu ili potpunu štetu na robi.

Takvi rizici naročito su naglašeni jer je roba na transportnom putu izvan nadzora prodavca i kupca. Dakle, transportni rizik je rizik oštećenja ili gubitka robe na prevoznom putu usled nezgode, havarije, rata, terorizma ili drugih događaja.

Transportni rizici su vezani za opasnost kojima su tokom transporta izloženi ljudi, prevozna sredstva i roba.

5.1. Koncept transportnih rizika

Rizik je nešto čemu smo svakodnevno izloženi. Prilikom svakog sedanja u automobil, postoji verovatnoća umešanosti u saobraćajnu nezgodu, kašnjenja usled saobraćajnog zagušenja, ili skretanja sa projektovane rute. Iako verovatnoća nastanka bilo kakvog nepovoljnog događaja može biti veoma mala, svaki od ovih rizika dovodi do nepoželjnih posledica: troškovi, gubitak vremena, stres, itd.

Problemi se javljaju kada tretiranje ometanja transporta i opasnosti postane realnost, i kada negativno utiče na lanac snabdevanja. Na žalost, ova ometanja su česta i skupo koštaju prevoznika.

Studija iz 2008. [8], je otkrila da je 99% ispitanih kompanija iskusilo neki vid ometanja lanca snabdevanja prethodne godine, pri čemu je 58% pretrpelo finansijske gubitke kao rezultat toga.

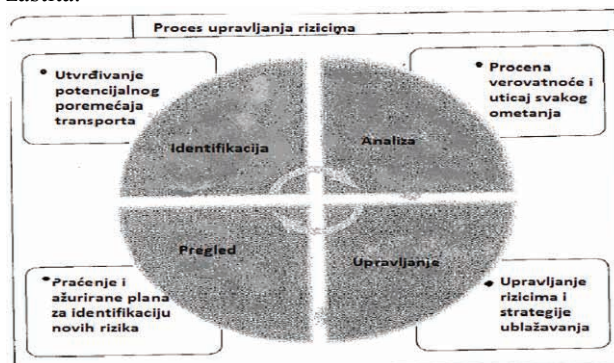
Do skora je bio nepoznat stvarni uticaj ovih ometanja lanca snabdevanja. Istraživanja profesora Kevina Hendriksa i Vajnoda Singala su pomogla da se kvantifikuje uticaj poremećaja lanca snabdevanja na performanse kompanije. Ova saznanja ukazuju na to da ometanja dovode do [8]:

- značajnog pada cene robe u zalihama za približno 9%,
- nižih nivoa operativnih performansi za prethodnih nekoliko godina,

- zalihe se povećavaju a obrtna sredstva se smanjuju.

5.2. Proces upravljanja transportnim rizicima

Upravljanje rizikom je integralni deo efektivnog upravljanja transportom. To je iterativni proces kojim se omogućuje stalno unapređenje racionalnog donošenja odluka. Upravljanje rizikom je detaljno obrađeno u prethodnom delu rada, gde su definisani osnovni ciljevi upravljanja rizicima. Na slici 5.1. prikazan je jedan proces upravljanja transportnim rizicima, koji se sastoji od četiri osnovna koraka. Korak 1 uključuje identifikaciju potencijalnih pretnji i poremećaja kojima je organizacija izložena. Što je transportni proces organizacije izloženiji potencijalnom riziku, više pažnje bi mu trebalo poklanjati. Korak 3 zahteva organizaciju da bi se razvilo proaktivno upravljanje rizikom, kao i strategije "ublažavanja rizika". Strukturalne i proceduralne promene mogu biti potrebne da bi se izvršila strategija. Korak 4 promoviše neprekidnost, predostrožnost i unapređenje procesa. Testiranje strategija, procena njihove uspešnosti i provera novih rizika su potrebne da bi se postigla maksimalna zaštita.



Slika 5.1 Proces upravljanja rizikom od četiri koraka [8]

6. STUDIJA SLUČAJA-UPRAVLJANJE TRANSPORTNIM RIZICIMA U PRAKSI

U ovom poglavlju obrađena je studija slučaja o upravljanju transportnim rizicima u praksi, koja zapravo predstavlja deo istraživačkog projekta C.A.S.H.¹. Dato istraživanje je sprovedeno od 2010. do 2012. godine, u cilju identifikacije i analiziranja transportnih rizika u lancima snabdevanja, a zatim i njihovog upravljanja.

6.1. Učesnici i rezultati istraživanja

Ciljna grupa empirijskog istraživanja su nemačke proizvodne kompanije (62 učesnika) i logističke kompanije (25 učesnika). Ispitanici iz kompanija uglavnom su imali iskustva u sledećim oblastima: nabavka, upravljanje (administracija) lancima snabdevanja, logistika, kontrola, poslovno upravljanje ili članstvo u upravnim odborima [9].

¹ C.A.S.H.- Connecting Authorities for Safer Heavy Goods Traffic in the Baltic Sea Region. Istraživanje je sprovedeno u period od 2010 do 2012. Godine. Nositelj istraživanja je tehnički fakultet u Hamburgu. Website: www.cash-project.eu

Na početku istraživanja (sprovedenog preko odgovarajućeg upitnika), učesnici su ispitani po pitanju svog razumevanje koncepta rizika.

88 % pozitivnih i 12 % negativnih odgovora pokazuju da je većina predstavnika preduzeća upoznata sa konceptom rizika i da razmatra rizike kao potencijalne štete u svom poslovanju.

Nakon toga, postavljeno je pitanje da li su preduzeća institucionalizovana za upravljanje rizikom.

51 učesnik je odgovorio sa "da" (59%) i 35 sa "ne" (41%). Odgovori proizvodnih kompanije i provajdera logističkih usluga su slične.

6.2. Analiza procesa identifikacije transportnih rizika

U okviru CASH projekta održane su dve radionice o transportnim rizicima. Radionice su usmerene na detaljniju analizu dobijenih rezultata istraživanja. Cilj prve radionice bio je da se identifikuju rizici u transportu iz perspektive policijskih organa, dok je druga radionica bila usmerena na otkrivanje rizika u transportu sa stanovišta privrednih društava (kompanija).

6.2.1. Rizici sa spektra policijskih organa

Učesnici iz policijskih organa bili su uglavnom na vodećim pozicijama u poslovima upravljanja rizicima. Neki su bili i specijalisti iz oblasti opasnih materija. Ostali učesnici radionice su radili u oblasti poslovne logistike. Cilj radionice bio je pronalaženje što više raznovrsnih rizika koji su zatim grupisani kroz diskusiju učesnika.

Najveći broj i raznolikost rizika su pronađeni u kategoriju rizika "vozači transportnih sredstava". Rizici u kategoriji "transportna sredstva" su takođe navedeni nekoliko puta. Rizici teretnih vozila uključuju rizike u oblasti osnovne opreme (stanje vozila), kao i rizike u vezi sa dopunskom opremom. Rizici u kategoriji "kompanije" ređe su navedeni. Na kraju, ali ne manje važno, neki "spoljašnji" rizici su pomenuti od strane učesnika u radionici. Oni su klasifikovani u podkategorije infrastrukture, ponašanje ljudi (učesnika) i životne sredine.

6.2.2 Rizici sa aspekta poslovnih kompanija

Predstavnici kompanija, koji su bili odsutni na prvoj radionici, učestvovali su na drugoj radionici. Kao i prva radionica, druga radionica imala je za cilj pronalaženje (sistematizaciju) što više i raznovrsnih transportnih rizika. Rezultati pokazuju da postoji veliko preklapanje rizika koje pominju obe radionice. Za drugu grupu radionice, rizici su klasifikovani u kategorije "vozača transportnih sredstava", "kompanija", "transportna sredstva", "okruženje" i "politika". U okviru prve četiri od ovih kategorija, veliki broj rizika su nazvani kao i rizici koji su navedeni u prvoj radionici, npr. loše znanje ili stanje vozača kamiona, izbor neoptimalne transportne trase kompanije, tehnički defekti kamiona ili lošeg stanja puta. Treba precizirati da se rizici preklapaju sa različitim kategorijama [9].

7. ZAKLJUČAK

Sveobuhvatan proces upravljanja rizicima treba institucionalizovati i formalizovati kako na nivou kompanije, tako i na nivou lanca snabdevanja.

Takođe, kvalitetno upravljanje rizicima se zasniva na adekvatnoj sistematizaciji rizika i njihovoj što je moguće široj identifikaciji, pri čemu posebno treba voditi računa o rizicima specifičnim za vrstu poslovanja ili zemlju.

Upravljanje transportnim rizicima je bitan segment upravljanja rizicima u lancima snabdevanja. Sam proces upravljanja rizicima u transportu je veoma složena oblast u kojoj je najbitnije pronaći pravu strategiju za uklanjanje ili ublažavanje rizika.

Sve veći značaj uvažavanja rizika prilikom logističkog odlučivanja, dovodiće i dalje do pojačanih istraživanja na ovu temu.

Ovaj rad predstavlja jedan od prvih radova iz ove oblasti i kao takav može biti polazna osnova za dalja istraživanja.

8. LITERATURA

- [1] Maslarić M.: Razvoj modela upravljanja logističkim rizicima u lancima snabdevanja, doktorska disertacija, FTN, Novi Sad, 2014.
- [2] <http://www.academia.edu>
- [3] Petrović V.: Preduzetništvo, VPS Čačak, 2006.
- [4] Bijelić N.: Preduzetništvo, Ekonomski fakultet, Beograd, 2006.
- [5] Jokić D.: Preduzetništvo, Ekonomski fakultet, Beograd, 1999.
- [6] Pejčić Tarle S. Petrović M., Bojković N.: Upravljanje rizikom prema modelu ISO 3100 u pružanju poštanskih usluga, Sobračajni fakultet, Beograd, 2009
- [7] <http://www.aberdeen.com/>
- [8] Coyle J., Novack R., Gibson B., Bardi E.: Transportation: A Global Supply Chain Perspective, Cengage Learning, United Kingdom, 2015.
- [9] Kersten W., Schröder M., Singer C, Feser M. : Empirical Results from the Baltic Sea Region from 2010 until 2012, Hamburg University of Technology, Germany, 2012.

Kratka biografija:

Mihaela Milaković rođena je u Gradačcu 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Oblikovanje logističkih procesa u lancima snabdevanja odbranila je 2015. god.

МЕТОДИ ПРОСТОРНЕ АНАЛИЗЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА СА ПЕШАЦИМА
SPATIAL ANALYSIS METHODS OF TRAFFIC ACCIDENTS WITH PEDESTRIANS

Милена Нинић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Одржавање мобилности у насељеним местима представља све амбициознији изазов. Постизање безбедног и неометаног кретања саобраћаја, уз истовремено смањивање негативног утицаја на животну средину, заиста је врло амбициозан циљ за креаторе политике и саобраћајне планере, посебно у насељеним местима. У раду су анализирани методе идентификовања зона са великим бројем саобраћајних незгода, нивои ризика и њихово рангирање

Abstract – Maintaining mobility in urban areas represents a more ambitious challenge. Achieving safe and unimpeded movement of traffic, while minimizing negative impacts on the environment, it really is a very ambitious target for policy makers and transport planners, particularly in urban areas. The paper discusses the methods of identifying zones with a large number of traffic accidents, risk levels and their ranking.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, просторна анализа, саобраћајне незгоде са пешацима.

1. УВОД

Проблем безбедности саобраћаја у насељеним местима је глобални феномен са којим се сусрећу све локалне заједнице, али и сви виши нивои организовања у Републици Србији. Да би се развио ефикасан програм безбедности саобраћаја, без обзира на ниво организовања, потребно је да се припреми и спроведе свеобухватна анализа безбедности саобраћаја, коју треба периодично (по временским интервалима у току године, по годинама и сл.) обновљати.

Проблеми безбедности саобраћаја разликују се по појединим регионима (областима) у оквиру држава. Специфичности ових проблема захтевају усмеравање посебних активности и мера прилагођених њиховим карактеристикама из чега произилази неопходност организовања што шире лепезе институција безбедности саобраћаја на локалном нивоу.

У овом раду фокусирали смо се на случајеве саобраћајних незгода у којима су учествовала деца пешаци (млађа од 10 година) и њихово повезивање са локацијама школа. Јако је битно повезивање локација саобраћајних незгода са локацијама школа.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр. проф.

2. МЕТОДЕ ИДЕНТИФИКОВАЊА ЗОНА СА ВЕЛИКИМ БРОЈЕМ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА СА ПЕШАЦИМА

Све методе обично користе GIS (Geographical Information Systems) софтверске програме који идентификују зоне са великим бројем саобраћајних незгода са пешацима. Процена укључује следеће: географске податке о незгодама, прављење карти концентрације незгода и конструисање облика и величине зоне.

Локација незгода се може наћи у базама података које се генерално чувају на основу једног од три референтна система – улица/референтни назив раскрснице на улици, километру пута или адреси улице. Генерално, тип референтног система зависи од локације незгоде у студијској области.

Незгоде са пешацима могу показивати просторно груписање и дисперзију одређеног студијског подручја. Кластери незгода могу се видети у градским подручјима. Међутим, присуство тачке на GIS карти не мора означавати само једну незгоду. Неколико незгода се могло догодити у истој тачки. Мапа не одражава баш концентрацију саобраћајних незгода на локацијама где постоји више незгода. Развој метода за приказивање концентрације незгода је од изузетне помоћи приликом идентификовања зона са великим бројем саобраћајних незгода. Ово се може постићи употребом карти које се заснивају на густини саобраћајних незгода, а које су прављене у GIS софтверским програмима. У GIS окружењу, густина може да се израчуна коришћењем два метода: Једноставне методе и методе Језгра (ESRI, 2002b).

Једноставна метода се заснива на томе да је цели регион подељен на унапред постављени број ћелија. Кружним претраживањем области истраже се скоро све ћелије. Метод Језгра користи математички софистицирану процедуру за процену густине у односу на Једноставни метод. Као и у случају Једноставног метода, цела регија је подељена на програмски број ћелија у методи Језгра. Густина незгода се добија прорачунавањем густине језгра у односу једноставне препоручене густине. Генерисање равномерности површине помаже бољој идентификацији локације са тешким саобраћајним незгодама. Метод Језгра је више погодан за употребу у идентификовању зона са великим бројем пешачких незгода. Зона представља мали јурисдикциони простор или студијски простор који садржи незгоде са пешацима на што мањим површинама земљишта. Карактеристике незгода, геометријски услови, демографија, саобраћај и коришћење земљишта представљају карактеристике у оквиру сваке идентификационе зоне које се очекују да буду слични.

Интензивне пешачке незгоде могу бити линеарног или кружног облика.

3. МЕРЕЊЕ РИЗИКА И РАНГИРАЊЕ ЗОНА СА ВЕЛИКИМ БРОЈЕМ НЕЗГОДА СА ПЕШАЦИМА

Индивидуалне методе као што је фреквенција незгода, густина незгода и стопа незгода, као и композитне методе као што су методе суме редова, користе се за рангирање зона са великим бројем незгода са пешацима.

Фреквенција незгода (CF) представља број саобраћајних незгода са смртним исходом или са погинулим лицима. Све врсте смртоносних повреда и незгода са повређеним имају исто означавање. Проширење методе фреквенције незгода представља одређивање фреквенције незгода на основу тежине незгода у односу на различите тежине саобраћајних незгода. Ово проширење је добро за методу CF, јер укључује тежину саобраћајних незгода и што додељује већи приоритет зонама које имају веће шансе да буду изложене саобраћајним незгодама са теже повређеним лицима или погинулим лицима, чиме се омогућава да се коригују те зоне како би се смањило број незгода или њихова озбиљност.

Метод густина незгода (CD_A) представља метод за рангирање која се заснива на зонама CF или незгода по дужини или подручју зоне. Међутим, метод CD_A не узима у обзир обим аутомобилског и пешачког саобраћаја који одражавају саобраћајне активности у зони, које обезбеђују меру изложености. Метода стопе незгода (CR) користи се за рангирање зона на основу CF или CD_A везе изложености.

Типичне мере изложености су уређење пешачке зоне или становништво у ближем окружењу. Стопа незгода на основу обима аутомобилског саобраћаја (CR_{VV}) представља однос или CF или CF_S са обимом аутомобилског саобраћаја.

Обим аутомобилског саобраћаја се мери или као број возила која прођу кроз дату тачку у датом временском периоду или као возило-километар путовања дуж одређеног сегмента пута у истом временском периоду.

Стопа незгода која је базирана на основу обима пешака (CR_{PV}) представља однос или CF или CF_S са обимом пешачког саобраћаја. Обим пешака се мери као број пешака који користе објекат у одређеном временском периоду. Добијање обима пешака током трајања студије је скуп и дуготрајан процес за разлику од других метода.

