



ЗБОРНИК РАДОВА

ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници
Година: XXIV
Број: 7/2009



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА





УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXIV

Број: 7/2009

Нови Сад

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

Издавач: Факултет техничких наука Нови Сад

Главни и одговорни уредник: проф. др Илија Ћосић, декан Факултета
техничких Наука у Новом Саду

Уређивачки одбор:

др Илија Ћосић	др Бранко Шкорић
др Владимир Катић	др Јован Владић
др Илија Ковачевић	др Иван Пешењански
др Јанко Ходолич	др Бранислав Боровац
др Срђан Колаковић	др Зоран Јеличић
др Вељко Малбаша	др Властимир Радоњанин
др Вук Богдановић	др Горан Вујић
др Мила Стојаковић	др Драган Спасић
др Ливија Цветићанин	др Дарко Реба

Редакција :

др Владимир Катић	др Драгољуб Новаковић
др Жељен Трповски	мр Мирослав Зарић
др Зора Коњовић	Мирјана Марић

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

Техничка обрада: Графички центар ГРИД

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

Председник Савета: проф. др Радомир Фолић

CIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)
62

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

Двомесечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

Пред вама је 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, тако да је последњи број, пре његовог обнављања, објављен 1991. год., као двоброј/двогодишњак 20/21, 1990/1991.

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 докторских студија, доносе потребу да ови, веома значајни и вредни резултати, постану доступни академској и другој јавности. Оживљавање „Зборника радова Факултета техничких наука“, као јединственог форума за презентацију научних и стручних достигнућа, обезбеђује услове за доступност ових резултата.

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

Зборник излази у два облика – електронском на веб сајту ФТН-а (www.ftn.uns.ac.rs) и штампаном, који је пред вама. Електронска верзија часописа излази једном месечно, док се штампана верзија публикује 5-6 пута годишње у оквиру промоције дипломираних инжењера-мастера.

У овом броју штампани су радови студената, сад већ дипломираних инжењера – мастера, који су дипломирали у периоду 01.09. – 15.10.2009. год., а који се промовишу 19.12.2009. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових завршних радова. Део радова већ раније је објављен на некој од домаћих и међународних научних конференција: ЕТРАН, ТЕЛФОР, ИНФОТЕХ, ИНДЕЛ, SIGRE, CIREД, YU INFO.

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 свесци са редним бројем 6, објављени су радови из области машинства и индустријског инжењерства и менаџмента.

У овој свесци са редним бројем 7. објављени су радови из области електротехнике и рачунарства, саобраћаја, графичког инжењерства и дизајна и мехатронике.

У свесци са редним бројем 8. објављени су радови из области грађевинарства, архитектуре, инжењерства заштите животне средине и математике у техници.

Радови из области математике у техници јављају се у зборнику први пут што на индиректан начин сведочи и о експанзији наставних области у оквиру ФТН.

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

Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo

1. Mitar Šobot, Dejan Reljić, Darko Marčetić,
RAZVOJ MATEMATIČKOG MODELA TROFAZNE ASINHRONE MAŠINE SA UVAŽENIM
MAGNETNIM ZASIĆENJEM I GUBICIMA U MAGNETNOM KOLU 2085
2. Milko Đurđević, Milan Ivković, Rastislav Struharik,
DIZAJN I VERIFIKACIJA ARBITRA NAMENSKE MAGISTRALE 2089
3. Nandor Bodo, Vlado Porobić, Evgenije Adžić, Darko Marčetić,
INDIREKTNO VEKTORSKI UPRAVLJAN POGON ASINHRONOG MOTORA NA BAZI
dsPIC30F4011 2093
4. Nemanja vukoje, Kalman Babković, Laszlo Nagy,
DIGITAL STORAGE OSCILLOSCOPE AND SPECTRUM ANALYSER
Energetska elektronika, Novi Sad, oktobar 2009. 2097
5. Daniel Kovač,
JEDNO REŠENJE LOKALNE OPERATERSKE KONZOLE SISTEMA GAUS 2101
6. Ognjen Vulić,
REALIZACIJA TEHNOLOŠKOG INFORMACIONOG SISTEMA ZA RAD U DESKTOP I
INTERNET OKRUŽENJU 2105
7. Rade Pantelić,
IZGRADNJA GEOPORTALA KORIŠĆENJEM ERDAS APOLLO ALATA 2109
8. Marko Merdžan, Dejan Reljić, Dragan Milićević, Veran Vasić,
SISTEM ZA UPRAVLJANJE PRETVARAČIMA ENERGETSKE ELEKTRONIKE ZASNOVAN NA
DSPACE RAZVOJNOM OKRUŽENJU 2113
9. Bojan Bošković,
REALIZACIJA PODSISTEMA ZA GRAFIČKI PRIKAZ PODATAKA U REALNOM VREMENU
DSPACE RAZVOJNOM OKRUŽENJU 2117
10. Stojan Jović,
SISTEM ZA IZVEŠTAVANJE O RADU I GREŠKAMA DMS SOFTVERA 2121
11. Vaso Božić, Dejan Reljić, Darko Marčetić,
SKALARNO UPRAVLJANJE ASINHRONIM MOTOROM PRI MALIM BRZINAMA OBRATANJA
ROTORA 2125
12. Сандра Зељковић, Никола Теслић, Владимир Катић, Никола Челановић,
АРХИТЕКТУРА СИМУЛАТОРА ЕЛЕКТРОМОТОРНОГ ПОГОНА У РЕАЛНОМ ВРЕМЕНУ ... 2129
13. Đorđe Milić, Branko Milosavljević,
PRIKAZ SADRŽAJA DOKUMENATA KROZ WEB BROWSER 2134
14. Velibor Čepić,
AJAX METODOLOGIJA KAO SREDSTVO ZA RAZVOJ VISOKO INTERAKTIVNIH VEB APLIKACIJA. 2138
15. Tihomir Borčić,
REALIZACIJA SCA ARHITEKTURE POMOĆU APACHE TUSCANY BIBLIOTEKE 2142
16. Mladen Pećanac,
RAZVOJ GEOGRAFSKOG INFORMACIONOG SISTEMA ZA RAD U REALNOM VREMENU 2146
17. Bojan Ćulafić, Branislav Rankov, Miodrag Đukić, Jelena Kovačević,
JEDNO REŠENJE DINAMIČKOG PRILAGOĐENJA INTEGRISANOG RAZVOJNOG
OKRUŽENJA NA RAZLIČITE CILJNE DSP PLATFORME
Konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2009. 2150

18.	Dejan Cvijović, ISPITIVANJE KARAKTERISTIKA UZORKA STAKLA DOPIRANOG ERBIJUMOM	2154
19.	Radovan Tomić, ANALIZA S&C INTELLITEAM II AUTOMATSKE RESTAURACIJE SISTEMA	2158
20.	Aleksandar Savić, Stevan Grabić, Marko Vekić, Zoran Ivanović, Veran Vasić, LABORATORIJSKI MODEL PUNOUPRAVLJIVE VETROELEKTRANE	2162
21.	Branislav Mrganić, Milan Vidaković, AUTENTIKACIJA KORISNIKA UPOTREBOM SMART KARTICE U .NET OKRUŽENJU	2166
22.	Đurđa Rogić, INTERNACIONALIZACIJA I LOKALIZACIJA U GLOBALNOJ UPOTREBI INFORMACIONIH SISTEMA	2170
23.	Dražen Nadoveza, SERVERSKI SLOJ ZA PRIHVAT ZAHTEVA I CENTRALIZOVANU OBRADU DOGAĐAJA	2174
24.	Goran Ignjić, DETEKCIJA NAPUŠTENIH SESIJA U SISTEMU BAZIRANOM NA CORBA TEHNOLOGIJI	2178
25.	Zoran Đekić, DOGRADNJA AE SERVERA DMS SOFTVERA	2182
26.	Goran Milovanović, PRORAČUN TERMIČKOG OPTEREĆENJA ELEMENATA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA .	2186
27.	Bogdan Vukobratović, Staniša Dautović, PROBABILISTIC MODEL CHECKING OF RESISTIVE ELECTRICAL CIRCUITS Konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2008.	2189
28.	Bela Varga, INTEGRACIJA APLIKACIJA U UMS SISTEMIMA PRIMENOM MICROSOFT MESSAGE QUEUEING TEHNOLOGIJE	2193
29.	Mirel Štrangarić Šteta, Darko Čapko, TOPOLOŠKA ANALIZA I OPTIMALNA PODELA MODELA DISTRIBUTIVNE ELEKTROENERGETSKE MREŽE PO REGIONIMA	2197
30.	Dragana Jović, Goran Stojanović, PRIMENA MALIH AKUSTIČKIH FILTARA KOD UREĐAJA ZA ZAŠTITU SLUHA	2201
31.	Avram Avramović, Dragana Bajić, LOKALIZACIJA KOD BEŽIČNIH SENZORSKIH MREŽA	2205
32.	Miloš Macura, JEDNO REŠENJE PROGRAMSKE PODRŠKE ZA PRETRAŽIVANJE I KLASIFIKACIJU DOKUMENATA NA INTERNETU Konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2009.	2208
33.	Đorđe Petrović, Nenad Četić, Marija Tadić, Jelena Kovačević, JEDNO RJEŠENJE PODRŠKE ISPITIVANJU AUDIO KODERA NA DSP PLATFORMI SA DVA PROCESORSKA JEZGRA Konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2008.	2212
34.	Aleksandar Zorić, Miodrag Đukić, Nebojša Zorić, Jelena Kovačević, JEDAN PRISTUP VERIFIKACIJI SIMULATORA DIGITALNOG SIGNAL PROCESORA Konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2009.	2216
35.	Vladan Skoko, REALIZACIJA KOMUNIKACIONOG PROTOKOLA IEC 60870-5-101 ZA AKVIZICIONO UPRAVLJAČKI SISTEM GAUS	2220
36.	Marina Tadić, DISTRIBUIRANA APLIKACIJA ZA PRIKAZ ZBIRNOG STANJA REAL TIME SERVERA DMS SOFTVERA	2224
37.	Zlatko Emeđi, PRAKTIČNI PRIMERI MPC (PREDIKTIVNOG UPRAVLJANJA) BEZ GREŠKE U USTALJENOM STANJU	2228

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Bojan Tešanović,
UTICAJ PRITISKA VAZDUHA U PNEUMATICIMA NA EFIKASNOST KOČENJA VOZILA 2232
2. Stanko Obradović,
UTICAJ MASE TERETA NA EFIKASNOST KOČENJA VOZILA 2236
3. Miloš Jović,
OCENA UTICAJNIH PARAMETARA NA AKUMULATIVNOST MEĐUMESNE LINIJE
„SUBOTICA – PIROT“ 2240
4. Nemanja Hadžić, Vuk Bogdanović,
ANALIZA BOČNOG UBRZANJA VOZILA KOD MANEVRA IZBEGAVANJA NALETA NA
NEPOMIČNU PREPREKU 2244
5. Irena Milošević,
ANALIZA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA NA REGIONALNIM PUTEVIMA SRBIJE 2248
6. Dejan Topić, Pavle Gladović,
ANALIZA RADA I PREDLOG MERA ZA POBOLJŠANJE POSLOVANJA PREDUZEĆA
„PANONIJA PREVOZ mv“ D.O.O. 2252
7. Jelena Belić, Željko Trpovski,
RAZVOJ IP TELEVIZIJE 2256
8. Nedeljko Tadić, Jovan Tepić, Ilija Tanackov,
ISTRAŽIVANJE UZROKA NASTANKA VANREDNIH DOGAĐAJA U ŽELEZNIČKOM
SAOBRAĆAJU NA PODRUČJU AP VOJVODINE OD 2004. DO 2008. GODINE 2260
9. Stevica Bogdanov, Dragan Jovanović,
PRIMENA SISTEMA POENTIRANJA U SAOBRAĆAJU 2264
10. Jelena Radojčić, Vuk Bogdanović,
ANALIZA MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA U
JEVREJSKOJ ULICI U NOVOM SADU 2268
11. Željka Davidović, Vuk Bogdanović,
ANALIZA USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA BULEVARU OSLOBOĐENJA U NOVOM
SADU OD ULICE MAKSIMA GORKOG DO ULICE NOVOSADSKOG SAJMA 2272
12. Dušan Radaković, Obrad Peković,
IMPLEMENTACIJA SISTEMA ZA AUTOMATSKO RAZVRSTAVANJE PAKETSKIH POŠILJAKA
U GPC-u 21200 NOVI SAD 2276
13. Dalibor Džunić, Obrad Peković,
ANALIZA I UNAPREĐENJE AUTOMATIZACIJE ŠALTERSKOG POSLOVANJA I PRERADE
POŠILJAKA U POŠTI 18300 PIROT KORIŠĆENJEM POSTNET-A 2280
14. Miroslav Vuletić, Pavle Gladović,
PROGRAM MERA ZA POBOLJŠANJE PROIZVODNO-EKONOMSKIH REZULTATA I
KVALITETA USLUGE ATP "SEVERTRANS SENTA" 2284
15. Jovana Maslić, Željko Trpovski,
PRENOS GOVORNOG SIGNALA PUTEM INTERNETA-VoIP 2288
16. Goran Marković,
ANALIZA NASTRADALIH LICA NA MAGISTRALNIM PUTEVIMA SRBIJE 2292

Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1. Milena Vrućinić, Jelena Kiurski,
PRIMENA ISO 14001 U ŠTAMPARSKOJ INDUSTRIJI 2296
2. Tatjana Anđelković, Jelena Kiurski,
BTX U GRAFIČKOM OKRUŽENJU 2299
3. Ivana Martinović, Jelena Kiurski,
EMISIJA IZOPROPIL ALKOHOLA IZ TABAČNE OFSET ŠTAMPE 2303

4.	Borko Musin, Dragoljub Novaković, AUTOMATIZACIJA PROCESA PROIZVODNJE U ŠTAMPARIJI ROTOGRAFIKA	2307
5.	Ivana Tomić, Dragoljub Novaković, Igor Karlović, TESTIRANJE CIE CAM02 MODELA OSEĆAJA BOJA KOD KALIBRACIJE MONITORA ZA EKRANSKI PROBNI PRIKAZ	2311
6.	Jovana Ožegović, Jelena Kiurski, TOLUEN KAO OPASNA SUPSTANCA U GRAFIČKOM OKRUŽENJU	2315
7.	Helena Veber, Dragoljub Novaković, Igor Karlović, KREIRANJE I STILIZACIJA DIGITALNIH ILUSTRACIJA	2318
8.	Mirjana Ivković, Dragoljub Novaković, Živko Pavlović, ISTRAŽIVANJE KVALITETA OTISAKA TAMPON ŠTAMPE NA PLASTIČNIM I METALNIM PODLOGAMA	2322
9.	Vesna Simendić, Dragoljub Novaković, Ivan Ristić, ODREĐIVANJE KINETIČKIH PARAMETARA UMREŽAVANJA OFSET GRAFIČKIH BOJA	2326
10.	Katarina Ljubojević, Dragoljub Novaković, Magdolna Apro, SPECIFIČNOSTI PROJEKTOVANJA KARTONSKE AMBALAŽE U SOFTVERU ENGVIEW PACKAGE DESIGNER	2330
11.	Radmila Zelić, Dragoljub Novaković, Uroš Nedeljković, PRIMENA FOTOGRAFIJE U DIZAJNU PLAKATA	2334
12.	Sofija Jovanović, Dragoljub Novaković, Sandra Dedijer, ISTRAŽIVANJA PROCESA ŠTAMPE PIVSKE ETIKETE NA ALUMINIJUMSKOJ HARTIJI	2338
13.	Nevena Skerlić, Dragoljub Novaković, Sandra Dedijer, IMPLEMENTACIJA SISTEMA ZA KONTROLU I KOMUNIKACIJU SA BOJAMA U PROCESU ŠTAMPE	2342
14.	Boris Obrenović, Dragoljub Novaković, Sandra Dedijer, TESTIRANJE KOMPRESIBILNIH TRAKA ZA FLEKSO ŠTAMPU	2346
15.	Neda Milić, Dragoljub Novaković, Igor Karlović, RAZVOJ I IMPLEMENTACIJA SOFTVERSKOG MODULA ZA POMOĆ OSOBAMA SA POREMEĆAJEM VIĐENJA BOJA	2350
16.	Borjan Divljanović, Ratko Obradović, PROSTORNI MODEL ENTERIJERA NOVOSADSKJE GIMNAZIJE „JOVAN JOVANOVIĆ ZMAJ”	2354
17.	Dunja Mitrović, Dragoljub Novaković, Magdolna Apro, ISTRAŽIVANJE SMANJENJA OPTEREĆENJA UČENIKA TEŽINOM UDŽBENIKA	2357

Radovi iz oblasti: Mehatronika

1.	Nenad Lekić, Dragan Šešlija, BEŽIČNA RAZMENA PODATAKA O DETEKCIJI ZAPRLJANOSTI U PNEUMATSKIM SISTEMIMA	2361
2.	Nemanja Ljubinković, PRIMENA RFID TEHNOLOGIJE I VIDEO NADZORA ZA UPRAVLJANJE PRISTUPOM	2364
3.	Aleksandar Poznić, PRIKAZ REŠENJA AUTOMATIZACIJE MENJAČA AUTOMOBILA YUGO FLORIDA 1.3	2368
4.	Nikola Pantić, Stevan Stankovski, PREDLOG DIDAKTIČKOG MODELA SA SENZORIMA ZA PROCESNU TEHNOLOGIJU	2372
5.	Zvezdan Žakula, PREDLOG DIDAKTIČKOG MODELA ZA PROCESNU INDUSTRIJU	2376
6.	Мирослав Илић, Драган Шешлија, ЦЕНТРАЛИЗОВАНО УПРАВЉАЊЕ КОМПРЕСОРСКОМ СТАНИЦОМ ЗА ПЕТ АМБАЛАЖУ	2380
7.	Sabolč Horvat, UPRAVLJANJE UREĐAJIMA PREKO GLASOVNIH KOMANDI	2384

**RAZVOJ MATEMATIČKOG MODELA TROFAZNE ASINHRONE MAŠINE SA
UVAŽENIM MAGNETNIM ZASIĆENJEM I GUBICIMA U MAGNETNOM KOLU****MATHEMATICAL MODELING OF THREE PHASE INDUCTION MACHINE TAKING
INTO CONSIDERATION MAGNETIC SATURATION AND MAGNETIC CORE LOSSES**Mitar Šobot, Dejan Reljić, Darko Marčetić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je predstavljen matematički model trofazne asinhrone mašine. Posebna pažnja je posvećena unapređenju matematičkog modela uvažavajući snagu gubitaka u magnetnom kolu statora, kao i efekat pojave magnetnog zasićenja. Problem je rešen uvođenjem zavisnosti $L_m = F(\psi)$, kojim se uvažava pojava magnetnog zasićenja u mašini i uvođenjem parametra R_{fe} , kojim se opisuje snaga gubitaka u magnetnom kolu mašine. Pri rešavanju navedenog problema korišćen je softver Matlab/Simulink. Na kraju su dati eksperimentalni rezultati i isti su upoređeni sa rezultatima računarske simulacije.