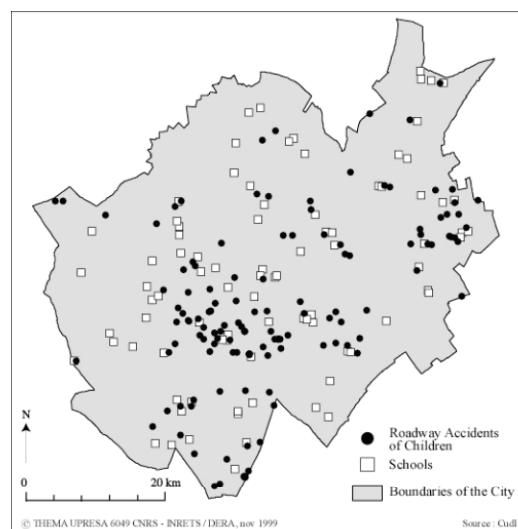
Принцип композитних метода је да примени користи од сваке појединачне методе и елиминише или смањи недостатке које ограничавају ефикасност одабраних појединих метода.

Метод такође помаже у идентификовању узрока пешачких незгода (рецимо, ако возила играју кључну улогу или ако пешаци играју кључну улогу). Метод суме редова (SR) комбинује одабране појединачне методе приликом рачунања ранга вредности за сваку зону.

4. АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА: Студија случаја Лил

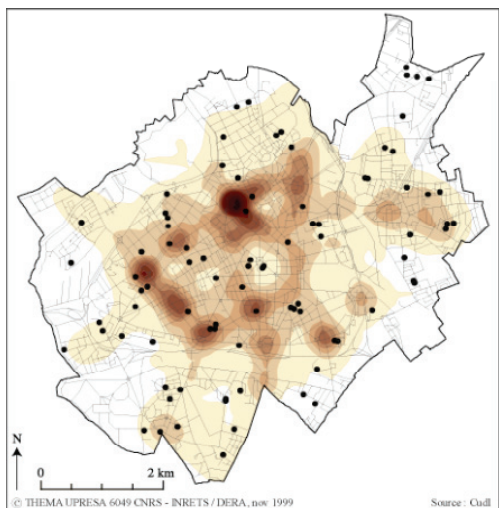
Подаци који ће се користити су из територијалне администрације града Лил у Француској, 1993-1997. Просторна база садржи: свака незгода је локализовани догађај, позната по својим географским координатама; квантитативне и квалитативне информације описују сваку незгоду (дан, месец, час настанка незгода, као и озбиљност незгоде, учесници незгоде итд.)

Geographical Information System Arcview (ESRI) користи се за чување и управљање базом података. Од 1993. до 1997. године, 1.870 незгода је пријављено у Лилу, међу којима је 130 незгода у којима су учествовала деца пешаци. Ове специфичне незгоде често су резултат контакта аутомобила и пешака (95 %), али те незгоде обично немају озбиљне последице (3 незгоде са погинулом децом и 6 незгода где су деца теже повређена). Ове незгоде се често дешавају у центру града (Слика 1). Међутим, њихов однос са локацијом школе, као што је раније речено, изгледа прихватљив, али није једноставан.



Слика 1. Просторни образац саобраћајних незгода у којима су учествовала деца пешаци, Лил, 1993-1997.

Прва хипотеза може бити опозвана на следећи начин: ако постоји веза између локације школа и локације саобраћајних незгода у којима су учествовала деца, онда би требали бити у стању да идентификујемо просторно груписање незгода у близини школа. Померање у тродимензионалној функцији за одабрани радијус студијске области, рачунајући догађаје који су укључени у свакој кружној области и да их оптерећује према удаљеностима од центра. Осим тога, радијус сваке области се локално прилагођава интензитету манифестација (мали радијус где је интензитет висок и велики радијус где је интензитет низак), омогућава тачније оцене.



Слика 2. Густина незгода, Лил, 1993-1997.

Методе које се користе за препознавање релативне концентрације саобраћајних незгода у којима су учествовала деца пешаци представљају адаптиране методе Geographical Analysis Machine (Openshaw, 1995), који је предложио (Fotheringham, Zhan, 1996). Овај метод локално пореди просторну матрицу становништва са својим ризиком којем је изложено становништво. Познавање просторног распореда ризика становништва омогућава више занимљивих кластера које треба разликовати од оних који настају искључиво из просторних варијација због разлика у густини становништва (Fotheringham, Zhan, 1996). Студијски простор је скениран са насумичним локализованим кружним подручјима и сваки пут је рачунат статистички тест. У сваком подручју, посматран је случајан догађај који се пореди са теоретском размером, која је производ броја ризичних догађаја и средње популације у целом подручју. Поасонова расподела се користи за процену значајнијих посматраних разлика. Снимање подручја дало је значајно високе размере незгода у којима су учествовала деца пешаци, која се пресликава на одређеном нивоу α . Кластери или релативна концентрација незгода може да доведе до преклапања више кругова. На овај начин идентификована су четири подручја релативних концентрација саобраћајних незгода у којима су укључена деца. Ови кластери су локализовани у близини школа, што представља много већу забринутост овог феномена у односу на друге. Не могу све школе да имају исти ниво ризика због различитих локација у граду. Због овакве велике варијабилности, општи приступ моделирању није баш погодан.

4.1 Однос између школа и локација саобраћајних незгода у којима су учествовала деца пешаци

Након идентификованих просторних концентрација саобраћајних незгода у којима су учествовала деца пешаци у близини неких школа, да би се могло правилно све анализирати потребно је анализирати ове незгоде и друге групе незгода, у односу на локацију школа. Одабрани су прецизнији приступи како би се истражиле даље тенденције. Прва представља агрегиран приступ који је усмерен ка

школама, а други представља индивидуални приступ који је заснован на незгодама. Агрегиран приступ који је усмерен ка школама разликује 3 корака: фаза доделе, фаза података и визуелизација. Свака незгода која се догодила додељена је најближој школи, како би се избегло више тачака. За сваку школу је израчунат број незгода по школи (на даљини од 50 метара). Avenue script (програмски језик Arcview) је написан да би управљао са ова два прва корака. Раздвојен приступ се заснива на незгодама. Свака незгода се може посматрати као раздвојена променљива, као што су да/не одговори, према врсти учесника у саобраћају који је укључен у саобраћајним незгодама. Учешће одраслих особа које су учествовале у незгодама као пешаци имају исти раст на растојању до 200 метара од школе. Међутим, пре него што се било која претпоставка формулише о овој случајности, статистички тест може да се примени за овај случај незгода. Побољшани узорци су генерисани од стране подскупа незгода која су настала дању док су школе биле отворене, а скраћени приступ се користи за сваки узорак.

Иста анализа је урађена како би се идентификовала локација школа. Школе су лоциране у близини подручја са великим интензитетом или представљају кластере незгода са већим нивоом ризика, али је показао врхунац ризика на растојањима до 200 метара од школа. Међутим, након тестирања закључено је да се ове криве морају узети са резервом, јер су основу ових кривих чине мали подскупи. Како би се правилно протумачио овај раст ризика до 200 метара од школа, анализиран је мали број незгода у којима су учествовала деца и одрасли пешаци (9 незгода), као и присуство овог ефекта код саобраћајних незгода у којима су учествовали одрасли пешаци у близини школа. Даља истраживања морају да се ураде, али ипак можемо да формулишемо хипотезу. Школе су често локализоване као место где се догађа много незгода у којима су учествовала деца пешаци и оне генеришу велике токове пешака. Наравно, у урбаним срединама, површине око школа представљају заштићена подручја. Густина токова пешака неминовно се повећава како удаљеност од школе опада, укључујући раст локалног ризика. Штавише, 200 метара удаљености од школе може да одговара средњем радијусу области око школе.

5. ЗАКЉУЧАК

На крају могу се упоредити резултати који су добијени иницијалним проблемима. Прво, показано је да незгоде у којима учествују деца пешаци нису случајно локализовани у простору – неколико врхова концентрација незгода постоје и они су идентификовани. Ови примарни резултати су вредни, као што је формулисање како би се добио могући сценарио.

Затим, локализација незгода у којима су учествовала деца пешаци је упоређена са локацијама школа. Приказано је глобално смањење односа – пропорција у овом случају има тенденцију да опада како удаљеност од школе расте. Штавише, тачан раст ових незгода је до 200 метара од школе.

Хипотеза је формулисана када ова удаљеност одговара средњем радијусу заштићеном подручју око школа. Ипак, ови резултати тек треба да буду потврђени еквивалентнијим анализама које би довеле до других закључака.

Са методолошке тачке гледишта, овде се користе привилеговане истраживачке методе. Неке од њих су засноване на интензивним израчунавањима, а не на прелиминарним претпоставкама. Две методе могу се посматрати локално, а не глобално, применом ширине датог простора и лако се представља на мапама (процене густине и Geographical Analysis Machine).

Постоји доста метода које идентификују откривање зоне са великим бројем саобраћајних незгода са пешацима. GIS се заснива на методологији која помаже квантификацији концентрација незгода и на тај начин смањују степен субјективности које се укључују у идентификацију зона са великим бројем саобраћајних незгода.

Методи који идентификују незгоде препоручују се за употребу у односу на поступак суме редова која такође помаже у откривању узрока проблема на основу резултата појединачних метода. Доносиоци одлука могу да користе добијене резултате како би могли да издвоје средства за побољшање безбедности саобраћаја те зоне, на основу њеног ранга. Овај приступ није само практичан него се лако спроводи, јер многе агенције прикупљају податке о незгодама, податке о становништву, као и податке о саобраћају у GIS формату. Међутим, ако се оствари статистичка корелација између једног од појединачних метода и композитне методе, овај метод се може користити са минималним трошковима и временом.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Arnaud, B., Huguenin-Richard, F. 2000: "Spatial distribution of road accidents in the vicinity of point sources : application to child pedestrian accidents", Geography and Medicine, Editions Elsevier, pp. 54-64
- [2] Bailey T., Gatrell A., 1995.: "Interactive Spatial Data Analysis", Longman Scientific and Technical, London, 413 p.
- [3] CTRE, 2002.: "Evaluation of the Iowa DOT's Safety Improvement Candidate List Process". Prepared by the Iowa State University, Center for Transportation Research and Education for the Iowa State Department of Transportation, Report No.: CTRE Project 00-74. Ames, IA.
- [4] Diggle P., Elliott P., Morris S., Shaddick G., 1997.: "Regression modelling of disease risk in relation to point sources", Journal of the Royal Statistical Society, A, Vol. 160, Part 3, pp. 491-505
- [5] Elliott P., Martuzzi M., Shaddick G., 1995.: "Spatial statistical methods in environmental epidemiology": a critique, Statistical Methods in Medical Research, Vol. 4, pp. 139-161
- [6] Fotheringham S., Zhan B., 1996.: "A comparison of three exploratory methods for cluster detection in spatial point patterns", Geographical Analysis, Vol. 28, n° 3, pp. 200-218
- [7] Hastie T., Tibshirani R., 1990.: "Generalized Additive Models", Chapman & Hall., London, 335 p.
- [8] Layton, Robert, D., 1996. An Evaluation of the Safety Priority Index System. Traffic Management Section. Oregon Department of Transportation, December, as cited in CTRE, 2002. Evaluation of the Iowa DOT's Safety Improvement Candidate List Process. Prepared by the Iowa State University, Center for Transportation Research and Education for the Iowa State Department of Transportation, Report No.: CTRE Project 00-74. Ames, IA.
- [9] McMillen, Robert, D., 1999.: "Statistical Evaluation in Traffic Safety Studies", Informational Report. Institute of Transportation Engineers, Washington, DC.
- [10] Openshaw S., 1995.: "Developing automated and smart spatial pattern exploration tools for geographical information systems applications", The Statistician, Vol. 44, n° 1, pp. 3-16
- [11] Srinivas S. Pulugurtha, Vanjeeswaran K. Krishnakumar, Shashi S. Nambisan: "New methods to identify and rank high pedestrian crash zones", Accident Analysis and Prevention 39 (2007) 800–811,

Кратка биографија:



Милена Нинић рођена је у Сенти 1990. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранила је 2015. год.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању ванредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

ИСТРАЖИВАЊЕ УСПОРЕЊА ТРАНСПОРТНИХ САСТАВА ПРИЛИКОМ КОЧЕЊА RESEARCH OF DECELERATION OF HEAVY COMMERCIAL VEHICLES DURING THE BRAKING

Зоран Будаков, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – У раду је обрађена тема експерименталног утврђивања успорења тешких теретних возила током процеса кочења. Основни циљ рада је утврђивање параметара кочења код ових типова возила, који могу бити употребљени у поступку реконструкције саобраћајних незгода.

Abstract - This work is about experimental determination of the deceleration of heavy commercial vehicles during the braking. The main goal of the research is determination of the braking parameters of this kind of vehicles that could be used in the procedure of traffic accident reconstruction.

Кључне речи: параметри кочења, успорење, експеримент, транспортни састави

1. УВОД

У укупној структури саобраћајних незгода, тешка теретна возила су заступљена много мање него што су то остале категорије учесника у саобраћају (пешаци, бициклисти, мотоциклисти и аутомобили).

Један од важнијих задатака који се поставља пред истражитеље приликом експертиза саобраћајних незгода јесте утврђивање брзина кретања учесника незгоде и спровођење временско-просторне анализе њеног тока. Како би се дошло до ових података неопходно је утврдити успорење које возило остварује на путу форсираног кочења.

Интензитет успорења возила током кочења у пракси се најчешће усваја на основу препоручених табличних вредности које се дају у зависности од врсте и стања коловоза, стања пнеуматика, брзине кретања итд. Међутим, након ванредних техничких прегледа, којима су подвргавана возила након саобраћајних незгода, утврђено је да успорења израчуната помоћу кочионог коефицијента измереног на техничком прегледу у већој или мањој мери одступају од успорења добијених експерименталним мерењем у реалним условима.

2. ОБЕЛЕЖЈА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА У КОЈИМА СУ УЧЕСТВОВАЛА КОМЕРЦИЈАЛНА ВОЗИЛА У САД

Према званичним подацима „NHTSA“ (National Highway Traffic Safety Administration) у САД се годишње догоди око 6 милиона саобраћајних незгода.

НАПОМЕНА:

Овај рад је произтекао из мастер рада чији ментор је био др Зоран Папић, ванр. проф.

Тешка теретна возила у овим незгодама учествују са око 10%, при чему су тегљачи са полуприколицом заступљени са преко 50%. Најризичнији маневар представља маневар десних скретања из разлога лоше прегледности, поготово уколико се обавља у граду где је велико учешће пешака и бициклиста који се могу поткрасти у мртве углове комерцијалних возила. Број погинулих, тешко повређених лица, лакше повређених лица као и последице које нису захтевале болничко лечење најчешће су код маневра десног скретања.

3. ТЕОРИЈА КОЧЕЊА

Кочење возила је процес који се врши са циљем да се возило успори или заустави. Уређај којим се врши кочење је уствари читав низ елемената и посебних уређаја, тако да сви укупно чине систем за принудно смањење брзине односно кочење. Возило у кретању поседује кинетичку и потенцијалну енергију које се могу исказати једначином енергетског биланса:

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2} + \frac{E_a}{\eta_a} + E_t \quad (3.1)$$

Уопште посматрано кинетичка енергија возила се састоји од кинетичке енергије маса које се крећу транслаторно (E_{kt}) и кинетичке енергије маса које имају обртно кретање (E_{ko}). Укупна кинетичка енергија је:

$$E_k = E_{kt} + E_{ko} \quad (3.2)$$

Промена потенцијалне енергије возила израчунава се помоћу израза :

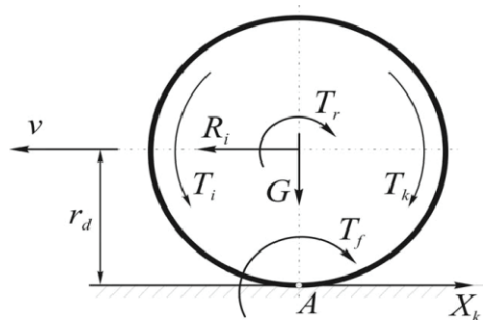
$$\Delta E_p = m \cdot g (h_1 - h_2) \quad (3.20)$$

3.2 Динамичка анализа кретања

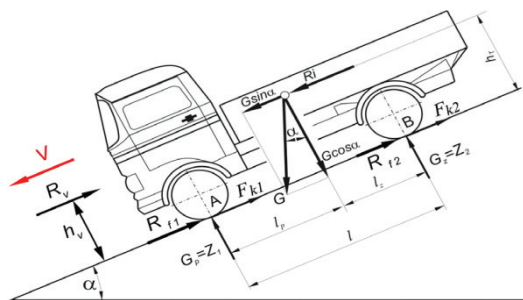
Динамичком анализом се предвиђају закони кретања коченог возила, успорење, време и пут кочења. Процес кочења почиње почетком дејства обртног момента кочења, који има супротан смер од смера обртања точкова, а остварује се у кочницама возила или успоривачима.

Тиме се на споју точка и подлоге изазива тангенцијална реакциона сила, супротног смера од смера кретања возила, којом се у ствари уравнотежује компонента тежине возила $G \cdot \sin \alpha$ (када се возило кочи на низбрдици) и сила инерције, која сада, због успорења, има смер кретања возила (слика 3.2).

Као и код проучавања вучних карактеристика возила, да би се нашле граничне вредности сила кочења, потребно је претходно дефинисати вредности отпора тла по осовинама.