Abstract - In this paper a mathematical model of three-phase induction machine is presented. Special attention is given to the improvement of mathematical model of three-phase induction machine, accepting the power losses in the stator magnetic core, as well as the effect of magnetic saturation. These problems are solved introducing function $L_m = F(\psi)$, which is taking into account the phenomenon of magnetic saturation in the machine, and introducing parameter R_{fe} , which describes the power losses in the magnetic core. Matlab/Simulink software is used as a solution tool to this problem. Experimental results are presented and compared with simulation results.

Ključne reči: asinhrona mašina, modelovanje mašine

1. UVOD

Elektromotorni pogon sa svim svojim sastavnim delovima čini veoma složen električni i mehanički sistem. Analiza rada takvog sistema je složena, pre svega prilikom opisivanja prelaznih režima koji se javljaju kao normalno pogonsko stanje prilikom promene bilo kog parametra ovog sistema. Asinhrona mašina je najrasprostranjenija naizmenična mašina u oblasti elektromotornih pogona naizmenične struje i istovremeno najsloženiji element sa gledišta proučavanja prelaznih pojava u pogonima. Analiza rada ovakvog sistema se sprovodi opisivanjem fizičkog modela odgovarajućim matematičkim jednačinama koje su pogodne za proučavanja i rešavanja konkretnih zadataka.

Matematički model električnih mašina je skup diferencijalnih i algebarskih jednačina koje opisuju pojave u samoj električnoj mašini. U praksi se koriste matematički mode-

li koji zadovoljavaju uslove da su dovoljno tačni, a pri tome su i jednostavni za praktičnu primenu. S druge strane, rezultati koje daje matematički model se u što većoj meri moraju slagati sa stvarnim vrednostima veličina u mašini (struja, napon...). U procesu formiranja matematičkog modela koriste se stvarne fizičke veličine koje se imaju pri radu električne mašine, a takav polazni model se naziva model u originalnom području. Matematički model u originalnom području karakteriše veliki broj jednačina i promenljivih u njima. Rešavanje takvog matematičkog modela je vremenski zahtevno i složeno. Iz tog razloga, vrši se transformacija osnovnog matematičkog modela pomoću odgovarajućih transformacija (rasprežuća „C“ transformacija i rotaciona „D“ transformacija), a rezultat je bitno smanjenje jednačina i promenljivih u modelu. Transformisani matematički model je opisan sistemom algebarskih i diferencijalnih jednačina koje se jednostavno rešavaju primenom odgovarajućih softverskih alata.

U procesu formiranja navedenog matematičkog modela koriste se izvesna uprošćenja kojima se pojednostavljuje matematički modela asinhrone mašine, a sve u cilju dobijanja modela koji će imati praktičnu primenu. Glavne pretpostavke koje se koriste prilikom izvođenja matematičkog modela se odnose na zanemarenje magnetnih gubitaka u gvožđu i pojavu magnetnog zasićenja [1]. Tako izvedeni matematički model ne odlikava u potpunosti stvarne pojave u asinhronoj mašini, što može imati za posledicu pogrešno upravljanje električnim pogonom sa asinhronom mašinom. Problem se može prevazići unapređenjem matematičkog modela kojim bi se uvažila pojava magnetnog zasićenja, kao i snaga gubitaka u magnetnom kolu mašine.

U ovom radu matematički model trofazne asinhrone mašine unapređen je uvođenjem zavisnosti $L_m = F(\psi)$ kojim se uvažava pojava magnetnog zasićenja u mašini i uvođenjem parametra R_{fe} kojim se opisuje snaga gubitaka u magnetnom kolu.

Za rešavanje sistema diferencijalnih i algebarskih jednačina, kojima se modeluje asinhrona mašina, koriste se različiti programski paketi. U radu je korišćen programski paket MATLAB sa svojim programskim dodatkom SIMULINK. To je program čije je okruženje grafičko, a prilagođeno potrebama automatske regulacije, sa blokovima koji predstavljaju elemente realnog pogona.

**2. TRANSFORMISANI MATEMATIČKI MODEL
ASINHRONE MAŠINE**

Cilj transformacije originalnog matematičkog modela asinhrone mašine, koji je dat u [1], je da se dođe do analitičkih izraza pogodnijih za rešavanje konkretnog

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz diplomskog-master rada čiji je mentor bio dr Darko Marčetić, docent.

zadatka. Sa fizičke tačke gledišta cilj je da se mašina zameni ekvivalentnom, ali jednostavnijom i preglednijom mašinom i proučavanje vrši na takvoj, transformisanoj mašini [1]. Za razliku od postupka idealizovanja, pri čemu se gubi izvestan broj informacija o pojavama za koje je ocenjeno da su od sekundarnog značaja, transformacijama se dobija model koji sadrži sve informacije kao i originalni, samo u drugačijoj, jednostavnijoj formi.

Da bi se originalni matematički model asinhronne mašine transformisao, koristi se transformacija raspresanja, čime se trofazni namotaj statora (a,b,c) i rotora (A,B,C) ekvivalentira odgovarajućim fiktivnim dvofaznim namotajem (α - β). Transformacijom obrtanja, koja sledi posle transformacije raspresanja, se postiže da su elementi matrice induktivnosti nezavisni od ugaonog položaja rotora, odnosno vremena [1]. To se kod asinhronne mašine može postići na tri načina, i to:

1. sistem dq osa je nepokretan u odnosu na stator,
2. sistem dq osa se obrće istom brzinom kao rotor,
3. sistem dq osa se obrće bilo kojom brzinom ω_e .

Objedinjena realna transformacija raspresanja i rotacije se naziva „B“ transformacija, te u slučaju 1. nosi oznaku B_s , u slučaju 2. nosi oznaku B_r i u slučaju 3. nosi oznaku B_e . Matematički model trofazne asinhronne mašine nakon B_s transformacije ima sledeći oblik [1]:

$$u_{sd} = R_s \cdot i_{sd} + \frac{d\psi_{sd}}{dt} \quad (1)$$

$$u_{sq} = R_s \cdot i_{sq} + \frac{d\psi_{sq}}{dt} \quad (2)$$

$$0 = R_r \cdot i_{rd} + \frac{d\psi_{rd}}{dt} + \omega \cdot \psi_{rq} \quad (3)$$

$$0 = R_r \cdot i_{rq} + \frac{d\psi_{rq}}{dt} - \omega \cdot \psi_{rd} \quad (4)$$

$$\psi_{sd} = \lambda_s \cdot i_{sd} + L_m \cdot i_{md} \quad (5)$$

$$\psi_{sq} = \lambda_s \cdot i_{sq} + L_m \cdot i_{mq} \quad (6)$$

$$\psi_{rd} = L_m \cdot i_{md} + \lambda_r \cdot i_{rd} \quad (7)$$

$$\psi_{rq} = L_m \cdot i_{mq} + \lambda_r \cdot i_{rq} \quad (8)$$

$$J \cdot \frac{d\omega}{dt} = m_e - m_m \quad (9)$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \omega \quad (10)$$

$$m_e = P \cdot [i_{sq} \cdot \psi_{sd} - i_{sd} \cdot \psi_{sq}] \quad (11)$$

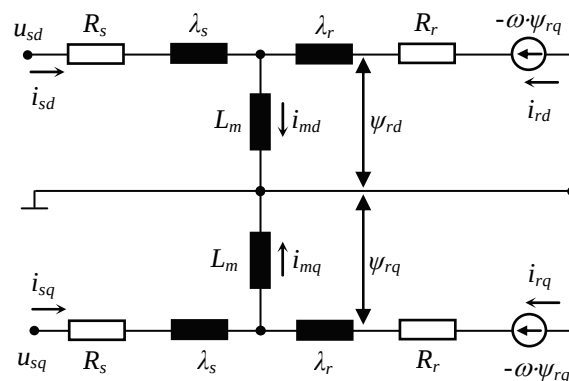
$$p = u_{sd} \cdot i_{sd} + u_{sq} \cdot i_{sq} \quad (12)$$

$$q = u_{sq} \cdot i_{sd} + u_{sd} \cdot i_{sq} \quad (13)$$

Na osnovu navedenih jednačina može se nacrtati dinamička ekvivalentna šema asinhronne mašine, koja važi ne samo za ustaljena stanja već i za prelazne procese. Šema ima dva dela: gornji deo šeme sa podužnim komponentama i donji deo šeme sa poprečnim komponentama. Dakle, jednačinama (1) do (8) odgovara ekvivalentna šema koja je prikazana na Sl. 1.

3. UNAPREĐENJE MATEMATIČKOG MODELA ASINHRONE MAŠINE

U prethodnom poglavlju formiran je transformisani matematički model asinhronne mašine, koji važi pod pretpostavkama navedenim u [1].



Sl. 1. Dinamička ekvivalentna šema asinhronne mašine

Neke od tih pretpostavki su zanemarenje magnetnih gubitaka u gvožđu (magnetnom kolu) i pojava magnetnog zasićenja.

Gubici u gvožđu se sastoje od gubitaka usled histerezisa i vrtložnih struja, i ovi gubici su uglavnom ograničeni na gvožđe statora.

Gubici usled vrtložnih struja zavise od kvadrata magnetne indukcije, učestanosti i debljine limova. Pri normalnim uslovima rada mašine oni se dovoljno tačno mogu izraziti kao [2]:

$$P_v = K_v \cdot (B_{max} \cdot f \cdot \tau)^2 \quad (14)$$

gde je τ debljina lima, B_{max} maksimalna vrednost magnetne indukcije, f učestanost, a K_v sačinilac proporcionalnosti čija vrednost zavisi od primenjenih jedinica, zapremine gvožđa i električne otpornosti gvožđa.

Promenljivost gubitka usled histerezisa se može izraziti samo empirijskim obrascima. Najčešće se upotrebljava obrazac [2]:

$$P_h = K_h \cdot f \cdot B_{max}^n \quad (15)$$

gde je K_h sačinilac proporcionalnosti koji zavisi od karakteristika i zapremine gvožđa i primenjenih jedinica, a za n je usvojena vrednost 2 [2].

Na osnovu izraza (14) i (15) i činjenice da je magnetni fluks srazmeran količniku elektromotorne sile i frekvencije, te da je u pitanju trofazna mašina, dolazi se do sledećeg izraza za snagu gubitaka u gvožđu statora:

$$P_{fe} = 3 \cdot E^2 \left(\frac{k_1}{f} + k_2 \right) = 3 \cdot \frac{E^2}{R_{fe}} \quad (16)$$

gde su k_1 i k_2 histerezisni sačinilac i sačinilac vrtložnih struja, redom. Na osnovu izraza (16), gubici u magnetnom kolu trofazne asinhronne mašine se u radu modeluju parametrom R_{fe} , koji je funkcija magnetnog fluksa u mašini i frekvencije napajanja.

Dalje unapređenje matematičkog modela trofazne asinhronne mašine je izvedeno uzimanjem u obzir pojave magnetnog zasićenja zajedničkog fluksa. Ovaj uticaj je iskazan preko promenljive induktivnosti grane magnećenja, tj. $L_m = F(\psi)$.

Postupak određivanja navedenih veličina prikazan je u poglavlju 4.

Na osnovu gore uvedenih pretpostavki, može se napisati unapređen B_s matematički model trofazne asinhronne mašine:

$$u_{sd} = R_s \cdot (i_{sd} + i_{fed}) + \frac{d\psi_{sd}}{dt} \quad (17)$$

$$u_{sq} = R_s \cdot (i_{sq} + i_{feq}) + \frac{d\psi_{sq}}{dt} \quad (18)$$

$$0 = R_r \cdot i_{rd} + \frac{d\psi_{rd}}{dt} + \omega \cdot \psi_{rd} \quad (19)$$

$$0 = R_r \cdot i_{rq} + \frac{d\psi_{rq}}{dt} - \omega \cdot \psi_{rd} \quad (20)$$

$$\psi_{sd} = \lambda_s \cdot (i_{sd} + i_{fed}) + L_m \cdot i_{md} \quad (21)$$

$$\psi_{sq} = \lambda_s \cdot (i_{sq} + i_{feq}) + L_m \cdot i_{mq} \quad (22)$$

$$\psi_{rd} = L_m \cdot i_{md} + \lambda_r \cdot i_{rd} \quad (23)$$

$$\psi_{rq} = L_m \cdot i_{mq} + \lambda_r \cdot i_{rq} \quad (24)$$

$$i_{md} = i_{sd} + i_{rd} \quad (25)$$

$$i_{mq} = i_{sq} + i_{rq} \quad (26)$$

$$e_d = \frac{d}{dt} (L_m \cdot (i_{sd} + i_{rd})) \quad (27)$$

$$e_q = \frac{d}{dt} (L_m \cdot (i_{sq} + i_{rq})) \quad (28)$$

$$i_{fed} = \frac{e_d}{R_{fe}} \quad (29)$$

$$i_{feq} = \frac{e_q}{R_{fe}} \quad (30)$$

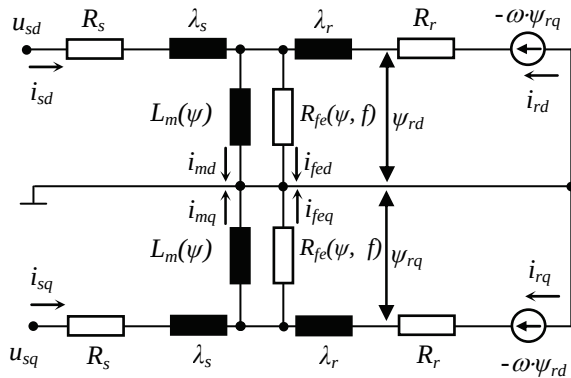
$$m_e = P \cdot [i_{sq} (L_m \cdot i_{md} + \lambda_s \cdot i_{sd}) - i_{sd} (L_m \cdot i_{mq} + \lambda_s \cdot i_{sq})] \quad (31)$$

$$J \frac{d\omega}{dt} = m_e - m_m \quad (32)$$

$$p = u_{sd} \cdot (i_{sd} + i_{fed}) + u_{sq} \cdot (i_{sq} + i_{feq}) \quad (33)$$

$$q = u_{sq} \cdot (i_{sd} + i_{fed}) + u_{sd} \cdot (i_{sq} + i_{feq}) \quad (34)$$

Jednačinama (17) do (30) odgovara ekvivalentna šema koja je prikazana na Sl. 2.

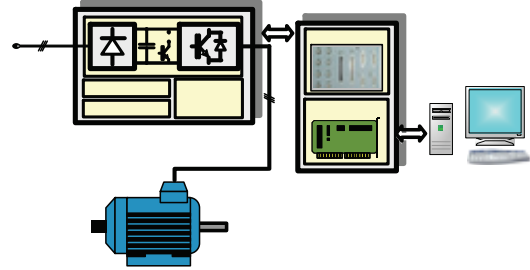


Sl. 2. Unapređena dinamička ekvivalentna šema asinhronne mašine

4. ODREĐIVANJE NEPOZNATIH VELIČINA U UNAPREĐENOM MODELU

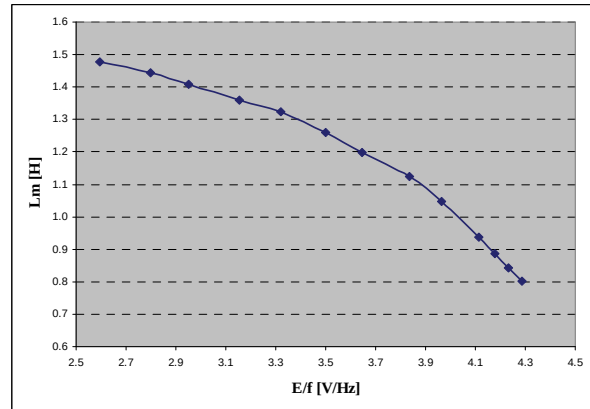
U prethodnom poglavlju formiran je unapređeni matematički model trofazne asinhronne mašine. Model je unapređen sa dva promenljiva parametra: R_{fe} (kojim se modeluju gubici u magnetnom kolu statora) i $L_m = F(\psi)$ (kojim se modeluje pojava magnetnog zasićenja u mašini). Obe nepoznate veličine određuju se iz oglada praznog hoda ispitivane mašine [2]. Blok šema ispitivanja asinhronne mašine u praznom hodu prikazana je na Sl. 3. U eksperimentu je korišćen asinhroni motor ZK 71 A-4 proizvođača „Sever“. Ispitivani motor napaja se iz trofaznog

naponskog invertora. Upravljački algoritam je realizovan pomoću razvojnog sistema proizvođača dSPACE [3], model ACE1104 sa upravljačkom karticom DS1104, koja podržava programiranje procesora na programskom jeziku višeg nivoa [3] i programskog paketa *Matlab/Simulink*.