Слика 3.2 Схема дејства сила и момената на коченом точку



Слика 3.3 Динамичке силе које дејствују на возило у кретању

За идеализовани случај заустављања возила, када се занемаре сви отпори који потпомажу бржем заустављању, дакле $R_a = R_v = 0$, преостаје једино сила кочења којом је потребно савладати силу инерције.

$$a = \frac{g}{\delta} (\mu + f) \quad \left[\frac{m}{s^2} \right] \quad (3.52)$$

3.3. Параметри заустављања коченог возила

Под параметрима заустављања коченог возила подразумевају се вредности пута које возило пређе у процесу кочења до заустављања (пут кочења) и времена потребног за остварење потпуног заустављања возила (време кочења). Време заустављања директно следи из једначине :

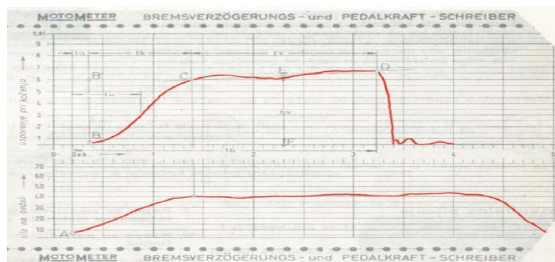
$$t_k = \frac{\delta}{g} \int_{v_2}^{v_1} \frac{d_v}{\left(\frac{K \cdot A \cdot v^2}{G} + f \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha + \xi \cdot \mu \cdot \cos \alpha \right)} \quad (3.58)$$

Пут кочења се може израчунати помоћу израза:

$$a = \frac{dv}{dt} \frac{dS}{dS} = \frac{dv}{dS} \frac{dS}{dt} = v \frac{dv}{dS} \quad (3.60)$$

3.4. Стварни параметри процеса кочења

Реално снимљени дијаграми процеса кочења приказују стварну слику и параметре у том процесу (слика 3.4)



Слика 3.4 Реални дијаграм у процесу кочења

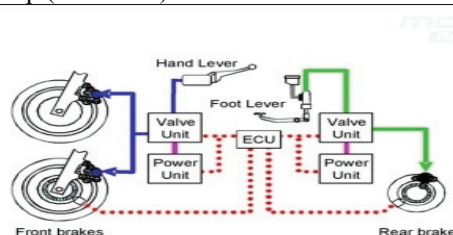
4. СИСТЕМ ЗА КОЧЕЊЕ ВОЗИЛА

4.1. Структура кочних система

Најшире посматрано систем за кочење возила има следеће основне делове или подсистеме: радна кочница, помоћна кочница, паркирна кочница и допунска кочница.

4.2. „ABS“ систем кочења

„ABS“ (Anti-lock Braking System) систем кочења је систем који спречава блокирање точкова при интензивном кочењу и омогућава добру управљивост возила у условима смањеног пријањања. „ABS“ функционише тако да се кочење реализује тачно на граници у којој се точак максимално успорава, али још увек се окреће. Четири основне компоненте „ABS“ система су: сензор брзине, пумпа, вентили и контролер (слика 4.4).



Слика 4.4 Схема ABS уређаја

5. ТРАГОВИ КОЧЕЊА

5.1. Детекција трагова

Испитивање трага кочења може дати одговор на нека суштинска питања при реконструкцији саобраћајне незгоде. Настају због сложених фактора као што су кретање возила, кочионе силе, трење са подлогом и судар са другим возилима.

Према начину настајања трагова које формирају точкови моторног возила разликују се: трагови вожње, трагови клизања, трагови заношења, трагови блокираних точкова и трагови кочења.

Трагови вожње настају када се возило слободно креће точковима који нису кочени. Ово су трагови који се релативно ретко и тешко уочавају на сувим и чистим савременим коловозним засторима.

Трагови клизања настају услед тежине возила које се креће по коловозном застору на коме точкови немају могућност да захвате површину коловоза, услед чега се блокирају, тако да се возило доведе у стање клизања.

Трагови заношења формирају се од точкова возила које се у кретању заносило у страну, укоси или попречно у односу на подужну осу возила. Трагови заношења могу да настану из трагова вожње и трагова кочења.

Трагови блокираних точкова настају када се у процесу кочења точкови не окрећу тј. када су кочењем блокирани. Клизање пнеуматика блокираних точкова коченог возила на коловозу не оставља трагове са отиском шара.

Трагови кочења код саобраћајне незгоде настају од точкова возила које је било закочено. Почетак трага кочења даје могућност да се утврде моменат и место

када је возач кочењем реаговао на опасност. Дужина трагова омогућује израчунавање брзине кретања возила непосредно пре почетка кочења и на местима дуж трагова кочења.

6. КОНТРОЛА ТЕХНИЧКЕ ИСПРАВНОСТИ ВОЗИЛА

Контрола техничке исправности возила обухвата детаљну контролу свих уређаја возила, битних са гледишта безбедности вожње, а врши је, на редовном техничком прегледу, овлашћена организација за вршење техничког прегледа возила. У ову сврху, овлашћене организације за вршење техничког прегледа возила морају бити опремљене одговарајућом испитивачком опремом и уређајима, а морају располагати и одговарајућим стручним кадром.



Слика 6.1 Линија (канал) техничког прегледа

Технички преглед возила која су учествовала у испитивању извршен је у техничком прегледу „TECHNO EXPERT CENTAR DOO“ у Новом Сланкамену. Вршен је редован технички преглед за возила која су учествовала у испитивању. Изглед линије техничког прегледа приказан је на слици (слика 6.1).

6.2. Израчунавање коефицијената кочења

Израчунавање коефицијената кочења испитиваних возила вршено је по обрасцу:

$$z_{rk} = \frac{F_{1levo} + F_{2levo} + F_{1desno} + F_{2desno}}{G} \cdot 100 \quad [\%] \quad (6.1)$$

Коефицијенти кочења испитиваних возила су следећи:

Возило бр. 1: 60,27%

Возило бр. 2: 38,31 %

Возило бр. 3: 60,46 %.

7. ИСПИТИВАЊЕ И МЕРЕЊА ПАРАМЕТАРА КОЧЕЊА

7.1. Поставка испитивања

Циљ испитивања је био одређивање успорења код тешких теретних возила и упоређивање добијених резултата са подацима из табела које се користе за реконструкцију саобраћајних незгода. За овај експеримент од суштинске важности била су следећа три елемента:

- мерна опрема помоћу које се бележе резултати испитивања,
- средства (возила) која су била употребљена ради добијања тих података,
- место на коме се врши испитивање.

7.2. Карактеристике возила

Возила која су била употребљена у експерименту су тегљачи. Два возила су марке „Mercedes Benz 1846 LS ACTROS“, а једно возило је „VOLVO FH 12“. Оба возила марке „Mercedes“ имају исте карактеристике и оба су произведена 2008. године. Остале карактеристике су: радна запремина мотора 11.946 cm³, снага мотора 335 kw, маса празног возила 8.025 kg, једна погонска осовина, пнеуматски кочиони систем, ABS уређај. Тегљач марке „VOLVO FH 12“, произведен је 2003. године. Остале карактеристике су: радна запремина мотора 12.130 cm³, снага мотора 338 kw, маса празног возила 7.990 kg, једна погонска осовина, пнеуматски кочиони систем, ABS уређај.

7.3. Принцип рада мерног уређаја

Мерни уређај уграђен у „Vericom VC 3000“ је високо прецизни акцелерометар који мери покрете као стопу промене брзине, односно убрзање и успорење. Рачунар не мери само максималну G силу већ мери и њен просек који је практично коефицијент пријањања. Информације расположиве после теста кочења су следеће: утрошено време, брзина, пређени пут, просечна уздужна G сила, просечна бочна G сила, максимална уздужна G сила, максимална бочна G сила, тренутна G сила, графици.

7.4. Мерења параметара кочења испитиваних возила

7.4.1. Мерење параметара кочења за прво возило („Mercedes Benz 1846 LS ACTROS“ без полуприколице)

Кочење је вршено на путу у правцу без уздужног нагиба, са равним коловозом и без оштећења и трагова нечистоћа. Брзина кретања првог тегљача је била од 22 km/h до 68 km/h. Овај тегљач није имао полуприколицу и није био оптерећен зато је и имао веће вредности максималног успорења у односу на вредност која је прописана у таблицама и која износи 5 m/s².

Максималне вредности успорења су се кретале од 6,8 до 7,3 m/s². На основу резултата може се приметити да је при већим брзинама дужи и пут кочења возила, као и време које је потребно да се возило потупно заустави.

7.4.2. Мерење параметара кочења за друго возило („Mercedes Benz 1846 LS ACTROS“ са полуприколицом)

Други тест је извршен, такође, на возилу марке „Mercedes Benz 1846 LS ACTROS“, али са полуприколицом. Кочење је вршено на путу у правцу без уздужног нагиба, са равним коловозом и без оштећења и трагова нечистоћа.

Брзина кретања другог тегљача је била од 20 km/h до 32 km/h. Овај тегљач је имао полуприколицу која није била под теретом, па су ради сигурносних и практичних разлога брзине пре кочења биле доста мање него код првог теста.

Стога је и разумљиво да су просечне и максималне вредности успорења мање од прописане вредности која износи 6 m/s².

7.4.3. Мерење параметара кочења за треће возило („VOLVO FH 12“ без полуприколице)

Трећи тест је обављен на возилу „VOLVO FH 12“ под истим временским условима и на истом полигону за тестирање. Кочење је вршено на путу у правцу без уздужног нагиба, са равним коловозом и без оштећења и трагова нечистоћа. Брзина кретања тегљача је била од 18 km/h до 33 km/h. Овај тегљач није имао полуприколицу и није био оптерећен зато је и имао веће вредности максималног успорења у односу на вредност која је прописана у таблицама и која износи 5 m/s^2 . Максималне вредности успорења су се кретале од 3,58 до $7,10 \text{ m/s}^2$. На основу резултата може се приметити да је при већим брзинама дужи и пут кочења возила, као и време које је потребно да се возило потпуно заустави.

7.5. Закључна разматрања

У пракси саобраћајно-техничког вештачења најчешће се за одређивање успорења користе већ постојеће таблице. Обзиром да је испитивање обављено на асфалту који је био сув, нов и груб, а да су вредности успорења прелазиле вредности назначене у таблицама које се користе у пракси саобраћајно-техничког вештачења, може се закључити да се наведене таблице морају редовно кориговати обзиром на све бржи техничко-технолошки развој у области ауто индустрије.

8. ЗАКЉУЧАК

На основу свега до сада наведеног може се закључити да проблематика у овом раду захтева обимнија истраживања, бољи системски приступ и комплекснију анализу резултата. Мора се узети у обзир много више фактора који утичу на зауставни пут и успорење возила. Данашњи системи кочења су много напреднији и много бољи него системи кочења који су се користили приликом одређивања табличних вредности за успорења.

Требало би што чешће вршити корекцију података како би се што приближније и што реалније могла реконструисати саобраћајна незгода. Ова истраживања би требало спровести на свим подлогама и при свим временским условима како би се добиле реалне вредности успорења за све временске услове и за све подлоге чиме би се могле ускладити табличне вредности са реалним вредностима.

9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Јанковић, Д., Тодоровић, Ј., Теорија кретања моторних возила, Београд, 1983
- [2] Костић, С., Техника безбедности и контроле саобраћаја, ФТН, Нови Сад, 2002.
- [3] Тодоровић, Ј., Кочење моторних возила, Београд, 2008
- [4] Поповић, М., Приручник за технички преглед возила, Нови Сад, 2001
- [5] Vericom profile software manual
- [6] Стојановић, А., Друмска возила, Ниш, 2010
- [7] Murphy, R., Limpert, R., Seget, L., Bus, truck, tractor/trailer breaking system performance, 1970
- [8] <http://www.vericomcomputers.com/>
- [9] <http://ttl.masfak.ni.ac.rs/>
- [10] <http://www.nsautoforum.com/>

Кратка биографија:

Зоран Будаков – рођен је у Зрењанину 1987. године. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај и транспорт - Форензичко инжењерство у саобраћају одбранио је 2015. године.

**СИСТЕМИ ЗА ПРАЋЕЊЕ ПОШИЉАКА У ГЛОБАЛНИМ ЛАНЦИМА
СНАБДЕВАЊА: ПРИМЕР KUEHNE + NAGEL****TRACK AND TRACE SYSTEMS IN GLOBAL SUPPLY CHAINS: A CASE STUDY OF
KUEHNE + NAGEL**

Драган Буљешевић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област- САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – У раду је, на основу претходно систематизованих теоријских сазнања, приказан начин функционисања једног реалног трек и трејс система на примеру компаније Куне + Нагел. Прво је детаљније објашњена сама архитектура система, односно који све софтверски пакети потпомажу његов рад. Затим су презентоване функције које систем поседује, да би се на крају детаљније објаснила свака функција посебно. Упоредо са тим, истакнути су бенефити и одређени недостаци коришћења KNLogin система за праћење пошиљака.

Abstract - This paper is, based on theoretical knowledge, presented way of functioning the Treck and Trace system in Kuehne + Nagel Company. First it is explained details of the architecture of the system, as well as all software packages which supports its work. Then it is presented functions that the system has, at the end to be explained every functions separately. At the same time it is also given benefits and shortcomings of using the KNLogin system for Track and Trace.

Кључне речи: Ланци снабдевања, трек и трејс системи, KNLogin

1. УВОД

Данас је веома тешко повући границу између предузећа, која као крајњи продукт нуде корисницима материјални производ, и оних која нуде услугу. Са аспекта савременог тржишта, сва предузећа теже ка формирању понуде по логистичком концепту 7П, који подразумева: права роба, у право време, на правом месту, у правом стању, правог квалитета, за правог купца и све то по прихватљивим трошковима – прихватљивој цени [1].

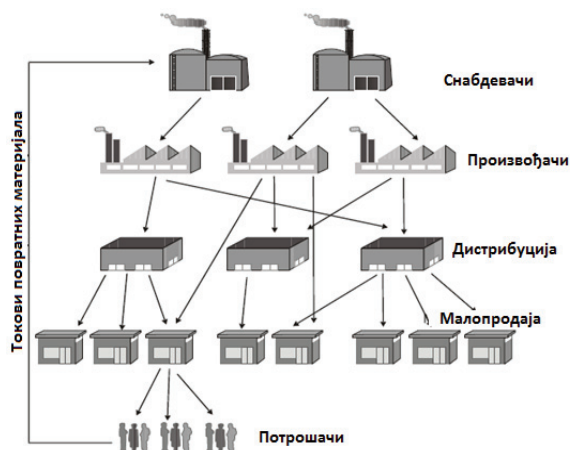
Овај концепт подразумева пружање комплетне и квалитетне логистичке услуге (према системима „Door to door” или „Full service packet”.

Овај рад се, пре свега, бави позиционирањем и функционисањем компанија у глобалним ланцима снабдевања, са посебним акцентом на разматрању примене савремених логистичких концепата, као што је аутсорсинг, и савремених информационих решења, као што су системи за праћење пошиљака.

У другом поглављу рада приказан је и детаљније објашњен појам глобалног ланца снабдевања и његових појединачних елемената. Треће поглавље рада објашњава појам логистичког аутсорсинга и његов значај за рад савремених компанија које пре свега желе да се посвете реализацији својих примарних делатности. У четвртном делу рада, тежиште је на системима за праћење возила и пошиљки у реалном времену, чему се данас придаје све више пажње. Тема петог поглавља је студија случаја реалног *Трек и Трејс* система у компанији Куне Нагел (Kuehne Nagel, у даљем тексту КН).

2. ГЛОБАЛНИ ЛАНЦИ СНАБДЕВАЊА

Ланац снабдевања (*Supply Chain* - SC), почиње са необрађеним сировинама и завршава са употребом готових производа од стране крајњег корисника; при чему повезује многе компаније које учествују у датом процесу трансформације сировина у финалне производе [2, 3]. Према томе, ланац снабдевања подразумева размену материјала и информација у логистичким процесима која се протеже од прикупљања сировина до испоруке готових производа крајњем кориснику; и састоји се од више компанија и њихових међусобних односа представљених преко низа активности, процеса и политика понашања (слика 1). Унутар сваког ланца снабдевања могу бити идентификована четири кључна тока: ток материјала, ток информација, финансијски и ток власништва.



Слика 1. Шематски приказ ланца снабдевања [2]

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др Маринко Масларић.

2.1. Значај информација у ланцу снабдевања

Права информација, у право време и на правом месту, пружа могућности правовременог и адекватног реаговања на строге захтеве тржишта, како у производњи, тако и у трговини. Ланац снабдевања обухвата све процесе, који се генеришу код испоручиоца, произвођача, продајних посредника и укључених даваоца логистичких услуга, све док производ не буде испоручен крајњем купцу. Информације у ланцу снабдевања имају задатак да координирају и подржавају наведене процесе. Тиме може да се направи разлика између разних врста информација: које се односе на подршку парцијалним процесима (нпр. информација за планирање унутрашњег транспорта, информације за отпрему) или које се односе на процесе који се координирају. Информације које подржавају процесе углавном се односе на један парцијални процес и описују токове и објекте у оквиру њега. Информације, које координирају процесе, повезују више процеса међусобно и са окружењем, и обезбеђују временску и просторну синхронизацију понуде и тражње робних токова. Основне карактеристике информација у ланцу снабдевања су [4]:

- примена информација у свим карикама ланца снабдевања је веома интензивна,
- постоји информациона повезаност свих процеса у предузећу,
- постоји информациона повезаност предузећа и окружења,
- постоји велики број повратних информационих токова,
- квалитет информација директно утиче на пласман робе на тржишту.