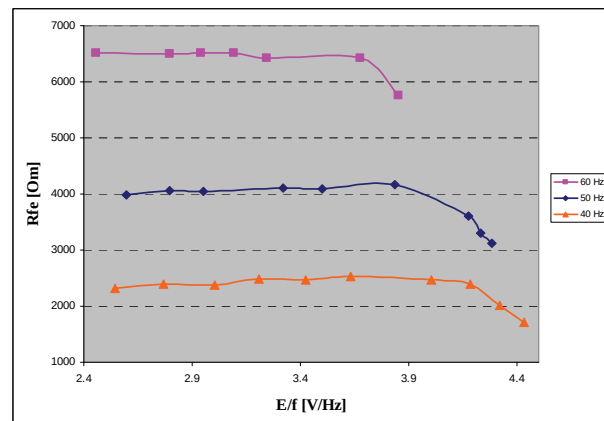


Sl. 3. Blok šema ispitivanja asinhronne mašine

Na osnovu činjenice da je magnetni fluks (ψ) u mašini srazmeran količniku elektromotorne sile i frekvencije ($\psi \sim E/f$) [2], to je na Sl. 4 prikazana zavisnost $L_m = f(E/f)$, a na Sl. 5 zavisnost $R_{fe} = g(E/f, f)$. Oba dijagrama su dobijena iz oglada praznog hoda ispitivanog motora.



Sl. 4. Grafik zavisnosti $L_m = f(E/f)$



Sl. 5. Grafik zavisnosti $R_{fe} = g(E/f, f)$

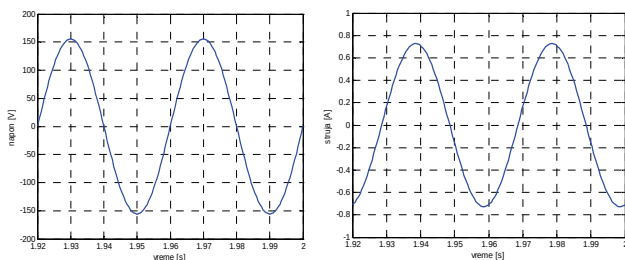
Na osnovu dobijenih grafičkih zavisnosti, prikazanih na Sl. 4 i Sl. 5, moguće je realizovati unapređeni matematički model trofazne asinhronne mašine koji je dat u prethodnom poglavlju.

5. REZULTATI RAČUNARSKE SIMULACIJE

U ovom poglavlju predstavljeni su rezultati računarske simulacije rada motora ZK 71 A-4. Program je urađen u programskom paketu *Matlab/Simulink*, a na osnovu klasičnog matematičkog modela definisanog jednačinama (1)-(13) i unapređenog matematičkog modela mašine definisanog jednačinama (17)-(34). Ostali parametri mašine preuzeti su iz [4].

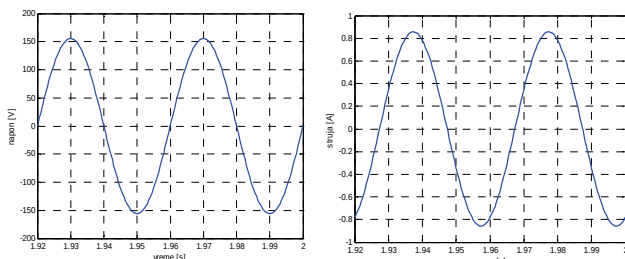
Na Sl. 6 su prikazani talasni oblici faznog napona i struje statora jedne faze ispitivane trofazne asinhronne mašine u motorskom praznom hodu dobijeni na osnovu klasičnog modela, a na Sl. 7 rezultati dobijeni na osnovu unapređenog modela. Učestanost napajanja je 25 Hz. Efektivna vrednost faznog napona statora iznosi 110 V.

Efektivna vrednost fazne struje sa Sl. 6 je 0,51 A. Aktivna snaga koju motor povlači iz izvora napajanja je 38 W, a reaktivna snaga 165,4 Var (klasičan model).



Sl. 6. Talasni oblici faznog napona i struje motora

Efektivna vrednost fazne struje sa Sl. 7 je 0,6 A. Aktivna snaga koju motor povlači iz izvora napajanja je 80,5 W, a reaktivna snaga 181,3 Var (unapređen model). Vrednost parametra R_{fe} , koji se u navedenoj simulaciji dobija iz *Look-up* tabele, iznosi 844,2 Ω , a parametra L_m (iz odgovarajuće *Look-up* tabele) 1,015 H.

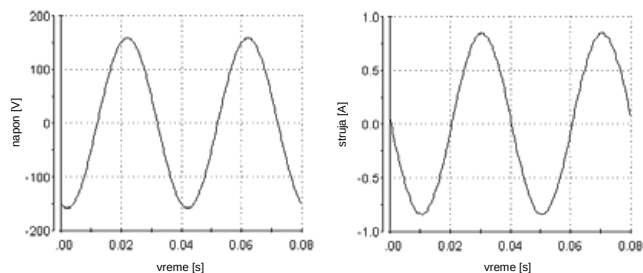


Sl. 7. Talasni oblici faznog napona i struje motora

6. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

Na realizovanoj eksperimentalnoj postavci, prikazanoj na Sl. 3, izvršen je ogled motorskog praznog hoda ispitivane mašine. Fazni napon motora je 110 V, 25 Hz. Ovaj eksperiment odgovara računarskoj simulaciji iz prethodnog poglavlja.

Na Sl. 8 prikazani su talasni oblici izmerenog faznog napona osnovnog harmonika i fazne struje statora jedne faze ispitivane trofazne asinhronne mašine u motorskom praznom hodu. Efektivna vrednost fazne struje je 0,59 A. Izmerena aktivna snaga koju mašina povlači iz izvora napajanja je 76 W, a reaktivna snaga je 181,5 Var.



Sl. 8. Talasni oblici faznog napona osnovnog harmonika i fazne struje ispitivanog motora

Poređenjem rezultata računarske simulacije i eksperimentalnih rezultata, može se konstatovati da je računarska simulacija unapređenog matematičkog modela dala bolje rezultate u praznom hodu u odnosu na simulaciju klasičnog modela.

7. ZAKLJUČAK

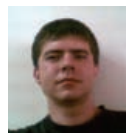
U radu je prikazan jedan od načina unapređenja matematičkog modela trofazne asinhronne mašine. Razvijeni matematički model uzima u obzir snagu gubitaka u magnetnom kolu statora, kao i efekat pojave magnetnog zasićenja. Efikasnost razvijenog matematičkog modela je prikazana putem računarske simulacije i eksperimentalne verifikacije. Konstatovano je da je računarska simulacija unapređenog matematičkog modela dala bolje rezultate u praznom hodu u odnosu na simulaciju klasičnog matematičkog modela.

Nedostatak razvijenog unapređenog modela ogleda se u povećanom broju matematičkih jednačina kao i u potrebi za obavljanjem ogleda praznog hoda ispitivane mašine pri različitim učestanostima napajanja.

8. LITERATURA

- [1] V. Vučković „Opšta teorija električnih mašina“, Nauka, Beograd, 1992.
- [2] Fitzgerald, Kingsley „Električne mašine“, Naučna knjiga, Beograd, 1962.
- [3] dSPACE, Inc, “dSPACE” (on-line), Dostupno: <http://www.dspaceinc.com>
- [4] M. Burmazović, "Određivanje parametara ekvivalentne šeme i vektorska kontrola asinhronne kavezne mašine", Diplomski rad, FTN, Novi Sad, 2008.

Kratka biografija:



Mitar Šobot rođen je u Livnu 1982. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva - Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2009. god.

Dejan Reljić magistrirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2006. god., gde radi kao asistent. Oblast interesovanja su energetska elektronika i elektromotorni pogoni.

Darko Marčetić doktorirao je na ETF-u u Beogradu 2006. god., a od 2007. god radi na Fakultetu tehničkih nauka u zvanju docenta. Oblast interesovanja su elektromotorni pogoni.

DIZAJN I VERIFIKACIJA ARBITRA NAMENSKE MAGISTRALNE

DESIGN AND VERIFICATION OF CUSTOM BUS ARBITER

Milko Đurđević, *Fakultet tehničkih nauka, Milan Ivković, Elsys Eastern Europe, Beograd,*

Rastislav Struharik, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

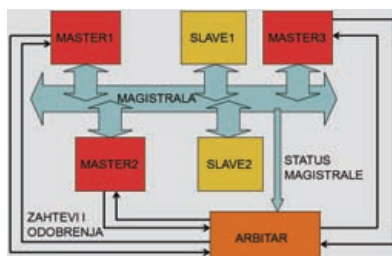
Kratak sadržaj – Rad opisuje postupak projektovanja i verifikacije VHDL modela arbitra namenske magistralne, implementiranog u FPGA tehnologiji. Razmotrene su različite konfiguracije arbitra. Predstavljeno je okruženje za testiranje arbitra, koje se sastoji od same magistralne i vodećih i pratećih uređaja na njoj.

Abstract – This paper describes design and verification flow of custom bus arbiter VHDL model, implemented in FPGA. Various arbiter configurations have been discussed. Testing environment comprising bus, masters and slaves has been described, as well.

Ključne reči: Magistrala, arbitar, FPGA

1. UVOD

U računarskim sistemima često se javlja potreba da više uređaja koristi zajednički resurs. U tom slučaju, takvi uređaji i resurs kome se pristupa se povezuju na zajedničku magistralu. Slika 1 prikazuje tipičan izgled sistema sa zajedničkom magistralom i pripadajućim uređajima. Master je uređaj koji inicira i aktivno vrši transfer podataka preko magistralne (engl. master – vodeći). Slevj je uređaj (resurs) kome se pristupa (engl. slave – prateći).



Slika 1. Sistem sa zajedničkom magistralom

U ovakvom sistemu mora se znati kad koji vodeći uređaj ima kontrolu nad magistralom, kako ne bi dolazilo do kolizije. U svakom trenutku najviše jedan vodeći uređaj može vršiti prenos podataka. Arbitar je uređaj koji se stara upravo o tome. Njegov zadatak je da na osnovu definisanog algoritma arbitriranja i svih trenutnih zahteva vodećih uređaja za magistralom, jednom od njih dodeli odobrenje za upravljanje magistralom, na određeni vremenski period. Svaki vodeći uređaj je vezan na arbitar pomoću dva signala: signala zahteva (request) kojim vodeći uređaj signalizira da želi da vrši prenos, i signala odobrenja (grant) kojim arbitar javlja uređaju da mu je dodeljena kontrola nad magistralom. Arbitar nadgleda signale na

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Milka Đurđevića. Mentor rada bio je prof.dr Veljko Malbaša.

magistrali (komande vodećeg i/ili status pratećeg uređaja) kako bi bio informisan o tome kako teče transfer za koji je dodelio odobrenje. Dodatno, arbitar može i prekinuti trenutni transfer (ako traje duže nego što je predviđeno) i dodeliti magistralu drugom vodećem uređaju.

2. OPIS PROJEKTOG ZADATKA

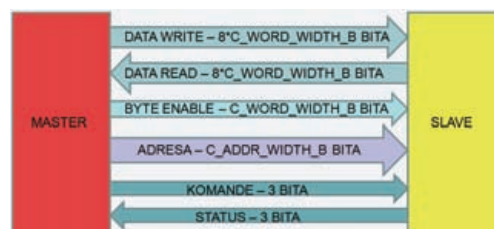
Projektni zadatak je zahtevao razvoj sistema koji omogućava pristup zajedničkom resursu od strane više uređaja implementiranih unutar FPGA programabilne komponente (FPGA – engl. Field Programmable Gate Array). Ciljna platforma je generacija FPGA integrisanih kola Virtex4 [1], jer je arbitar predviđen za arbitriranje pristupa DDR SDRAM memoriji koja se nalazi na razvojnoj ploči ML403 [2] sa Virtex4 na sebi. Bez obzira na to, dizajn je morao ostati nezavisan od platforme.

2.1. Arbitar

Bilo je potrebno realizovati IP (IP – engl. Intellectual Property) jezgro arbitra magistralne koji treba da bude konfigurabilan, kako bi mogao podržavati od 1 do 16 mastera. Uređaj kome arbitar dodeli odobrenje ima određeno vreme, izraženo u broju taktova, da izvrši transakciju. Ukoliko se transakcija ne završi u tom roku, arbitar mu uskraćuje odobrenje, i njegov zahtev biva maskiran na određeno vreme. Pošto arbitar nije namenjen da arbitrira neku standardnu magistralu (npr. OPB ili PLB), bilo je potrebno implementirati potpuno novu magistralu, prema zadatoj specifikaciji (signali magistralne i protokol). Cilj je bio implementirati magistralu koja zadovoljava konkretne projektne zahteve.

2.2. Magistrala

Definisano je koji će signali postojati na magistrali (prikazani su na slici 2). Potrebno je ostaviti mogućnost parametrizovanja magistralne, kako bi se omogućilo vezivanje uređaja sa različitim širinom reči podatka na nju.



Slika 2. Signali magistralne

Predviđene su četiri vrste transakcija na magistrali:

- Single write – master upisuje jednu reč u slejva
- Single read – master čita jednu reč iz slejva
- Burst write – master upisuje niz reči u slejva
- Burst read – master čita niz reči iz slejva

Postavljen je inicijalni zahtev izgleda vremenskih dijagrama transakcija, koji je naknadno prilagođavan kako bi se usaglasio sa detaljima implementacije arbitra.

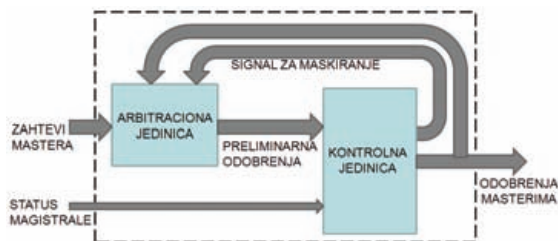
2.3. Razmatranje projektnih zahteva

Razmatrane su različite varijante algoritma arbitracije, odnosno definisanja prioriteta mastera. Generalno, postoje dva načina za postavljanje prioriteta:

- Fiksni prioriteti – Prioritetni nivoi se dodele vodećim uređajima pri instanciranju ili na početku rada i onda se ne menjaju, ili se povremeno menjaju ali nezavisno od izvršenih transakcija (implementirano kod PLB [3] i OPB [4] arbitra).
- Dinamički prioriteti – Prioritetni nivoi se menjaju nakon svake transakcije. Primer za to su LRU (engl. – Least Recently Used) algoritam (implementiran kod OPB arbitra, kao jedna od dve opcije) i Round Robin algoritam arbitriranja.

Odlučeno je da se implementira arbitar sa fiksnim prioritetima, jer mu je namena rad u sistemu u kome po prirodi stvari određeni uređaji (masteri) uvek imaju viši prioritet u odnosu na ostale. Arbitar treba da bude samostalan, tj. sposoban da sâm rešava slučajeve neuspešnih transakcija ili okaza uređaja (slejevova), bez eventualne pomoći nekog kontrolera, za razliku od PLB arbitra.

Pojednostavljena blok šema arbitra prikazana je na slici 3. Arbitar se sastoji iz arbitracione i kontrolne jedinice. Zadatak arbitracione jedinice je da odredi koji master trenutno ima najviši prioritet, uzimajući u obzir trenutne zahteve svih mastera, trenutni signal odobrenja i signale koji govore o tome koji su masteri trenutno maskirani. Zadatak upravljačke jedinice je da prati status magistrale i da dodeli novo odobrenje tek po završetku tekuće transakcije, i to masteru koji u tom trenutku ima najviši prioritet, tačnije onom koga odredi arbitraciona jedinica.



Slika 3. Blok šema arbitra

Performanse arbitra zavise od toga da li će se, i gde, signali baferovati unutar arbitra. Postoje tri rešenja:

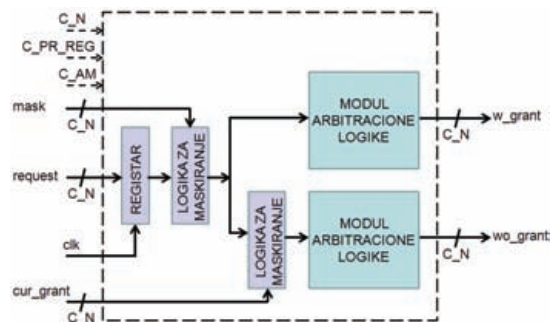
- Čisto kombinaciona putanja – Rešenje koje se sreće kod Xilinx OPB arbitra. Odobrenje se dobija u istom taktu kada se aktivira zahtev, ali ovo rešenje nije prihvatljivo jer performanse arbitra zavise od spoljnih uređaja, tj. ukupne dužine kritične kombinacione putanje.
- Baferovanje na izlazu – Odobrenje se dobija sa jednim taktom zakašnjenja nakon aktiviranja zahteva, ali performanse arbitra su donekle poboljšane u odnosu na prethodno rešenje.
- Baferovanje na svim ulazima i svim izlazima – Odobrenje se dobija sa dva takta zakašnjenja nakon aktiviranja signala zahteva, ali performanse arbitra uopšte ne zavise od okolnih uređaja, jer je kombinaciona putanja u potpunosti zatvorena unutar arbitra.

Arbitar realizovan u trećoj varijanti može da radi na najvišoj radnoj frekvenciji od tri izložene varijante, te je stoga ta konfiguracija odabrana za realizaciju.

3. IMPLEMENTACIJA

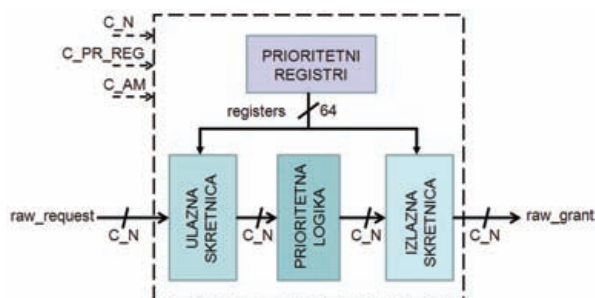
3.1. Arbitraciona jedinica (AJ)

Blok šema AJ prikazana je na slici 4. AJ se sastoji od dve grane arbitracione logike, logike za maskiranje, i registra signala zahteva. Signal zahteva se baferuje i potom maskira signalom *mask*, koji služi za maskiranje mastera čija se transakcija završila neuspešno. AJ generiše dva preliminarne signala odobrenja i to: gornja arbitraciona grana generiše signal odobrenja uzimajući u obzir sve aktuelne zahteve mastera, a donja generiše signal odobrenja izuzimajući zahtev mastera koji trenutno ima odobrenje. Dva signala se generišu iz razloga da ukoliko se desi da se transakcija nekog mastera završi neuspešno, upravljačka jedinica može odmah da dodeli odobrenje masteru koji ima sledeći najviši prioritet, bez potrebe trošenja dodatnog takta na maskiranje.