3. ЛОГИСТИЧКИ АУТСОРСИНГ

Логистички провајдери, или провајдери логистичких услуга су специјализоване компаније које могу преузети на себе реализацију неких од логистичких активности других компанија. Ове компаније су усмерене ка реализацији своје основне делатности, па извршавање логистичких процеса и активности поверавају специјализованим логистичким провајдерима. На тај начин знатно смањују и трошкове логистике, што се свакако одражава и на смањење њихових укупних трошкова пословања.

Аутсорсинг се може дефинисати као стратешко коришћење спољних компанија за реализацију функција које је традиционално обављало интерно особље користећи интерне ресурсе. Наиме, компанија тежи да ангажује специјализоване компаније које пружају одређене услуге.

Логистички провајдери представљају посебне елементе логистичког система (тржишта) чије се функционисање и пословање заснива на услужној логистици. Компаније које желе да се у потпуности посвете реализацији своје примарне активности ангажују логистичке провајдере. Поред повољне цене логистичких услуга, оно што гарантују логистички провајдери јесте квалитет пружене услуге у договореном временском року. Основна идеја је да компанија склопи дугорочну сарадњу са другим,

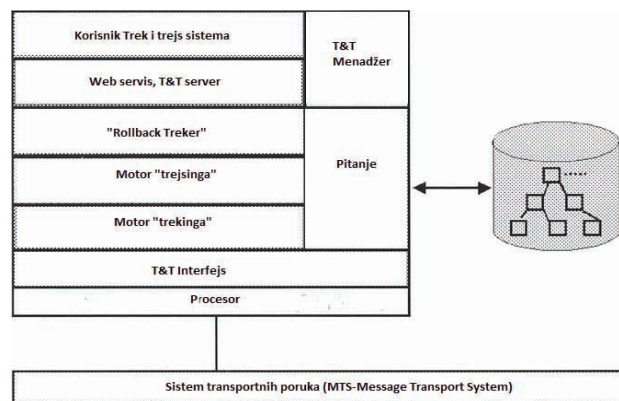
спољним компанијама у оним пословима који су изван главних компетенција матичне компаније, тј. оним пословима који не спадају у основне функције матичне компаније. Еволуција логистичких провајдера је започета такозваним инсорсингом, а у савременом пословању је све заступљенији вид електронског пословања где логистички провајдери имају значајну улогу.

4. СИСТЕМИ ЗА ПРАЋЕЊЕ ПОШИЉАКА

Коришћење система за праћење пошиљака (енг. *Track and Trace*) у реалном времену, потребно је са циљем да се интегрише е-логистика са постојећим логистичким системима и побољша квалитет пружене услуге корисницима логистичких услуга.

"Трек и трејс" систем има за циљ да повећа ефикасност, прецизност и укупно задовољство корисника логистичких услуга кроз аутоматски процес праћења робе од пошиљаоца до примаоца. Побољшање перформанси на овај начин ће створити дуготрајне уговоре са корисницима логистичких услуга. "Трек и трејс" системи се пре свега баве двама врстама захтева у транспорту: од компаније до компаније и од компаније до потрошача.

Многе компаније у свету имају и развијене апликације за паметне телефоне којима олакшавају наручивање робе. Познате су следеће Е-логистичке платформе: MOMS (*Moving Object Management Server*), MTA (*Message Transport Agent*), Adapter, Almt. Kim (2001). На слици 2 приказан је "трек и трејс" систем са свим неопходним компонентама за његово функционисање.



Слика 2. Приказ "трек и трејс" система [5]

5. СТУДИЈА СЛУЧАЈА

Пето поглавље рада представља реални пример пословања једног од највећих логистичких провајдера на светском тржишту, са посебним освртом на системе за праћења пошиљака које ова компанија нуди својим клијентима. Полазећи од историјског развоја компаније, показатеља компаније, позиције компаније на тржишту и услуга које нуде, посебно се разматрајуа софтверска решења која се примењују у њеном пословању, нарочито на пољу праћења пошиљака.

5.1. Системи за праћење пошиљака у КН-у

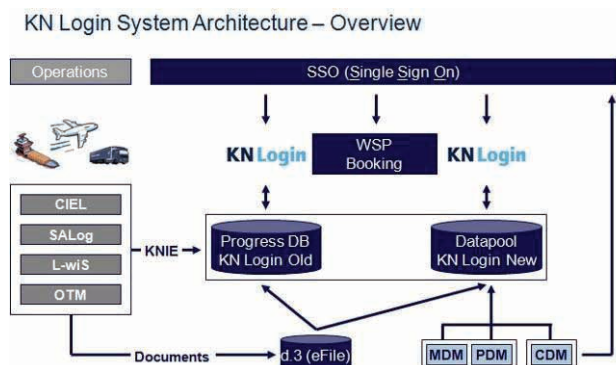
KNLogin, као јединствен TMC (*Transport Managment System*), пружа врхунску прегледност (видљивост) ланца снабдевања као и управљачка решења, која значајно побољшавају продуктивност и ефикасност пословања њихових клијената.

KNLogin је свеобухватна платформа за управљање ланцем снабдевања, која је развијена да би помогла да се оптимизују критични процеси у логистици, набавци и опслуживању клијената и да обезбеди опције које ће помоћи да се смање трошкови логистике. Он даје преглед целокупне количине робе у процесу трансфера и шири хоризонте ланца снабдевања широм света и индустрије. Било да транспортују сировине за сопствену производњу, полупроизводе или готове производе за продају, клијенти се увек могу ослонити на KNLogin мрежу, која је водећа у индустрији, а неке од одлика KNLogin мреже су:

- он-лајн оптимизација ланца снабдевања, надгледања, сарадње и управљања,
- широк спектар модула, да би изградили наменску, разноврсну структуру која је погодна па пословање њихових клијената,
- унифициран изглед и систем за авио транспорт, поморски транспорт, друмски транспорт и уговорену логистику,
- смањење трошкова, краћа транзитна времена и побољшано управљање залихама.

5.2. Архитектура KNLogin система

Као и сваки сличан софтверски систем, и KNLogin не функционише самостално. Иза њега се налази доста других софтверских система и решења која представљају интерне програме КН-а. На слици 3 је приказана архитектура односно сви додатни софтверски пакети који потпомажу рад KNLogin-a.



Слика 3. Архитектура KNLogin-a [6]

Након логовања на KNLogin портал, први прозор које се појављује се састоји од шест падајућих менџа, у којима се налазе сви могући алати који служе за рад са пошиљкама.

Најбитније опције које нуди KNLogin, а директно су везане за праћење пошиљака су:

- View
- Dashboarding
- Interactive Delivery Planer
- Monitoring
- Data extract

View алат, директно је усмерен на претрагу пошиљака и њихов преглед. Међутим, KNLogin је отишао корак даље у односу на друге системе за праћење пошиљака, па тако нуди и алат који пружа могућност да се на порталу може вршити и претрага на основу опреме, односно по контејнерима и камионима. Чак и после одабира начина претраге, следи велики дијапазон филтера помоћу којих се још прецизније може дефинисати претраживана пошиљка.

Након филтрирања и претраге програм ће излистати све пошиљке које улазе у опсег унетих филтера. Како та листа пошиљака изгледа може се водети на слици 4.

Shipment Overview - ALL MODES														
Shipment ID	Shipment Date	KN Origin Reference	Plat Type	Product	Mode	Route From	Route To	ETA / ATA	ETA / ATA Delivery	Last Process Name	Last Process Date	Required Date of Delivery	External Images	Notes
12345678	12Jun10	4736-2052-006-011	6	PCS	Air	Holland	Manchester	13Jun10	18:37	ArrivalReport	13Jun10	18:37		
12345678	12Jun10	4410-2459-006-011	4	PCS	Air	Taipei	Fuzhou	13Jun10	09:20	Received at Origin	11Jun10	15:01		
12345678	12Jun10	4110-0786-006-011	63	CTN	Sea	Hong Kong	Southampton	08Jul10	15Jul10	Received at Origin	08Jun10	12:00	15Jul10	
12345678	12Jun10	2220-0285-006-019	30	CTN	Sea	Hong Kong	Southampton	01Jul10		Received at Origin	11Jun10			→
12345678	12Jun10	2220-0285-006-019	30	CTN	Sea	Hong Kong	Southampton	01Jul10		Received at Origin	11Jun10			→
12345678	12Jun10	4881-0286-006-012	782	CTN	Sea	Changsha	Falkenstein	06Jul10	06Jul10	Shipment-Transit	12Jun10		06Jul10	
12345678	12Jun10	2220-0285-006-025	1	200	Sea	Santos	Southampton	02Jul10		Booked by Supplier				
12345678	12Jun10	2220-0285-006-016	1	200	Sea	Santos	Southampton	02Jul10		Received at Origin	10Jun10	12:00		→
12345678	12Jun10	4351-0286-006-225	2	Cont	Sea	Shanghai	Southampton	06Jul10		Shipment-Transit	12Jun10	01:00		
12345678	12Jun10	4359-0286-006-240	026	CTN	Sea	Ningbo	Liverpool	21Jul10		Shipment-Transit	12Jun10			

Search Results 61-70 Page: 1 of 7 70 22 On to 00 780 Total Results

Слика 4. Листа филтрираних пошиљака [7]

Уколико се желе додатне информације о пошиљци, корисник једноставним избором одабране пошиљке, може да приступи свим подацима који се везују за ту пошиљку. Добија се детаљан приказ додатних информација. Прозор са детаљима пошиљке је подељен у 10 делова и то:

- информације о примарним референцама,
- планирани и стварни проток робе и докумената,
- информација о пошиљци са очекиваним и стварним временима,
- детаљи пута или итинерера са пратећим информацијама о броду,
- информације о контејнеру,
- информације о товару,
- адресе,
- додатне референце клијента,
- документа,
- део везан за мониторинг.

Dashboard је апликација која подсећа на контролну станицу и која омогућава преглед догађаја, пошиљака и контејнера. Прецизније, клијенти могу имати увид у пошиљке које су већ послате, пошиљке које још нису послате тј. прогнозиране пошиљке и надзорни преглед над свим пошиљкама (догађаји и изузетци). *Dashboard* пружа два функционална панела, а то су панел за преглед пошиљака у транзиту (*In-Transit Summaery Panel*) и панел за прогнозу (*Forecasting Panel*).

Ово је веома користан алат за клијенте, јер се једноставном претрагом добија увид у пошиљке у кретању. Када клијент има овакве информације на време и у реалном времену, лако може унапред да планира своје даље активности са робом. Уколико *Dashboard* показује да постоји 5 пошиљака у транзиту из Шангаја и клијент жели да тачно види које су то пошиљке, притиском на број 5 појавиће се прозор са прегледом пошиљки, идентично као и у View делу. У овом случају све пошиљке ће бити истог статуса и

почетних станица. Корисник може и детаљно да види шта садрже пошиљке тј. која роба је у питању.

Monitoring, као што је и само значење речи, подразумева надгледање стања пошиљке, односно праћење њеног статуса. Овај алат је настао као жеља клијената да имају могућност проактивног информисања о критичним корацима у процесу транспорта и потенцијалним одступањима од договореног плана транспорта.

Након што је овај алат развијен и имплементиран у KNLogin, праћење пошиљака преко KNLogin је нагло почело да расте унутар КН пословања. Мониторинг, као један од алата KNLogin-а, постао је назначајнији алат који KNLogin нуди.

Мониторинг је веома битан јер не захтева чак ни логовање корисника на KNLogin сервис, него се приликом подешавања мониторинга подешавају и контакти људи који ће бити проактивно обавештавани. То значи да, уколико се догоди нешто што је веома важно за клијента и он жели да буде моментално обавештен о томе, клијент прима мејл са информацијом да се догађај одиграо. Ови догађаји се најчешће везују за статусе пошиљке, документа, референце итд.

Interactive Delivery Planer или Интерактивни Планер Доставе (ИДП) је још један у низу важних алата који поседује KNLogin и који подржава напоре клијената и запослених у КН-а да ефикасно и ефективно организују доставу поморских пошиљака/контејнера из луке пражњења контејнера или депоа са контејнерима унутар увозне луке.

ИДП олакшава приоритетизацију пошиљака или контејнера који се достављају на основу важности пошиљке која се превози. Постоје две врсте корисника ове апликације: особе које планирају распоред и особе које одобравају исти. Улогу планера или одобраватеља могу преузети клијенти, или их доделити трећој страни на пример складишном оператеру. Одобраватељи су углавном људи из КН-а или складишни оператери уколико складиште није под управљањем КН-а, али исто тако могу и клијенти бити задужени за одобравање. Постоји и опција да се спољашњим корисницима апликације омогући опција да само могу да прегледају распореде, али не и да активно учествују у њиховом креирању.

Помоћу *Data Extract* алата, клијенти се снабдевају извештајима свих врста, као што су транзитне активност, предвиђања и планирања, резултати, итд.. Извештаји се такође могу користити за генерисање база података и њихово постављање на ФТП сервер за подршку основне размене података. Такође, могуће је одређену врсту извештаја сачувати и покретати их на различитим пошиљкама, што смањује обим посла, јер се избегава стално прављење истих филтера за различите пошиљке.

6. ЗАКЉУЧАК

Глобални ланци снабдевања, чије се функционисање заснива на ефикасним системима транспорта робе представљају потенцијалне кориснике система за праћење пошиљака у реалном времену. У овом раду приказани су глобални ланци снабдевања као генератори логистичких услуга на једној страни и

савремени логистички провајдери као компаније које управљају деловима или комплетним ланцима снабдевања на другој страни.

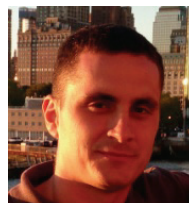
Примена система за праћења пошиљака обезбеђује знатну економску корист учесницима у транспортном ланцу, углавном као резултат уштеда у времену у различитим операцијама и процедурама са документима. Системи ове врсте поседује и значајну тржишну вредност, јер је тражња за праћењем терета у реалном времену велика. Уз одређене потенцијалне ризике који се односе на само пројектовање и експлоатацију система друштвено-економска корист је несумњива. Системи ове врсте ће вероватно у будућности бити у међусобној конкуренцији, као и у конкуренцији са другим информационим системима за праћење пошиљака (робе).

Посебан, практичан, допринос овог рада је у конкретном приказу рада једног од најсофистициранијих система за трековање пошиљака: KNLogin-а. Он представља јединствен софтверски пакет који нуди велики спектар моћних алата који олакшавају корисницима провајдерски услуга рад са њиховом пошиљкама. Колико је клијентима атрактиван овај софтверски пакет, говори и података да постоји опција да клијенти, иако не користи директно од КН-а услуге организовања транспорта, могу путем KNLogin-а да прате своје пошиљке. Овај рад представља сажетак мастер рада, који са детаљним приказом рада у анализираном програму, може послужити као својеврсни приручник за рад са системима за праћење пошиљака.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Goldstein M., "How to assess the performance of an outsourcing and engagement", The Outsourcing Institute, 2004.
- [2] Gajić, V., Marinko, M., *Skripte sa predavanja*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 2008.
- [3] Miljuš, M., Vlajić, J., *Materijal sa predavanja i vežbi, Lanci snabdevanja*, Saobraćajni fakultet univerziteta u Beogradu, Beograd, 2013.
- [4] Rushton, A., Walker S., "International logistics and supply chain outsourcing", British Library, 2009.
- [5] Ha, S.C., Choi J.E., *A Model Design of the Track & Trace System for e Logistics*, Operational Research. An International Journal. Vol 2, No. 1, pp.5-15, Daejeon University, Daejeon, Korea, 2002.
- [6] <http://www.kuehne-nagel.com/>
- [7] <http://www.kn-portal.com/>

Кратка биографија:



Драган Буљешевевић рођен је у Шапцу 19.01.1989 год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћаја је одбранио 2015. године.

STAVOVI VOZAČA PUTNIČKIH AUTOMOBILA PREMA RIZICIMA U SAOBRAĆAJU CAR DRIVER'S ATTITUDES TOWARDS THE RISKS IN TRAFFIC

Predrag Beloš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – *Pojedini stavovi vozača putničkih automobila mogu predstavljati uzrok nastanka saobraćajnih nezgoda. Istraživanjem stavova vozača mogu se izdvojiti grupe učesnika u saobraćaju koje stvaraju najveći rizik od nastanka saobraćajnih nezgoda, te se na njih mogu primeniti posebne mere koje će ih učiniti bezbednijim učesnicima u saobraćaju.*

Abstract – *Certain attitudes of drivers of passenger cars may represent a cause of traffic accidents. Researching the attitudes of drivers, several groups of traffic participants, which create the greatest risk of traffic accidents, can be distinguished and therefore specific measures can be applied to them, measures that will make them safer traffic participants.*

Ključne reči: *Bezbednost saobraćaja, ставови возача путничких аутомобила, ризици у саобраћају.*

1. UVOD

U socijalnoj psihologiji stav se definiše kao relativno trajna mentalna dispozicija stečena socializacijom, jednostavnije rečeno, tendencija da se misli, oseća i postupa na određen način u odnosu sa ljudima, ili u odnosu na neki problem.