Slika 4. Blok šema modula arbitracione jedinice

Blok šema modula arbitracione logike prikazana je na slici 5. Ona se sastoji od prioriternih registara, ulazne i izlazne skretnice, i prioritne logike.

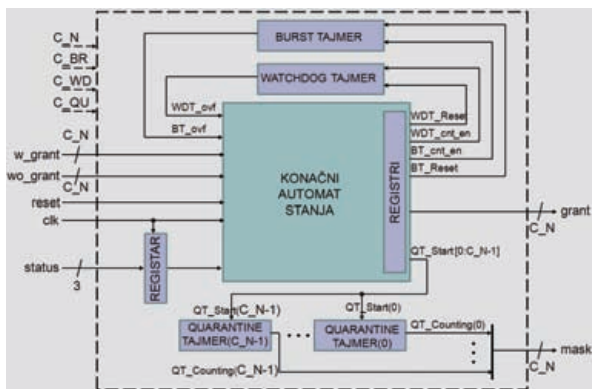


Slika 5. Blok šema modula arbitracione logike

Postoji 16 prioriternih registara, čiji sadržaj označava prioritet vodećeg uređaja kome su pridruženi. Sadržaj registara se definiše pomoću generičkog vektora pri instanciranju. Zadatak ulazne skretnice je da ulazne signale prosledi na svoje izlaze, po rasporedu koji zavisi od sadržaja prioriternih registara. Izlazna skretnica vrši inverznu funkciju, vraćajući signale u prvobitni redosled, nakon što su oni propušteni kroz prioriternu logiku. Prioriterna logika od svih zahteva izdvaja onaj sa najvišim prioritetom.

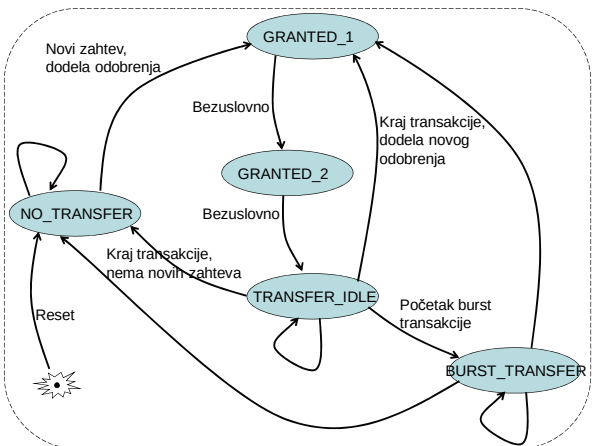
3.2. Upravljačka jedinica (UJ)

Blok šema UJ prikazana je na slici 6. Ona se sastoji od konačnog automata stanja, tajmera (brojača) i registra za statusni signal magistrale.



Slika 6. Blok šema upravljačke jedinice

Konačni automat stanja upravlja tajmerima i dodeljuje odgovarajući signal odobrenja u odgovarajućem trenutku. Njegov dijagram stanja je prikazan na slici 7. Stanju NO_TRANSFER odgovara situacija pri kojoj nema prenosa na magistrali. Pri dodeli odobrenja nekom od mastera, automat prelazi u stanje GRANTED_1, potom bezuslovno u GRANTED_2 i na kraju u TRANSFER_IDLE. U tom stanju automat ostaje dok god se ne završi single transakcija, ili dok se ne detektuje početak burst transakcije, posle čega prelazi u stanje BURST_TRANSFER. Po završetku transakcije, iz stanja TRANSFER_IDLE ili BURST_TRANSFER se prelazi u stanje GRANTED_1 ako počinje nova transakcija. U protivnom, ukoliko nema daljih zahteva, automat prelazi u stanje NO_TRANSFER.



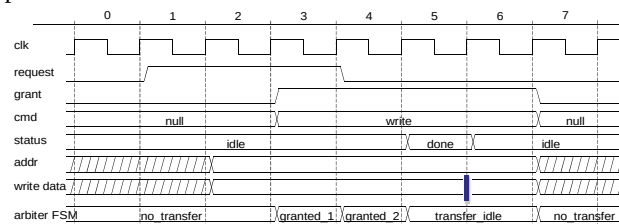
Slika 7. Dijagram stanja konačnog automata

Zadatak WatchDog tajmera je da ograniči trajanje single transakcije. On se startuje na početku transakcije i ukoliko se ona ne završi dok tajmer odbroji svoj moduo, dešava se prekoračenje (overflow) nakon čega automat terminira transakciju. Istu ulogu ima Burst tajmer kod burst transakcije. Quarantine tajmeri služe za maskiranje i ima ih u UJ onoliko koliko ima vodećih uređaja. Kada se desi da se transakcija nekog od uređaja završi neuspešno, startuje se njemu odgovarajući Quarantine tajmer. Dok god broji, tajmer drži postavljenim na logičku jedinicu njemu odgovarajući bit u signalu za maskiranje. Nakon prekoračenja, tajmer se sam isključuje i odgovarajući vodeći uređaj prestaje da bude maskiran.

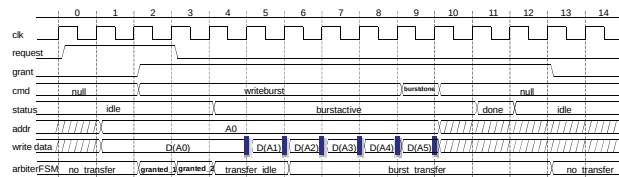
3.3. Vremenski dijagram transakcija i rezultati sinteze

Na slici 8 je prikazan vremenski dijagram single write transakcije, a na slici 9 dijagram burst write transakcije

koju terminira vodeći uređaj. Plavom linijom obeležene su vrednosti magistrale podataka u trenucima u kojima se vrši transfer. Na slici 9 prikazana je burst transakcija pomoću koje se prenosi samo 6 reči, radi jednostavnosti prikaza.



Slika 8. Vremenski dijagram single write transakcije



Slika 9. Vremenski dijagram burst write transakcije

Sinteza VHDL modela je vršena u programskom paketu ISE 10 firme Xilinx. U tabeli 1 prikazani su podaci o upotrebljenim resursima i maksimalnoj radnoj frekvenciji arbitra, dobijeni kao rezultat sinteze VHDL koda.

Tabela 1. Iskorišćeni resursi i maksimalna brzina rada

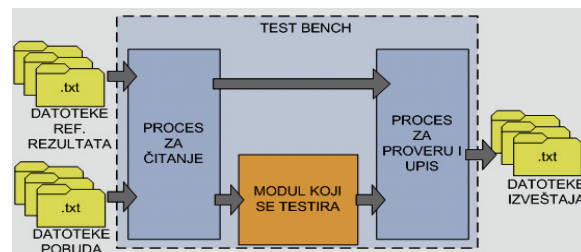
Broj mastera	Slices	Slice FFs	4-input LUTs	Fmax [MHz]
2	60	33	106	304
4	88	49	145	257
8	141	81	232	217
16	241	145	385	184

Podaci u tabeli odnose se na slučaj implementacije arbitra kod koga su registri svih tajmera širine po četiri bita. Implementacija arbitra sa drugačijim parametrima zahteva drugačiju količinu resursa.

4. TESTIRANJE I VERIFIKACIJA

4.1. Testiranje po modulima

Konfiguracija za testiranje dizajna po modulima prikazana je na slici 10.

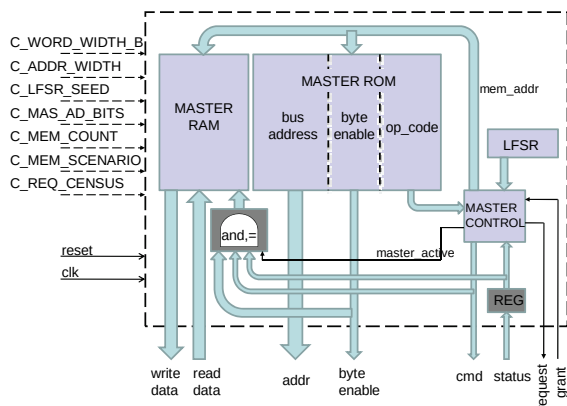


Slika 10. Konfiguracija test bench-a za testiranje modula

Modul koji se ispituje je instanciran u test bench-u kome se još nalaze i procesi za čitanje i upis u fajlove. Proces za čitanje, iz unapred pripremljenih datoteka, učitava vrednosti referentnih signala i signala za pobudu. Signali za pobudu se vode na ulaze modula. Dobijeni izlazni signali modula se zatim porede sa referentnim rezultatima i izveštaji o eventualnom neslaganju se zapisuju u datoteku sa izveštajima rezultata simulacije.