Formiranje stavova zavisi od velikog broja različitih faktora, ali najveći uticaj ima grupa kojoj pojedinac pripada, lično iskustvo i informisanost o pojavama ili ljudima prema kojima se formira stav. Stavovi i ubeđenja koja se preuzimaju od najranijeg detinjstva, od majke, porodice, okruženja itd. ostaju duboko utemeljeni, formiraju svet pojedinca, odnose prema ljudima, prijateljima, jednostavnije rečeno oblikuju naš svet. Iz tog razloga veoma je bitno da se u mnogim oblastima, pa i u saobraćaju utiče na formiranje stavova pojedinaca još od najranijeg detinjstva.

Pored toga uticaj na formiranje stavova kod dece treba nastaviti i u periodu njihovog školovanja, kroz razne informativne časove i rad sa decom, putem medija itd. Ukoliko se na ovaj način utiče na formiranje stavova o saobraćaju kod pojedinaca, postoji velika verovatnoća da će nakon toga oni svoje stavove izgraditi tako da će se kao učesnici u saobraćaju ponašati ispravno i bezbedno kako po sebe tako i po ostale učesnike u saobraćaju.

Predmet rada predstavljaju stavovi vozača putničkih automobila prema određenim situacijama u okviru bezbednosti drumskog saobraćaja i njihovo ponašanje u tim situacijama.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Jovanović, vanr. prof.

2. STAVOVI VOZAČA KAO FAKTOR BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA

U radu su analizirani rezultati dva istraživanja i to SARTRE 4 istraživanja i istraživanja koje se sprovode na teritoriji Republike Srbije.

2.1 SARTRE 4 ISTRAŽIVANJE

2.1.1 Metoda istraživanja

Za razliku od ranijih SARTRE istraživanja, SARTRE 4 je fokusirana na tri ciljne grupe: vozače automobila, vozače motocikala i ostale učesnike u saobraćaju. Cilj istraživanja jeste da se opišu stvarni stavovi i ponašanja ove tri grupe učesnika u saobraćaju u zemljama obuhvaćenim istraživanjem. Svaki od partnera u istraživanju sproveo je anketiranje u svojoj zemlji. Nakon završetka i provere podataka, rezultati su poslani koordinacionom partneru IFSTTAR i spojeni u jednu bazu podataka.

U nastavku su opisane metodološke karakteristike SARTRE 4 istraživanja. Svaki partner i anketna agencija morali su da se pridržavaju ovih karakteristika kako bi garantovali jedinstvenu metodološku proceduru istraživanja. Izuzeci ili mogućnosti za individualne izmene su eksplicitno nagašene.

2.1.2 Definicija ciljnih grupa koje su učestvovalе u istraživanju

Svaki od ispitanika je bio anketiran samo u jednoj ulozi, na primer:

- vozač automobila,
- motociklista ili
- ostali učesnik u saobraćaju

Veličina uzorka: Ciljani ukupan broj ispitanika bio je 1.000 ispitanika za svaku zemlju, podeljenih u sledeće poduzorke: 600 vozača automobila, 200 vozača motocikala i 200 ostalih učesnika u saobraćaju. Odnos između vozača motocikala i ostalih učesnika u saobraćaju je namerno bio ovako postavljen sa ciljem da se postigne adekvatan uzorak za pouzdanu statističku analizu. Zaista u većini zemalja stvarna proporcija između vozača motocikala i ostalih učesnika u saobraćaju je daleko ispod 20%, pa ne bi bilo dovoljno ispitanika ukoliko bi pratili pravilnu reprezentativnost uzoraka. Posledica ove odluke jeste da ispitanici u uzorku od 1.000 ispitanika nisu reprezentativni za celokupan broj učesnika u saobraćaju tih zemalja.

Reprezentativnost: Ciljna populacija bili su punoletni stanovnici svake zemlje. Izuzetak su bili vozači sa probnim vozačkim dozvolama sa 17 ili 18 godina. Osobe koje su imale stalne vozačke dozvole nisu bili izuzimani. Uzorne promerljive su bile: pol (muškarci, žene), starosno doba i zanimanje.

Metoda uzorkovanja: Metod uzorkovanja je morao biti izabran u skladu sa najboljom praksom partnera.

Oblik uzorkovanja: Istraživanja su sprovedena po principu intervjua licem u lice (izuzetak, Holandija je deo ankete među vozačima automobila obavila elektronskim putem).

Period uzorkovanja: 15. Septembar 2010- 30. Novembar 2010.

3. REZULTATI SARTRE 4 ISTRAŽIVANJA

3.1 Demografske karakteristike vozača automobila utvrđene u SARTRE 4 istraživanju

Starost vozača ima veoma važan uticaj na bezbednosti saobraćaja. Starosno doba vozača se često povezuje sa tipom automobila koje vozači koriste, brojem pređenih kilometara, stilom vožnje i učešćem u saobraćajnim nezgodama. Prosečna starost vozača automobila za celu SARTRE 4 grupu je bila 41,79 godina, međutim javljale su se određene razlike između zemalja ispitanica. Najviša prosečna starost vozača utvrđena je u Francuskoj (48,27 godina), a najmanja u Srbiji (34,97 godina).

Što se tiče polne strukture vozača automobila, u svih 19 zemalja koje su bile uključene u SARTRE 4 istraživanje procenat muških vozača je 49,7% dok je procenat ženskih vozača 51,3%.

Kao i kod analize starosne strukture i u ovoj analizi rezultati se razlikuju po zemljama koje su uključene u istraživanje. Najveći broj žena u vozačkoj populaciji utvrđen je u Estoniji (62%), dok je najmanji procenat utvrđen u zemljama poput Mađarske, Srbije i Poljske gde se procenat žena u vozačkoj populaciji kreće od 30%-40%.

Prilikom analize nivoa obrazovanja vozača želelo se utvrditi da li promene nivoa obrazovanja u vozačkoj populaciji prate opšti trend promene nivoa obrazovanja društva u celini. Nivo obrazovanja vozača raste, a to je najizraženije kod mladih i ženskih vozača.

Prilikom analize mesta stanovanja vozača došlo se do sledećih rezultata. 37% vozača stanuju u velikim gradovima, 11,5% u predgrađima, 25% vozača žive u malim gradovima i 26% u ruralnom području (selu).

U istraživanju SARTRE 4 proučavano je zanimanje vozača. Dobijeni rezultati pokazuju da većina vozača predstavljaju zaposlene (52%) koji zajedno sa samozaposlenim vozačima kojih je (14%) čine 66% vozača koji su u radnom odnosu.

3.2 Vozačko iskustvo vozača anketiranih u SARTRE 4 istraživanju

Prilikom analize podataka, podaci o vozačkom iskustvu dobijeni anketiranjem svrstani su u sledeće kategorije (do dve godine, 3-5 godina, 6-10 godina, 11-25 godina, više od 25 godina). Vozači koji imaju do dve godine iskustva predstavljaju 7%, vozači koji imaju od 3 do 5 godina iskustva predstavljaju 10%, vozači koji imaju od 6 do 10 godina iskustva predstavljaju 13%, vozači koji imaju od 11 do 25 godina iskustva predstavljaju 34%, a vozači koji imaju više od 25 godina iskustva predstavljaju oko 25% vozača.

3.3 Učešće u saobraćajnim nezgodama

Analizom podataka došlo se do sledećih rezultata:

- 94,1% ispitanika je izjavilo da nije učestvovalo u saobraćajnim nezgodama,
- 4,8% ispitanika je izjavilo da je učestvovalo u jednoj saobraćajnoj nezgodi i
- 1,1% ispitanika je izjavilo da je učestvovalo u više od jedne saobraćajne nezgode.

3.4 Opšti stavovi vozača, verovanja i njihovo ponašanje

Kod evropskih vozača automobila može se primetiti neznatno smanjenje zabrinutosti za bezbednost saobraćaja u odnosu na prethodna istraživanja.

Kada se dovedu u odnos podaci o zabrinutosti vozača za bezbednost saobraćaja sa brojem smrtnih slučajeva koji su nastali kao posledica saobraćajnih nezgoda mogu se uočiti određene razlike između pojedinih zemalja ispitanica. Sa jedne strane postoje zemlje gde se uprkos velikom broju smrtnih slučajeva koji predstavljaju posledice saobraćajnih nezgoda javlja mali nivo zabrinutosti vozača za bezbednost saobraćaja, dok sa druge strane postoje zemlje u kojima je situacija potpuno suprotna.

Na osnovu ovog odnosa svaka od zemalja može definisati mere koje bi dovele do poboljšanja bezbednosti saobraćaja tako što će se u zemljama u kojima se javlja velika smrtnost i veliki broj rizičnog ponašanja uticati na povećanje zabrinutosti vozača za bezbednost saobraćaja i obratno.

Veoma zanimljiva činjenica je ta da se dovođenjem u odnos broja smrtnih slučajeva kao posledice saobraćajnih nezgoda i veličine rizičnog ponašanja u saobraćaju dolazi do zaključka da se sa jedne strane javlja smanjenje smrtnosti dok se sa druge strane javlja porast rizičnog ponašanja u saobraćaju.

3.5 Percepcija vozača o prekoračenju brzine i brzine sprovođenja mera

Vozači iz Evrope imaju relativno pozitivan stav prema prekoračenju dozvoljene brzine, iako je ovo najčešće kod mlađih vozača, muškaraca. Oni veruju da je vožnja iznad ograničenja veoma rasprostranjena među drugim vozačima, naročito van naseljenih mesta. Ovo bi dalje značilo da oni smatraju da je prekoračenje dozvoljene brzine normalno ponašanje.

Rezultati dobijeni u ovom istraživanju se ne slažu sa zvaničnim statističkim podacima, što bi moglo značiti da sprovođenje propisa od strane policije ima slab uticaj na ponašanje vozača. Ovo se može objasniti time da se vozači ne plaše da će biti „uhvaćeni” kako vrše prekršaj niti se plaše da će učestvovati u nezgodi zbog prekoračenja brzine.

Ako je ovo tačno, tada bi se morale potražiti efikasnije metode kojima bi se uticalo na ponašanje vozača, kao što su edukacija i informisanje.

3.6 Alkohol, droga i ostali faktori koji utiču na spremnost vozača za vožnju

Da bi se još smanjila rasprostranjenost vožnje pod dejstvom alkohola, moraju se pažljivije sagledati potrebe vezane za prevoz u malim gradovima, kao i velikim urbanim sredinama. Postojeći propisi se moraju doslednije sprovoditi, a kampanje o bezbednosti saobraćaja moraju više biti usmerene na manje obrazovane vozače. Podsticanje vozača da se zaustave i naprave pauzu kada su umorni je neophodno jer 34% vozača u ovoj situaciji nastavlja da vozi.

3.7 Inteligentni transportni sistemi za vozače

Stavovi prema ITS uređajima naravno nisu dovoljni da bi se razumeo njihov uticaj na bezbednost saobraćaja. U ovom upitniku predstavljeni su sledeći uređaji koje učesnici upitnika imaju u svojim automobilima:

- sistem navigacije, ugrađeni ili prenosivi,
- sistem sigurnosti vozila koji sprečava blokiranje kočenih točkova (ABS),
- podsetnik da se veže sigurnosni pojas,
- sistem koji detektuje umor i upozorava o prekidanju vožnje i
- elektronska oznaka za niz putarina.

Ispitanici su imali zadatak da odgovore na pitanje „Da li upotrebljavate neke od ovih uređaja prilikom vožnje?“

Navigacioni sistem je relativno široko upotrebljavan sistem u svim evropskim zemljama. Oko 75% korisnika imaju prenosivi navigacioni uređaj, a 13% imaju ugrađeni navigacioni sistem dok 13% imaju pametne telefone sa aplikacijom za GPS navođenje.

Sistem protiv blokade kočenih točkova je skoro neophodan sistem savremenih automobila. Upotreba ovog sistema je očigledno mnogo šira i to između 50% i 90%.

Upotreba podsetnika da se veže sigurnosni pojas kreće se od 35% do 80% slučajeva.

Sistem koji detektuje i upozorava na umor ima veoma malu primenu i to najviše oko 9%.

4. ISTRAŽIVANJE STAVOVA VOZAČA U SRBIJI

U Srbiji je tokom 2014. realizovano istraživanje stavova zasnovanog na SARTRE 4 istraživanju.

4.1 Rezultati istraživanja u Republici Srbiji

4.1.1 Socio-demografske karakteristike vozača putničkih automobila

Starosna grupa od 25 do 34 godine je najučestalija (31,6%). Prosečna starost vozača putničkih automobila na području Republike Srbije je 38,13 (M=36) godina. Učešće mladih vozača u ukupnoj strukturi je 14,1%, dok stari vozači čine 2,6%.

U ukupnoj strukturi vozača putničkih automobila žene čine 32,4%.

Vozači sa srednjim obrazovnim nivoom čine 45% vozača, dok oni sa višim i visokim obrazovnim nivoom čine ukupno 51,3%.

52,5% vozača je u braku, dok je sa druge strane 33,0% neoženjenih/neudatih vozača.

Većina vozača je zaposlena (59,2%), a sa samozaposlenima procenat onih koji rade je 72,2%.

4.1.2 Alkohol, droga i drugi faktori koji utiču na sposobnost upravljanja putničkim automobilom

Na području Republike Srbije 56,7% vozača je izjavilo da nikada prethodnog meseca nisu upravljali vozilom, a da su pri tome konzumirali makar i malu količinu alkohola. 4,3% vozača je izjavilo da su često, veoma često i uvek prethodnog meseca upravljali vozilom, a da su pri tome konzumirali makar i malu količinu alkohola. Vozači muškog pola su statistički značajno prijavili da su češće prethodnog meseca upravljali vozilom, a da su pri tome konzumirali makar i malu količinu alkohola u odnosu na vozače ženskog pola.

75,4% vozača je izjavilo da nikada nije upravljalo vozilom sa količinom alkohola većom od zakonski dozvoljene količine alkohola u krvi.

3,3% vozača smatra da mogu (veoma i dosta) da upravljaju vozilom pod dejstvom alkohola, ako voze pažljivo. Njih 86,2% se slaže sa izjavom (veoma i dosta) da vožnja pod uticajem alkohola povećava mogućnost nastanka saobraćajne nezgode sa drugim učesnicima u saobraćaju.

U pogledu percepcije zaustavljanja i kažnjavanja od strane policije zbog vožnje pod uticajem alkohola, 65,0% vozača se slaže (veoma i dosta) sa izjavom da će biti zaustavljeni i kažnjeni.

37,1% vozača su izjavili da se slažu sa izjavom (veoma i dosta) da bi većina njihovih prijatelja upravljala vozilom pod dejstvom alkohola.

Oko tri petine vozača na teritoriji Republike Srbije (60,5%) je izjavilo da je nijednom nije bilo podvrgnuto alkotestu tokom upravljanja vozilom u poslednje tri godine. Njih 24,2% je izjavilo da su bili proveravani jednom, dok je 15,2% prijavilo da su bili proveravani više puta u poslednje tri godine.

Vozači se u 79,6% slučajeva slažu da kazne za prekoracenje treba da budu strožije. Slaganje vozača sa ovom izjavom je najviše na području Beogradskog regiona (86,3%), a najmanje na području regiona Vojvodine (75,9%).

Vozači muškog pola su prijavili 2,71 puta češću vožnju pod dejstvom alkohola prethodnog meseca u odnosu na žene.

U pogledu percepcije opasnosti konzumacije lekova tokom vožnje na kojima stoji upozorenje: "Može uticati na vaše vozačke sposobnosti", 82,9% vozača smatra da veoma (47,0%) ili dosta (35,9%) je opasna konzumacija ove vrste lekova. 9,2 % vozača je prijavilo da su upravljali automobilom prilikom upotrebe ovih lekova.

Na području Republike Srbije 3,8% vozača je izjavilo da je bilo testirano na drogu tokom vožnje u poslednjih godinu dana. Njih 2,8% je izjavilo da je sankcionisano zbog upotrebe droge tokom vožnje.

Oko jedne trećine vozača (34,1%) vozača je izjavilo da su bar ponekad osetili da su preumorni da bi upravljali vozilom u poslednjih 12 meseci. Ovaj procenat je znatno veći na području južne i istočne Srbije (39,4%).

Vozači su istakli da najčešće stanu i naprave pauzu u cilju sprečavanja umora (69,4%), zatim navode da otvore prozor ili smanje grejanje (62,2%), pričaju sa saputnicima (59,6%) ili zamole saputnika da preuzme upravljanje vozilom (56,0%). Kao najređu meru navode upotrebu telefona (13,2%).

4.1.3 Stavovi vozača putničkih automobila prema upotrebi sistema zaštite u vozilima

Efekti sigurnosnih pojaseva u smanjenju posledica saobraćajnih nezgoda su naučno potvrđeni i dobro dokumentovani. Upotreba sigurnosnog pojasa aproksimativno smanjuje teške posledice i smrtno stradanje za 50%. Sigurnosni pojasevi su mnogo efektivniji u saobraćajnim nezgodama gde je došlo do čeonog sudara, sudara pri vožnji u istom smeru, kao i prilikom prevrtanja vozila, a posebno pri manjim brzinama.

Sveukupni rezultati ukazuju da je stepen upotrebe sigurnosnih pojaseva najveći na autoputevima (75,6%), zatim na državnim putevima između gradova (73,8%), na lokalnim putevima (66,5%) i na ulicama u naseljima (63,2%).

Oko jedne četvrtine vozača (25,9%) je izjavilo da se slaže sa izjavom da ako voze pažljivo, pojasevi nisu neophodni. Takođe oko tri četvrtine vozača (75,2%) smatra da u većini nezgoda pojasevi smanjuju mogućnost da se vozač ili putnik teško povrede. Polovina vozača (50,0%) je izjavila da kada ne koriste pojas osećaju se manje ugodno, tj. kao da im nešto nedostaje. Da postoji mogućnost da ostanu zarobljeni pojasom u slučaju nezgode izjavilo je 38,9% vozača. Kada je u pitanju percepcija vožnje bliskih prijatelja, 68,3% vozača smatra da većina njihovih prijatelja koristi sigurnosni pojas.

5. DISKUSIJA

U pogledu zabrinutosti za bezbednost saobraćaja rezultati ukazuju da su rezultati približni evropskom proseku (42,3% vozača u Srbiji u odnosu na 40,5% u istraživanim evropskim zemljama koji su veoma zabrinuti) tj. vozači u Srbiji su za 1,8% zabrinutiji.

Kada je u pitanju vrednovanje političkih akcija, tj. koliko vozači misle da je Vlada zainteresovana za bezbednost saobraćaja na putevima, mišljenje vozača u Srbiji je značajno niže nego u odnosu na zemlje članice Evropske unije, tj. za 29,8%. Ovo ukazuje na činjenicu neophodnosti da se preuzme politička odgovornost od strane Vlade i da se kroy jasne napore i inicijative istakne politička volja za rešavanjem problema bezbednosti saobraćaja.

Percepcija opasnosti koja prati pojedine vidove prevoza od strane vozača u Republici Srbiji su izrazili slično mišljenje kao vozači koji su obuhvaćeni SARTRE 4 istraživanjem, pa su tako naveli da je vožnja motociklom najopasniji vid prevoza.

U pogledu rangiranja faktora koji najviše doprinose nastanku saobraćajnih nezgoda, rezultati su konzistentni sa rezultatima SARTRE 4 projekta. Alokohol je istaknut kao najznačajniji faktor. Interesantno je da su vozači koji su obuhvaćeni ovim istraživanjem istakli veću važnost umora kao uzroka saobraćajnih nezgoda za 8,9% u odnosu na rezultate SARTRE 4 projekta za Srbiju.

Rezultati mišljenja vozača o učestalosti izvođenja pojedinih rizičnih ponašanja kojima je definisan stil vožnje ukazuju da su vozači u Srbiji vožnju na nepropisnom odstojanju naveli kao najčešće i procenat je za 9,3% veći nego što je to prosek u SARTRE 4 projektu. Učestalost prolaska kroz žuto svetlo na semaforu je za 9,2% niža od evropskog proseka, ali za oko 7,0% veća u

odnosu na rezultate SARTRE 4 projekta u Srbiji iz 2010. godine. U pogledu upotrebe mobilnog telefona u toku vožnje vozači uočava se povećanje u Srbiji za 4,0% u odnosu na rezultate iz 2010. godine.

6. ZAKLJUČAK

Stavovi su psihološka kategorija za čiju promenu je potrebno značajnije vreme. Ovo je jedan od osnovnih elemenata, pored obima rada i aktivnosti na promeni stavova, koji se uvažava prilikom definisanja potrebne dinamike vremena istraživanja stavova učesnika u saobraćaju. Pored ovoga potrebno je uvažiti i koncept istraživanja stavova, odnosno koji stavovi po pitanju bezbednosti saobraćaja se ispituju. Da li se koristi opšti pristup (različiti problemi bezbednosti saobraćaja) ili se koristi specifičan pristup (izdvojen poseban problem bezbednosti saobraćaja, npr. brzina).

Ponašanje koje prema mišljenju učesnika u saobraćaju najviše doprinosi nastanku saobraćajnih nezgoda je vožnja pod uticajem alkohola. Rizična ponašanja koja su vozači putničkih automobila naveli da najčešće čine su praćenje vozila na nepropisnom odstojanju prolazak na žuto svetlo na semaforu i upotreba mobilnog telefona u toku vožnje. Ogroman prostor za unapređenje bezbednosti saobraćaja leži u primeni inteligentnih transportnih sistema, kako u vozilima, tako i u drugim elementima saobraćajnog sistema. Zbog toga je bilo važno ispitati stavove i samoprijavljeno ponašanje učesnika u saobraćaju u pogledu inteligentnih transportnih sistema.

Stavovi se ne menjaju slučajno i njihove promene su rezultat angažovanja društvene zajednice na njihovom formiranju. U tom smislu bi bilo značajno da se analizira efikasnost pojedinih aktivnosti na promeni stavova učesnika u saobraćaju.

7. LITERATURA

- [1] Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, 50(2), 179-211.
- [2] Cestac, J., & Delhomme, P. (2012). European Road Users' Risk Perception and Mobility. *The SARTRE*, 4.
- [3] Elvik, R. (2013). Risk of road accident associated with the use of drugs: A systematic review and meta-analysis of evidence from epidemiological studies. *Accident Analysis & Prevention*, 60, 254-267.
- [4] Departaman za saobraćaj. (2014). Istraživanje stavova učesnika u saobraćaju o rizicima u saobraćaju u Srbiji, definisanje metodologije, ključnih roblema i pravaca delovanja.

Kratka biografija:



Predrag Beloš rođen je u Kikindi 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj - Drumski saobraćaj odbranio je 2015. god.



Dragan Jovanović rođen je u Zreñaninu 1974. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2005. god., a od 2011. je u zvanju vanredni profesor. Oblast interesovanja je bezbednost saobraćaja.

НИВО КОРИШЋЕЊА СИГУРНОСНИХ ПОЈАСЕВА У ВОЗИЛУ**THE LEVEL OF USE OF SEAT BELT IN VEHICLE**Наташа Ивковић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – САОБРАЋАЈ**

Кратак садржај – Сигурносни појас представља једну од кључних области рада у безбедности саобраћаја. Због његове ефикасности чине се огромни напори да ниво коришћења сигурносних појасева на неком подручју буде што већи. У раду су представљени резултати нивоа коришћења сигурносних појасева у одабраним подручјима.

Abstract – The seat belt is one of the key areas in traffic safety field. Due to its efficiency to make enormous efforts to the level of seat-belt use in an area which is larger. The paper presents the results of the level of seat-belt use in selected areas.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, понашање, аутоматизовани системи.

1. УВОД

Саобраћајне незгоде представљају један од највећих и главних узрока смрти и повреда широм света. Коришћење сигурносних појасева је једна од најефикаснијих против-мера за смањивање смртности и повреда у саобраћајним незгодама.

Да би се људско тело задржало у седишту приликом незгоде, конструисани су сигурносни појасеви којима је задатак да људском телу не допусте да се својевољно одвоји од седишта, тј. да спрече релативно кретање тела у односу на возило, као и избацивање тела из возила. Најчешћи систем за заштиту путника је данас аутоматски сигурносни појас у три тачке. Он има задатак да путнике у незгоди фиксира на њиховом месту, како би се заједно са путничком кабином заковали што је могуће равномерно и да не би били изложени превеликим неконтролисаним силама.

Током незгоде долази до поништавања кинетичке енергије возила, потпуно или делимично, у делићу секунде долази до тренутног успоравања возила или до заустављања док тело наставља да се креће оном брзином коју је имало возило у тренутку незгоде. Уколико тело није везано сигурносним појасом долази до кретања тела унапред и удара у предње ветробранско стакло и предњи део возила.

Предмет рада су сигурносни појасеви као фактор безбедности саобраћаја. Циљ рада је да се сагледа ниво коришћења сигурносних појасева и разлози њиховог некоришћења.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр. проф.

2. ЗНАЧАЈ И ФУНКЦИЈА СИГУРНОСНИХ ПОЈАСЕВА

Међународна истраживања су доследно доказала да ефикасност употребе сигурносног појаса у спречавању и смањењу смртних случајева и тешких повреда услед саобраћајних незгода. (Elvik и Vaa, 2004). Evans (1986) указује да би коришћење сигурносног појаса довело до 41% смањења смртних случајева. Elvik и Vaa (2004) су известили да употреба сигурносних појасева смањује вероватноћу да ће погинути 40-50% возача и путника на предњем седишту и око 25% путника на задњем седишту.

NHTSA (2003) је пријавио ефективност употребе сигурносних појасева при смањењу смртних случајева у US у протеклих 20 година. Док је употреба сигурносних појасева спасила више од 100.000 живота, преко 7.000 људи је погинуло, а преко 100.000 повређено услед некоришћења истих. Такође, IRTAD (1995) потврђује да су сигурносни појасеви смањили озбиљност повреда у преко 50% саобраћајних незгода, поготово у незгодама које би изазвале смртност или тешке повреде.

Petridou et al. (1998) процењују смртне случаје током саобраћајних незгода у Грчкој које су могле да буду избегнуте коришћењем стандардних безбедносних уређаја. Они су установили да би 27% жртава саобраћајних незгода преживело, да су сви путници у возилу користили сигурносни појас. Тако да, употребна стопа сигурносног појас има пресудан утицај на безбедност у саобраћају.

3. КОРИШЋЕЊЕ СИГУРНОСНИХ ПОЈАСЕВА У ОДАБРАНИМ ДРЖАВАМА**3.1 Сједињене Америчке Државе**

Студија спроведена на 100 аутомобила представила је јединствену могућност за проучавање употребе сигурносних појасева у којој је њихова употреба била позната за сваког возача понаособ у периоду од 12 месеци. Возачи су груписани у повремене, доследне или ретке кориснике сигурносних појасева у зависности од учесталости њихове употребе.

3.1.1. Мере коришћења сигурносних појасева

Повећање распрострањености и доследности употребе сигурносних појасева је био главни циљ међу експертима безбедности саобраћаја, и напори да се достигне овај циљ укључивао је идентификовање варијабли које поуздано раздвајају возаче који користе и возаче који не користе сигурносни појас, планирање и извршавање програма образовања и спровођења, као и коришћење разних метода за праћење промена. Нагласак на овим напорима је

постојао због ефикасности коришћења појасева у спашавању људских живота и смањивању повреда. NHTSA (NHTSA, 2011) процењује да за возаче и сувозаче правилна употреба појаса смањује ризик смртности од незгоде за 45%. 2009 године, сигурносни појас је сачувао око 13.000 живота путника – житеља Сједињених Америчких Држава. Колективни напори су довели до пораста стопе употребе сигурносног појаса до чак 85% - по најновијим истраживањима (NHTSA, 2010).

3.1.2. Процена употребе сигурносних појасева

Студија урађена на узорку од 100 аутомобила је била прва ове врсте спроведена на инструментално одабраних 100 возила из области Северне Вирџиније и Вашингтона, (DC Metro) области са опремом за детекцију и снимање. Возила су возена у периоду од једне године (2003-2004) у условима свакодневне вожње од стране 108 примарних и 299 секундарних возача (Dingus et al., 2006; McClafferty and Hankey, 2010). Примарни возачи су били оригинални учесници истраживања, секундарни возачи су били возачи који су користили возила примарних. 78% возача у истраживању били су власници сопствених аутомобила. Остатак је био изнајмљен и додељен учесницима. Учесници су већином били млађи возачи 34% возача је било узраста од 18-24 године, и учесници нису били искључени из програма због ранијих саобраћајних прекршаја. Иако су високо ризични возачи могли избећи учествовање у истраживању током видео и других врста записа, процедура регрутовања није била пристрасна да искључи такве возаче. Снимљено је више од 150.000 вожњи. Континуирано бележење података је одпочињало одприлике 2 минута по стартовању мотора па све док се мотор не угаси. Ова два минута кашњења су везана за покретање саме процедуре система снимања. Сви параметарски подаци били су повезани са сваком од ових путовања тј. вожњи прикупљених из возила (брзина, убрзање), видео са лицем возача (осветљен инфрацрвеним светлом ноћу), командна табла и путеви испред и иза аутомобила. Подаци прикупљени из овог истраживања дали су могућност проучавања многих питања везаних за вожњу, укључујући и оне везане за разлоге саобраћајних незгода, ометања вожње и употребе сигурносног појаса. Прелиминарна истрага коришћења појасева на основу овог истраживања примећивала је и одређивала да ли се појас носи или не (McClafferty и Hankey, 2010). Аналитичари су одређивали употребу у току путовања и на почетку путовања од стране сваког возача. Након двоминутног boot-up периода, снимање је углавном почињало кратко након што је возач напустио прилаз или паркинг и наставио вожњу ка планираној дестинацији. Ово кашњење подразумева да је употреба појасева у овом истраживању снимана у складу са (McClafferty и Hankey, 2008) запажањима која говоре о томе да већина возача (99%) која закопчава своје појасеве уради то у првих 30 секунди паљења аутомобила. Промене у каснијој употреби током вожње (скидање и стављање појаса поново) нису узете у обзир у овој студији.

3.1.3. Резултати

Извршена је детаљна анализа како би променљиве повезали са употребом или неупотребом појаса за 28 примарних и секундарних возача који су категоризовани као повремени корисници сигурносних појасева. Циљ је био да се процени истовремени ефекат више фактора који би могли да утичу на одлуке донешене од стране повремених корисника за дату вожњу. Ово се разликује између међугрупних анализа које су разматране раније и у томе да је ова анализа укључивала мере за индивидуална путовања пре него што су их вредновали сами возачи. Зависна мера посматраних коришћења појаса за свако путовање изведено од стране повремених корисника, била је дихотомна, стога је коришћена логистичка регресија. Променљиве уврштене у анализу представљале су даљину пута (миље), просечну брзину вожње током пута (mph), и период дана током путовања (дан или ноћ). Селектовали смо променљиву “дужину пута” уместо променљиву базирану на временском трајању зато што би та променљива базирана на времену, уско везана са раздаљином путовања била погођена периодом током кога возило није вожено.

3.2 Малезија

1978. године у Малезији је донешен закон о ношењу појасева за возача и сувозача. Kulanthayan et al. (2004) је спровела истраживање у држави Селангор и открила да је стопа усклађености међу возачима и сувозачима била између 76,6% и 56%. Закон о ношењу задњег појаса у Малезије је ступио на снагу тек 1. јануара 2009. године. Шест месеци пре ступања на снагу овог закона, мелезијско одељење за безбедност на путевима је спровело низ промотивних кампања као што су рекламе на радију и телевизији, како би подигле свест о улози појасева на задњим седиштима и промоцији безбедности путника (Norlen et al., 2008). Месец дана након ступања на снагу овог закона мелезијски институт за истраживање безбедности на путевима (MIROS) пријавило је да је стопа усклађености међу корисницима задњег појаса била 48,15%. Међутим, до октобра 2009. стопа усклађености је смањена на 13,9% (MIROS, 2011). Студија спроведена на савезној територији Путрајаја шест месеци након што је закон о појасевима уведен, открила је да је стопа ношења појаса ниска и то само 4,8%. (Norlen et al., 2010).

Осмишљен је упитник за добијање информација о низу фактора који су могли да утичу на понашање међу путницима задњих седишта.

Упитник се састојао од четири дела. Први део се састојао од испуњења услова и погодности учесника да уопште и учествују у испитавању, само испитаници који су се возили аутомобилом су ушли у обзир. Корисници јавног превоза, бицикла или мотоцикла нису узети у обзир. Други део је окупио ставове и мишљења испитаника. Неколико питања је било везано за њихов став и понашање према путовању и питања везана за безбедност пута. Трећи део питања је сакупио информације о демографији испитаника. И последњи део упитника био је везан за

испитивање анкетара где су они током разговора бележили додатне коментаре и опажања.

Коефицијент за млађе путнике (21-29 година и 30-49 година) показује негативну вредност, показујући да млађи путници ређе носе појас него што је то случај са старијим путницима (од 50 година па на више). Негативан и статистички значајан коефицијент за променљиве везане за мушкараце сугерише да они ређе носе појас. Процењен коефицијент везан за брачни статус је такође негативан и статистички значајан, сугеришући да ће они који нису у браку ређе везати појас на задњем седишту.

У поређењу са образовањем, они који су имали средњу стручну спрему мање вероватно су везали појас. У погледу перцепције спровођења, код оних где је ово у већој мери уочено чешће је везан појас. Интеракција између ефеката аверзије према ризику и већем ризику промене (50%) – променљива је значајна и позитивна.

Године путника биле значајан фактор у објашњењу понашања. Знак коефицијента за млађе путнике је био негативан сугеришући да они ређе користе појас. У поређењу са ожењеним путницима самци су били мање склони везању појаса. Образовање путника је задржало свој ефекат у моделу мултиноминалне логистичке регресије. Путници са основним или средњим образовањем су знатно ређе везали појас у поређењу са онима који су имали високо образовање. Путници који доживљавају веће спровођење законских регулатива чешће су везали појас.

3.3 Србија

Од 2013. године на подручју Републике Србије успостављен је концепт праћења индикатора безбедности саобраћаја (АБС, 2014). Методологија истраживања индикатора дефинисана је 2013. године када је реализован пројекат „Методе праћења индикатора безбедности саобраћаја у Србији и њихов значај за стратешко управљање безбедношћу саобраћаја“ којим је отпочето праћење индикатора безбедности саобраћаја. Истраживање индикатора реализовано је на подручју свих 27 полицијских управа у Републици Србији, на којима су утврђене вредности индикатора у вези са:

- 1) употребом сигурносних појасева за возаче и путнике,
- 2) употребом дечијих заштитних система,
- 3) употребом заштитних кацага за возаче и путнике на мотоциклима и mopедима,
- 4) употребом дневних светла од стране возача моторних возила,
- 5) брзином и прекорачењем дозвољене брзине од стране возача,
- 6) вожњом под утицајем алкохола.

У пројекту је утврђен проценат употребе сигурносних појасева за возаче, сувозаче и путнике на задњем седишту у путничким аутомобилима, тешким теретним возилима и аутобусима. У свим полицијским управама и на свим категоријама саобраћајница током 2014. године, укупно је снимљено 73.843 возача путничких аутомобила и доставних возила до 3,5t. Од тог броја 52.861, односно

71,6%, возача путничких аутомобила и доставних возила до 3,5t су користили сигурносни појас.

Индикатор употребе сигурносног појаса возача путничких аутомобила и доставних возила до 3,5t, за све категорије саобраћајница на територији Републике Србије, припада класи ниска вредност индикатора. Резултати истраживања показују да је највећа употреба појаса на аутопуту 83,8% (средња вредности индикатора), затим на саобраћајницама ван насеља 73,4% (ниска вредност индикатора), а најмања у насељу износи 66,2% и припада класи веома ниска вредност индикатора.



График 1. Употреба појаса у путничким аутомобилима и доставним возилима до 3,5t од стране возача, сувозача и путника на задњем седишту, Р Србија, 2014. (АБС, 2014)

Резултати спроведеног истраживања током 2014. године, показују да је употреба појаса сувозача у путничким аутомобилима мања у односу на возаче на свим саобраћајницама. Највећи проценат употребе сигурносног појаса од стране сувозача је на аутопуту – 79,8%, затим на путевима ван насеља – 71,1%, док је најмањи проценат употребе у насељу и износи 60,6%.



График 2. Употреба појаса сувозача путничких аутомобила, Р Србија, 2014. (АБС, 2014)

Просечна употреба појаса на предњем седишту у путничким аутомобилима у Србији, за све категорије саобраћајница, износи 70,3% и припада класи ниске вредности индикатора. Занимљиво је да се употреба појаса на предњем седишту у путничким аутомобилима у Србији на различитим категоријама саобраћајница разликује за класу вредности индикатора. Тако, у насељу вредност индикатора употребе појаса на предњем седишту припада класи веома ниске вредности индикатора, ван насеља класи

ниске вредности индикатора, а на аутопуту припада класи средње вредности индикатора.

Индикатор употребе појаса путника на задњем седишту у путничким аутомобилима припада класи веома ниске вредности индикатора за све саобраћајнице. Незнатно већа употреба појаса на задњем седишту у путничким аутомобилима постоји на аутопуту 8,3%, док се у насељу и ван насеља не разликује значајно и износи око 3%.

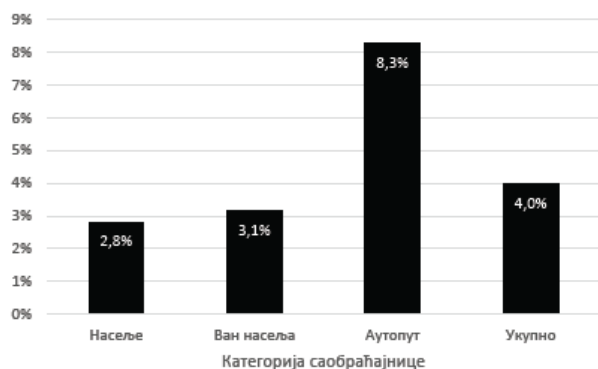


График 3. Употреба појаса путника на задњем седишту у путничким аутомобилима, Р Србија, 2014. (АБС, 2014)

Употреба појаса од стране возача тешких теретних возила је веома ниска. Наиме, у спроведеним истраживањима просечно 35,9% возача возила преко 3,5t су користили заштитни појас, на свим саобраћајницама. Посматрано према категорији саобраћајнице, највећа вредност индикатора употребе појаса возача возила преко 3,5t је на аутопуту 43,6%, док је у насељу и ван насеља приближно сваки трећи возач тешких теретних возила користио појас. Сувозачи у теретним возилима у мањој мери користе сигурносни појас у односу на возаче теретних возила, па је тако тек сваки пети сувозач у истраживању користио сигурносни појас, односно 19,6% сувозача. Резултати истраживања током 2014. године показују да је 11,5% возача аутобуса на аутопуту, 6,7% ван насеља и 4,2% у насељу користио појас током 2014. године, што је у просеку 6,1% на свим саобраћајницама. Сувозачи у аутобусу су користили сигурносни појас у свега 5,2% случајева.

4. ЗАКЉУЧАК

Свет се суочава са глобалном кризом у безбедности саобраћаја на путевима која ће наставити да расте уколико се не предузму одговарајуће мере. Потребне су конкретне акције како би се спречиле незгоде у друмском саобраћају и да се минимизирају њихове последице.

Поштовањем употребе сигурносног појаса би се спасили многи животи као што су иностране студије показале. Сигурносни појасеви не могу спречити саобраћајне незгоде, али могу смањити последице њих самих. Предности сигурносних појасева се огледају у случају незгода, када се корисник појаса задржава у свом седишту и на тај начин повреде се минимизирају. Данас сигурносни појасеви обезбеђују удобност и лакоћу руковања, а студије су показале да је њихова употреба оправдана.

Базиран на извештају глобалног статуса Светске здравствене организације о безбедности на путевима, већина земаља је спровела закон о ношењу појасева путника на предњем седишту, међутим мало земаља има закон везан за ношење појаса и на задњим седиштима (WHO, 2009)

Уважавајући наведене чињенице неопходно је дефинисати различите приступе (образовање, кампање, техника, принуда) како би ниво коришћења сигурносног појаса био што већи.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] АБС. 2014. Индикатори перформанси безбедности саобраћаја у Републици Србији у 2014. години. Београд.
- [2] Dingus, T.A., Klauer, S.G., Neale, V.L., Petersen, A., Lee, S.E., Sudweeks, J., Perez, M.A., Hankey, J., Ramsey, D., Gupta, S., Bucher, C., Doerzaph, Z.R., Jermeland, J., Knipling, R.R., 2006. The 100 Car Naturalistic Driving Study: Phase II—Results of the 100-Car Field Experiment (Report No. DOT HS 810 593). National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC.
- [3] Elvik, R., & Vaa, T. (2004). Factors contributing to road accidents. The Handbook of Road Safety Measures. Oxford, 29-79.
- [4] Evans, L. (1986). The effectiveness of safety belts in preventing fatalities. Accident Analysis & Prevention, 18(3), 229-241.
- [5] McClafferty, J., Hankey, J., 2010. 100-Car Reanalysis: Summary of Primary and Secondary Driver Characteristics (Report No. 10-UT-007). National Surface Transportation Safety Center for Excellence, Blacksburg, VA.
- [6] NHTSA (2003). Safety Belt Use in 2003 – Overall Results, Traffic Safety Facts Research Note.
- [7] NHTSA, 2010. Traffic Safety Facts, Research note. Seat Belt Use in 2010 - Overall Results (DOT HS 811 378). National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC.
- [8] Norlen, M., Fadhli, Y., Wahida, A.B., Ilhamah, O., Iskandar, A., 2010. Seatbelt-wearing compliance among road users in Putrajaya. MRR 13/2009. Malaysia Institute of Road Safety Research, Kuala Lumpur.
- [9] Petridou, E., Skalkidou, A., Ioannou, N., Trichopoulos, D., & Police, H. R. T. (1998). Fatalities from non-use of seat belts and helmets in Greece: a nationwide appraisal. Accident Analysis & Prevention, 30(1), 87-91.

Кратка биографија:

Наташа Ивковић рођен је у Сремској Митровици 1986. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранила је 2015. год.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању ванредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

ПРИМЕНА КЛАСТЕР МЕТОДЕ У АНАЛИЗИ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА APPLICATION OF CLUSTER METHOD IN TRAFFIC SAFETY ANALYSIS

Марко Црнобрња, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Сигурносни појас представља једну од кључних области рада у безбедности саобраћаја. Због његове ефикасности чине се огромни напори да ниво коришћења сигурносних појасева на неком подручју буде што већи. У раду су представљени резултати нивоа коришћења сигурносних појасева у одабраним подручјима.

Abstract – The seat belt is one of the key areas in traffic safety field. Due to its efficiency to make enormous efforts to the level of seat-belt use in an area which is larger. The paper presents the results of the level of seat-belt use in selected areas.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, понашање, аутоматизовани системи.

1. УВОД

Кластер анализа врши груписање јединица посматрања у групе или класе тако да се сличне јединице нађу у истој класи (кластеру). Груписање се врши на основу резултата (скора) који се израчунава на основу вредности обележја по свим варијаблама, за сваку јединицу посматрања посебно. Метод који се користи за класификацију мора бити потпуно нумерички, а број класа се унапред обично не зна. Постоји много разлога за употребу кластер анализе. На пример, приликом сегментације тржишта када се формирају кластери потрошача у некој земљи, па се онда прави посебан план пословних активности за сваки кластер појединачно. Поред тога, у маркетингу се кластер анализа користи приликом анализе карактеристика производа или услуга, ставова купаца, демографских фактора итд.

У безбедности саобраћаја се јавља велики број фактора од значаја за ову област. Сагледавање утицаја појединих фактора, појединачно и у интеракцији са другим факторима је веома сложено. Због тога се чине значајни напори ка развоју метода који ће систематизовати и уопштити утицај појединих фактора у заједничке групе-класе.

Предмет рада су методе за класификацију и уопштавање обележја безбедности саобраћаја. Користећи просторне технике груписања статистичке методе, овај рад има за циљ да укаже на потенцијале примене појединих статистичких метода у сврху класификације обележја безбедности саобраћаја.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр. проф.

2. МЕТОДОЛОШКИ АСПЕКТИ КЛАСТЕР МЕТОДА

Многи алгоритми су коришћени за кластер анализу. Ипак, два приступа су се издвојила као најбоља. Први је хијерархијски метод који као крајњи резултат има дендограм. То је графички приказ кластера (група) у облику стабла повезивања. Прво се врше израчунавања удаљености свих јединица међусобно, а затим се групе формирају путем техника спајања или раздвајања. Техника спајања (агломеративни, хијерархијски метод) полази од тога да је свака јединица сама у групи од једног члана. Блиске групе се постепено спајају док се на крају не нађу све јединице у једној групи. Код технике раздвајања иде се обрнутим редоследом, где се од једне групе стварају две, па од те две следеће две и тако све док не буде свака јединица посматрања посебно. То је такозвани дивизиони хијерархијски метод који се, ипак, примењује много ређе него агломеративни.

Други приступ, нехијерархијски, је да се врши рашчлањивање тако да јединице могу да се крећу из једне у другу групу у различитим фазама анализе. Постоји много варијација у примени ове технике, али поента је да се прво пронађе тачка груписања око које се налазе јединице, на више или мање произвољан начин, а затим се израчунавају нове тачке груписања на основу просечне вредности јединица. Јединица посматрања се тада помера из једне у другу групу уколико је ближа новоизрачунатој тачки груписања. Процес се одвија итеративно, све до постизања стабилности за унапред задани број група.

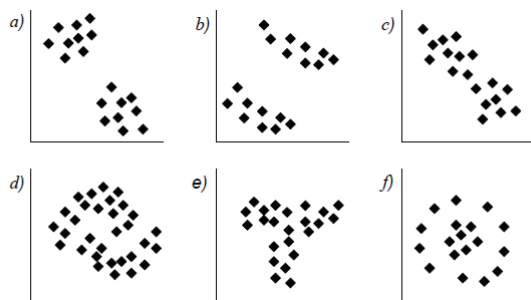
2.1 Разлике између техника груписања

Ниједна од постојећих техника груписања података у кластере се није издвојила као најбоља и најупотребљаванија. Проблем је у томе што различите технике могу да дају сасвим различите резултате. Велики утицај има природа оригиналних података. Уколико постоји одређени степен преклапања између података, врло је могуће да ће различите технике груписања дати и различите резултате.

На слици 1. су приказани неки од могућих распореда оригиналних података. У случају а) и б) све технике ће вероватно дати исте кластере. У случају ц) неке технике можда неће успети да издвоје два кластера. У случајевима д), е) и ф) ће већина техника имати тешкоћа у дефинисању два кластера.

Велику улогу у груписању има субјективни фактор, односно сам приступ у одређивању варијабли на основу којих ће се вршити анализа. Изабране варијабле морају бити релевантне у односу на класификацију која се тражи. У случају кластер анализе произвођача мобилних телефона са аспекта

потрошача било би највероватније непотребно као једну од варијабли навести број радника мушког и женског пола.



Слика 1. Могући распореди оригиналних података када постоје два кластера (групе)

2.2 Значај и погодности примене кластер методе

Безбедност пешака је витално питање превоза, приликом промовисања активног транспорта. Пешаци су рањиви учесници у саобраћају и често трпе озбиљне последице када су укључени у саобраћајне незгоде са моторним возилима. Стога је важно разумети факторе повезане насталим повредама њиховим нивоима тежине.

Ово ће помоћи саобраћајним инжењерима, планерима и доносиоцима одлука да на основу повреда везаних са факторима кроз разне инжењерске методе и контра-мере побољшања моторних возила, сигурносних уређаја и концепције производње возила у циљу умањења повреда пешака у случају судара возила са истим.

Потребно је извршити и груписање фактора као што су старост учесника, али и возила, моторне карактеристике возила, тип, брзина, али и коловозне карактеристике као и фреквенцију путне мреже и факторе животне средине. Сви они заједно представљају чиниоце који имају и те како удела приликом настанка саобраћајне незгоде.

Да би се лакше уочила веза као и њихов међусобни утицај, а самим тим исход који се огледа у повећању ризика за настанак саобраћајне незгоде, потребно је извршити груписање ових фактора. Најчешћа техника која се користи да идентификује однос између зависних и независних варијабли, а такође обрачунава ниво значајности сваке променљиве, јесте груписање. Међутим, ефекат одређеног фактора може да варира од незгоде до незгоде.

Да би се решио овај проблем, једно решење је класификовати хомогене незгоде у кластере, који могу да се појављују у више типова незгода између возила и пешака.

Предложени су низ метода који дефинишу кластере повређених пешака, али ипак је потребно детаљније анализирати просторно-временске кластере саобраћајних незгода.

Анализе груписања представљају класификовање података у групе (кластере) са сличним карактеристикама. Она се заснива на препознавању облика који се најчешће појављују у одређеним незгодама, као и њиховог међусобног утицаја који се огледа у повећању негативних услова који доводе до настанка саобраћајне незгоде.

3. АНАЛИЗА СТРАДАЊА ПЕШАКА НА ПОДРУЧЈУ НОВОГ САДА ПРИМЕНОМ КЛАСТЕР АНАЛИЗЕ

3.1 Увод

Безбедност пешака представља озбиљан проблем за безбедност саобраћаја широм света. Према најновијим проценама око 273.000 пешака (22% од свих погинулих у саобраћајним незгодама) је погинуло у саобраћајним незгодама у 2010. години (World Health Organization, 2013).

Пешаци су најрањивији учесници у саобраћају, а њихова повећана рањивост се приписује, с једне стране недостатку брзине, масе и заштите у односу на друге учеснике у саобраћају, а са друге стране њиховим посебним карактеристикама и понашању, које утичу на природу њихове интеракције са моторизованим саобраћајем.

3.2 Метод

Подаци коришћени у истраживању добијени су од Одељења саобраћајне полиције у Новом Саду. У периоду 2008-2011. година евидентирано је 798 настрадалих пешака у урбаном подручју града Новог Сада. Извор података чинили су: (1) званична статистика о саобраћајним незгодама, која садржи основне информације о незгоди (локација, време...), учесницима у незгоди (пол, старост...) и возилу (врста возила, година производње...); (2) дневни полицијски извештаји, који садрже дескриптивни опис сваке саобраћајне незгоде (начин кретања учесника у незгоди, конкретнији опис локације незгоде...). Комбинованом применом ова два извора података идентификована су најзначајнија обележја саобраћајних незгода која су коришћена у истраживању.

Први део анализе података подразумева примену кластер анализе, тј сврставање сличних елемената у групе које карактерише њихова максимална хомогеност унутар кластера и максимална хетерогеност између формираних кластера.

Two-step кластер анализа примењена је за груписање настрадалих пешака у групе на основу кључних варијабли које се односе на лица (пол и старост, прелажење коловоза у односу на правац кретања возила), околину (незгода се догодила на раскрсници или не, да ли се догодила на пешачком прелазу или ван, светлосне прилике) и време (доба дана, радни дани/викенд). Двостепена кластер анализа омогућава истовремену употребу квалитативних и квантитативних података. Као метода мерења растојања (Distance Measure) примењена је Log-Likelihood, а Schwarz's Bayesian Criterion (BIC) као критеријум кластеровања. Типолошка двостепена кластер анализа је изведена применом софтверског пакета SPSS 20.0.

Подаци о саобраћајним незгодама и њиховим последицама су хетерогени, па применом класичне дескриптивне статистике везе између кључних варијабли остају скривене. Кластер анализа, као метода међузависности у склопу мултиваријантне статистичке анализе, погодна је за груписање објеката у хомогене групе на основу појединих варијабли. На

тај начин, се покушава учинити продор у унутрашњу структуру података чиме се врши редукција података и приказивање латентних веза које постоје између фактора, као и постављање хипотеза.

Пошто је свакој незгоди додељен геопросторни ID, на тај начин омогућена је идентификација локација страдања сваког пешака по кластерима, тј. могуће је креирати мапу концентрације саобраћајних незгода за сваки кластер.

3.3 Резултати

Укупно 798 пешака је настрадало у анализираном четворогодишњем периоду од 2008. до 2011. године. У полној структури настрадалих, мушку популацију чини 40,5% (n=323) пешака, за разлику од 59,5% (n=475) настрадалих жена. Старосну групу која је најчешће страдала чинили су пешаци старости од 15 до 29 година (30,1%, n=240). Највећи број пешака страдао је ван раскрснице (59,4%, n=474), док је готово подједнак број пешака страдао на пешачком прелазу (45,2%, n=361) или ван њега (41,0%, n=327) приликом кретања по коловозу. Када се посматра смер кретања пешака у односу на правац кретања возила, највећи број пешака је настрадао приликом кретања са десне на леву страну (42,5%, n=339). Пешаци су најчешће страдали у условима добре дневне видљивости (65,4%, n=522), али се с обзиром на мању изложеност уочава и значајан проценат учешћа у укупном броју настрадалих у ноћним условима када је пут био недовољно осветљен (29,9%, n=239). Радни дани су карактеристичан период страдања пешака у току седмице (82,8%, n=661), а доба дана од 12 до 17 часова је карактеристичан период у току дана (41,5%, n=331).

Укупан број настрадалих пешака је равномерно распоређен у 5 специфичних кластера, на основу варијабли које су укључене у анализу и карактеришу сваку од ових група.

Категорија 1: *Стари пешаци, који су настрадали у незгодама ван раскрснице док су се кретали дуж коловоза или ван њега, викендом у јутарњим часовима у условима добре дневне видљивости.*

У односу на укупан број настрадалих пешака ова категорија обухвата 16,2% (n=129) настрадалих пешака. Посматрајући старосну структуру у односу на друге кластере доминантна је старосна група преко 65 година са учешћем од 27,8% (n=42). У овом кластеру уочено је да су пешаци женског пола више страдали (62%, n=80). Када се посматра раскрсница као место страдања пешака, не уочавају се значајне разлике у односу на остале кластере, међутим, ако се уђе у унутрашњу структуру овог кластера ван раскрсница се догађа 75,2% саобраћајних незгода. Од укупног броја настрадалих пешака ван коловоза ова категорија обухвата 75,0% (n=45) пешака. У овом кластеру 78,3% (n=101) пешака је страдало крећући се дуж коловоза паралелно у односу на правац кретања возила. Од укупног броја саобраћајних незгода које су се догодиле данима викенда овим кластером је обухваћено 31,4% (n=43) незгода, међутим када се посматра овај кластер 66,7% незгода се догодило у току радних дана. Највише пешака (64,3%, n=83) је страдало у јутарњем периоду дана од 6 до 11 часова.

Све саобраћајне незгоде (100,0%) у оквиру овог кластера су се догодиле у условима добре дневне видљивости.

Категорија 2: *Деца пешаци која су настрадала у незгодама ван раскрснице, ван пешачког прелаза док су прелазили коловоз са десне на леву страну у односу на правац кретања возила, радним данима у току дана у условима добре или слабе дневне видљивости.*

Ова категорија обухвата највећи број настрадалих пешака (29,9%, n=239). У односу на друге кластере издвајају се пешаци старости између од 0 до 14 година (48,7%) мушког пола (31,9%). Већина пешака је страдала ван раскрснице (95,8%, n=229), при чему се 75,7% настрадалих пешака у овом кластеру (n=181) кретало ван пешачког прелаза. Када се посматра кретање пешака у односу на правац кретања возила у овој категорији је настрадао 48,5% (n=116) пешака који су се кретали са десне на леву страну. У оквиру овог кластера 96,7% (n=231) пешака страдало је радним данима, при чему је 73,6% (n=176) њих настрадао у периоду између 12 и 17 часова. Добри дневни услови видљивости карактеришу ову категорију (88,3%, n=211), међутим када се посматра учешће пешака у саобраћајним незгодама које су се догодиле у slabим дневним условима 53,6% (15) њих је обухваћено овим кластером.

Категорија 3: *Пешаци који су учествовали у незгодама ван раскрсница, ван пешачког прелаза док су се кретали дуж коловоза, радним данима у току ноћи на недовољно осветљеном или неосветљеном путу.*

У укупној структури настрадалих пешака, овај кластер на основу одређених обележја илуструје 15,2% (n=121) настрадалих пешака. Полна структура овог кластера показује да је настрадао 43% (n=52) мушкараца и 57% (n=69) жена. Најчешћа старосна група која је страдала били су млади од 15 до 29 година (32,2%, n=39). Ван раскрсница је настрадао 89,3% (n=108) пешака који су се кретали ван пешачког прелаза (75,2%, n=91) најчешће дуж коловоза паралелно са кретањем возила (45,5%, n=55). Радним данима је страдало 70,2% (n=85) пешака. Оно што је карактеристично за ову категорију је доба дана када су страдали пешаци. Они најчешће страдају увече од 18 часова или у току ноћи у периоду до 5 часова (88,4%, n=107) у условима смањене видљивости, када је пут недовољно осветљен или неосветљен (92,6%, n=112).

Категорија 4: *Млади пешаци који су учествовали у незгодама на раскрсницама на пешачком прелазу док су прелазили коловоз са леве на десну страну, радним данима у току ноћи на недовољно осветљеном путу.*

Ова категорија обухвата 15,4% (n=123) настрадалих пешака. Полна структура у оквиру кластера показује да су особе женског пола (61,8%, n=76) страдале више него мушкарци (38,2%, n=47). Ако се посматра старосна структура кластера, млади од 15 до 29 година чине доминантну групу (47,2%, n=58). Сви настрадали пешаци у овој категорији су страдали приликом прелажења пешачког прелаза (100,0%, n=123), а за разлику од претходна три кластера у овом кластеру највећи број пешака страда на раскрсницама (87,8%, n=108). Ако се посматра правац кретања

пешака у односу на правац кретања возила са леве на десну страну је прелазило 63,4% пешака. Пешаци најчешће страдају радним данима (78,0%, n=96) увече и у току ноћи (86,2%, n=106) у периоду од 18 до 5 часова, када је пут недовољно осветљен (93,5%, n=115).

Категорија 5: *Жене пешаци које су настрадале у незгодама на раскрсницама на пешачком прелазу приликом прелазења коловоза са десне на леву страну, радним данима у јутарњем периоду или у току дана у условима добре дневне видљивости.*

У оквиру овог кластера настрадало је 23,3% (n=186) пешака. У односу на укупан број страдалих пешака женског пола у овом кластеру је настрадало 24% жена, а када се посматра полна структура у оквиру овог кластера 61,3% (n=114) чине жене, а 38,7% (n=72) мушкарци. У оквиру старосне структуре у овом кластеру најучесталија је старосна група између 15 и 29 година (31,2%). Ако се посматра укупан број пешака који су страдали на раскрсницама готово половина (49,7%, n=161) је обухваћена овим кластером, а у оквиру кластера 86,6% пешака настрадало је на раскрсницама. Готово сви пешаци (98,4%, n=183) су настрадали док су прелазили коловоз на пешачком прелазу, најчешће са десне на леву страну (64,5%, n=120). Радним данима је настрадало 87,6% пешака у јутарњем периоду дана од 6 до 11 часова (51,6%, n=96) или у току дана од 12 до 17 часова (44,1%, n=82). Услови видљивости су били добри дневни (94,6%, n=176).

4. ЗАКЉУЧАК

Кластер анализа врши груписање јединица посматрања у групе или класе тако да се сличне јединице нађу у истој класи (кластеру). Груписање се врши на основу резултата (скора) који се израчунава на основу вредности обележја по свим варијаблама, за сваку јединицу посматрања посебно. Метод који се користи за класификацију мора бити потпуно нумерички, а број класа се унапред обично не зна.

Кластер анализа се може добро искористити за редукцију података. Уколико је, на пример, потребно извршити тестирање новог производа на тржишту по градовима, направе се кластери сличних градова па се из сваког кластера одабере по један град за тестирање, да се не би анализирали сви градови.

Безбедност пешака је витално питање превоза, приликом промовисања активног транспорта. Пешаци су рањиви учесници у саобраћају и често трпе озбиљне последице када су укључени у саобраћајне незгоде са моторним возилима. Стога је важно разумети факторе повезане насталим повредама њиховим нивоима тежине. Ово ће помоћи саобраћајним инжењерима, планерима и доносиоцима одлука да на основу повреда везаних са факторима кроз разне инжењерске методе и контра-мере побољшања моторних возила, сигурносних уређаја и концепције производње возила у циљу умањења повреда пешака у случају судара возила са истим.

Потребно је извршити и груписање фактора као што су старост учесника, али и возила, моторне карактеристике возила, тип, брзина, али и коловозне карактеристике као и фреквенцију путне мреже и

факторе животне средине. Сви они заједно представљају чиниоце који имају и те како удела приликом настанка саобраћајне незгоде. Да би се лакше уочила веза као и њихов међусобни утицај, а самим тим исход који се огледа у повећању ризика за настанак саобраћајне незгоде, потребно је извршити груписање ових фактора. Најчешћа техника која се користи да идентификује однос између зависних и независних варијабли, а такође обрачунава ниво значајности сваке променљиве, јесте груписање.

Метод мрежа груписања треба да идентификује утицај локације на настанак саобраћајне незгоде. На основу просторно-временских анализа саобраћајних незгода са страдалим пешацима увиђа се повезаност ова два фактора. У погледу времена, већи број саобраћајних незгода у којима страдају пешаци настаје у ноћним условима вожње или када је слаба видљивост на саобраћајницама.

Страдање пешака у близини пешачких прелаза је најучесталије у близини школа, где је изражена велика фреквенција прелазака деце преко коловоза, при том чије се понашање због недовољне едукације, али и нивоа свести у њиховим годинама не може предвидети.

Поред деце која су свакако најрањивија категорија пешака, ту су и старе особе које су често слабије покретне, успоренијег кретања, лошег здравственог стања, што има за резултат да ове две групе пешака које страдају у саобраћајним незгодама често задобијају тешке телесне повреде, али често се и ове незгоде заврше са смртним исходом.

На основу овакве анализе могу се вршити одређене мере безбедности саобраћаја на путевима које би довеле до тога да возачи више уочавају пешаке и да више пазе приликом вожње, као и да пешаци схвате опасност од непримереног и непромишљеног понашања у саобраћају. Разним кампањама и другим мерама безбедности саобраћаја може се довести до тога да се укупан број страдалих пешака смањи.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bulajić, A., Jovanović, D., Matović, B., & Bačkalić, S. (2014). Identification of high-density locations with homogeneous attributes of pedestrian accident in the urban area of Novi Sad. In Proceedings of the XII International Symposium „Road accidents preventions“ (pp. 89-98).
- [2] World Health Organization, 2013. WHO Global Status Report on Road Safety 2013: Supporting a Decade of Action. World Health Organization.

Кратка биографија:

Марко Црнобрња рођен је у Новом Саду 1986. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранила је 2015. год.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању ванредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2014. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Đorđe Ćosić	Milan Rapajić	Slavica Mitrović
Aleksandar Erdeljan	Đorđe Lađinović	Milan Simeunović	Slavko Đurić
Aleksandar Ristić	Đorđe Obradović	Milan Trifković	Slobodan Dudić
Bato Kamberović	Đorđe Vukelić	Milan Trivunić	Slobodan Krnjetin
Biljana Njegovan	Đura Oros	Milan Vidaković	Slobodan Morača
Bogdan Kuzmanović	Đurđica Stojanović	Milena Krklješ	Sonja Ristić
Bojan Batinić	Emil Šećerov	Milica Kostreš	Srđan Kolaković
Bojan Lalić	Filip Kulić	Milica Miličić	Srđan Popov
Bojan Tepavčević	Goran Sladić	Milinko Vasić	Srđan Vukmirović
Bojana Beronja	Goran Švenda	Miloš Slankamenac	Staniša Dautović
Branislav Atlagić	Gordana	Miloš Živanov	Stevan Milisavljević
Branislav Nerandžić	Milosavljević	Milovan Lazarević	Stevan Stankovski
Branislav Veselinov	Gordana Ostojić	Miodrag Hadžistević	Strahil Gušavac
Branislava Kostić	Igor Budak	Miodrag Zuković	Svetlana Nikoličić
Branislava	Igor Dejanović	Mirjana Damjanović	Tanja Kočetov
Novaković	Igor Karlović	Mirjana Malešev	Tatjana Lončar
Branka Nakomčić	Ilija Kovačević	Mirjana Radeka	Turukalo
Branko Milosavljević	Ivan Beker	Mirjana Vojnović	Todor Bačkalić
Branko Škorić	Ivan Tričković	Miloradov	Toša Ninkov
Cvijan Krsmanović	Ivan Župunski	Mirko Borisov	Uroš Nedeljković
Damir Đaković	Ivana Katić	Miro Govedarica	Valentina Basarić
Danijela Lalić	Ivana Kovačić	Miroslav Hajduković	Velimir Čongradec
Darko Čapko	Jasmina Dražić	Miroslav Nimrihter	Velimir Todić
Darko Marčetić	Jelena Atanacković	Miroslav Plančak	Veljko Malbaša
Darko Reba	Jeličić	Miroslav Popović	Veran Vasić
Dejan Ubavin	Jelena Borocki	Mitar Jovanović	Veselin Avdalović
Dragan Ivanović	Jelena Kiurski	Mladen Kovačević	Veselin Perović
Dragan Ivetić	Jelena kovačević	Mladen Radišić	Vladan Radlovački
Dragan Jovanović	Jureša	Momčilo Kujačić	Vladimir Katić
Dragan Kukolj	Jelena Radonić	Nađa Kurtović	Vladimir Radenković
Dragan Mrkšić	Jovan Petrović	Nebojša Pjevalica	Vladimir Strezoski
Dragan Pejić	Jovan Tepić	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Škiljajica
Dragan Šešlija	Jovan Vladić	Nemanja	Vlado Delić
Dragana Bajić	Jovanka Pantović	Stanisavljević	Vlastimir
Dragana	Karl Mičkei	Nenad Katić	Radonjanin
Konstantinović	Katarina Gerić	Nikola Brkljač	Vuk Bogdanović
Dragana Šarac	Ksenija Hiel	Nikola Đurić	Zdravko Tešić
Dragana Štrbac	Laslo Nađ	Nikola Jorgovanović	Zora Konjović
Dragi Radomirović	Leposava Grubić	Nikola Radaković	Zoran Anišić
Dragiša Vilotić	Nešić	Ninoslav Zuber	Zoran Brujic
Dragoljub Novaković	Livija Cvetičanin	Ognjen Lužanin	Zoran Jeličić
Dragoljub Šević	Ljiljana Vukajlov	Pavel Kovač	Zoran Mijatović
Dubravka Bojanić	Ljiljana Cvetković	Peđa Atanasković	Zoran Milojević
Dušan Dobromirov	Ljubica Duđak	Petar Malešev	Zoran Mitrović
Dušan Gvozdenac	Maja Turk Sekulić	Predrag Šiđanin	Zoran Papić
Dušan Kovačević	Maša Bukurov	Radivoje Rinulović	Željen Trpovski
Dušan Sakulski	Matija Stipić	Rado Maksimović	Željko Jakšić
Dušan Uzelac	Milan Kovačević	Radovan Štulić	
Duško Bekut	Milan Rackov	Rastislav Šostakov	