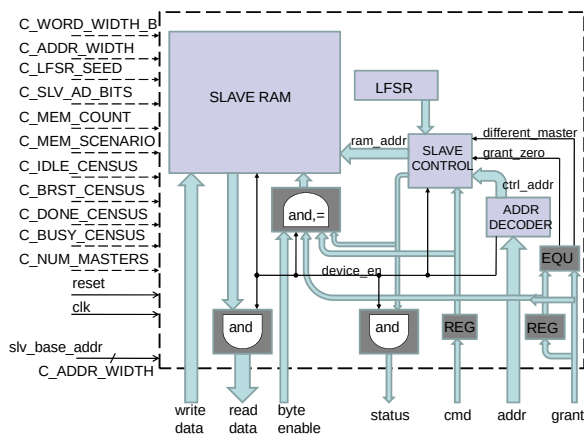
4.2. Testiranje celog sistema

Za potrebe ispitivanja arbitra i magistrale u realnom okruženju, implementirani su testni masteri i slejvovi. Kako je njihova prevashodna namena testiranje arbitra i magistrale, dizajn je trebao da bude što jednostavniji. Blok šema test mastera prikazana je na slici 11. RAM modul sadrži podatke koji se čitaju ili primaju, a ROM modul u sebi sadrži spisak transakcija koje se izvršavaju. Zahtevi se generišu pomoću generatora pseudoslučajnih brojeva, LFSR modula (engl. – Linear Feedback Shift Register). Upravljačka jedinica u sebi sadrži konačni automat stanja koji upravlja radom mastera. Transakcije definisane u ROM modulu se izvršavaju jedna po jedna, nakon generisanja zahteva od strane LFSR modula.



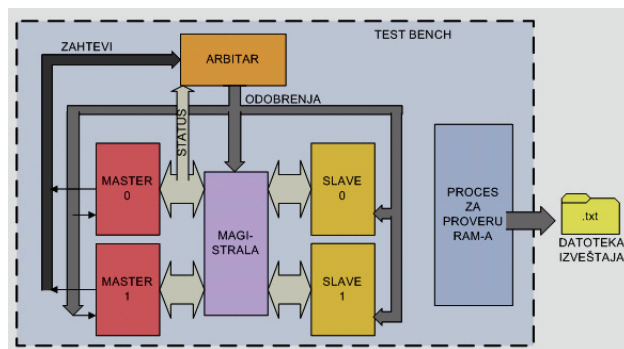
Slika 11. Blok šema test mastera

Blok šema test slejva prikazana je na slici 12. RAM modul sadrži podatke kojima masteri pristupaju. Adresni dekodler služi za aktiviranje ostalih jedinica u uređaju, kada je slejv adresiran. LFSR modul se koristi za generisanje pseudoslučajnog odziva (statusa) na komandu mastera. Upravljačka jedinica sadrži konačni automat stanja koji upravlja radom slejva.



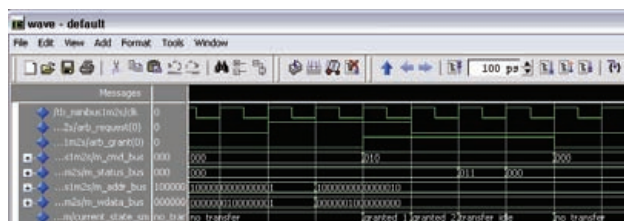
Slika 12. Blok šema test slejva

Masteri i slejvovi mogu da se parametrizuju pomoću velikog broja generičkih parametara, kako bi mogli da se simuliraju različiti scenariji. Parametrizovati se mogu širina reči podataka, broj memorijskih lokacija ROM i RAM modula, spisak transakcija koje se izvršavaju, učestalost zahteva mastera, odziv slejva na komandu mastera, itd. Za potrebe testiranja celog sistema takođe je implementirana i struktura magistrale, kroz koju se vrši prenos. Na slici 13 prikazana je konfiguracija test bench-a za testiranje celog sistema.



Slika 13. Konfiguracija test bench-a za testiranje sistema

Ovde je prikazan slučaj testiranja sistema sa 2 mastera i 2 slejva, a testirane su i konfiguracije do 16 mastera i 4 slejva. Masteri generišu zahteve na pseudoslučajan način i međusobno se takmiče za kontrolu nad magistralom. Arbitar dodeljuje odobrenja u skladu sa definisanim prioritetima mastera, i razrešava eventualne slučajeve neuspešnih transakcija, maskirajući date mastere na određeno vreme. Proces za proveravanje RAM memorija prati promene sadržaja RAM modula u celom sistemu i ukoliko one nisu validne, što znači da je došlo do greške, upisuje izveštaj u report fajl. Nedorazvoljene promene su one koje se dese odmah nakon promene signala odobrenja, ili slučaj kada se desi promena sadržaja više memorijskih lokacija u istom taktu. Simulacije su vršene u programu ModelSim XE 6.3 firme Mentor Graphics. Slika 14 prikazuje izgled single write transakcije (prikazane na slici 8) u ModelSim-u.



Slika 14. Vremenski dijagram transakcije u ModelSim-u

5. ZAKLJUČAK

U okviru ovog rada prikazano je jedno moguće rešenje arbitra magistrale za pristup zajedničkom resursu od strane više uređaja u FPGA tehnologiji. Dizajn je ispunio zadate zahteve u smislu funkcionalnosti. Pokazano je (tabela 1) da implementirani arbitar može da radi u Virtex4 FPGA integrisanom kolu na radnoj učestanosti koja odgovara DDR SDRAM memoriji, čak i sa maksimalno specificiranim brojem mastera.

6. LITERATURA

- [1] Virtex-4 familija FPGA programabilnih komponenti, www.xilinx.com/support/documentation/virtex-4.htm
- [2] ML403 razvojna ploča za Virtex 4, www.xilinx.com/support/documentation/ml403.htm
- [3] Xilinx PLB Arbiter, www.xilinx.com
- [4] Xilinx OPB Arbiter, www.xilinx.com

Kratka biografija:

Milko Đurđević rođen je u Novom Sadu 1983. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroročunarska elektronika odbranio je septembra 2009. godine.

INDIREKTNO VEKTORSKI UPRAVLJAN POGON ASINHRONOG MOTORA NA BAZI dsPIC30F4011

IFOC INDUCTION MOTOR DRIVE BASED ON dsPIC30F4011

Nandor Bodo, Vlado Porobić, Evgenije Adžić, Darko Marčetić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratka sadržaj – Savremena rešenja invertora za upravljanje motorima malih i srednjih snaga zahtevaju korišćenje gotovih energetskih modula u skladu sa njihovim prednostima u pogledu uštede vremena i dimenzija pri realizaciji, niske cene i jednostavnosti njihove primene. Moderni inteligentni energetski moduli u potpunosti odgovaraju ovim zahtevima. Ovaj rad opisuje upravljačku logiku koja je napisana za dsPIC30F grupu mikroprocesora. U kratkim crtama je dat osvrt na izvedeni hardver i teoriju upravljanja, a potom je opisano testiranje napisanog koda. Primenjeno rešenje je testirano korišćenjem upravljačke jedinice bazirane na inteligentnom modulu IRAMY20UP60B i upravljan mikrokontrolerom dsPIC4011.

Abstract – Modern solutions of power converters for motor control in range of small and medium power require more flexibility and higher level of integration that could be achieved only through using specialized products of power electronics. New intelligent power modules are able to fulfil all these requirements. This paper describes a vector control application that is written for the dsPIC30F family of microcontrollers. Except for a brief discussion on the realized hardware and control theory, the paper is focused on analyzing the written software. The realized software is tested using a frequency converter with an intelligent power module IRAMY20UP60B that is driven by a control unit based on microcontroller dsPIC4011.

Ključne reči: invertor, frekventni regulator, IFOC upravljanje

1. UVOD

Skalarno (U/f) upravljanje pokazalo se dobro za sporo-promenljiva opterećenja kao što su ventilatori i pumpe. Kada su u pitanju opterećenja čiji se moment ili brzina naglo menja javljaju se veliki pikovi struje. Velike struje se javljaju kao rezultat velikog klizanja koji se javlja usled promene opterećenja. Brze dinamičke reakcije se mogu ostvariti i bez velikih pikova struja, ukoliko se ostvaruje istovremena kontrola momenta i fluksa sa zatvorenim povratnom spregom. Ovo možemo ostvariti pomoću tehnike indirektnog vektorskog upravljanja, poznate kao IFOC (Indirect Field Oriented Control) upravljanje.

NAPOMENA

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio doc.dr Darko Marčetić.

Jedan od preduslova za realizaciju vektorskog upravljanja je upotreba dovoljno snažnog mikrokontrolera, koji obezbeđuje brzu obradu svih informacije sa motora. Te informacije se istovremeno obrađuju sa nekoliko perifernih jedinica mikrokontrolera. Sračunatim rezultatom u obliku PWM signala, efikasno upravljaju motorom.

Pored bolje dinamike, prednost vektorskog upravljanja se ogleda u manjoj potrošnji energije. To nam pruža veću efikasnost, niže troškove korišćenja i smanjuje cene potrebnih komponenti.

2. REALIZOVANI NAPONSKI INVERTOR

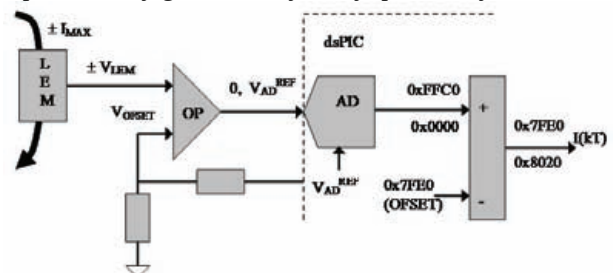
Od celokupnog invertora predstavljen je najvažniji deo: blok za merenje.

Uloga ovog bloka je da meri ključne promenljive u sistemu (struja, napon, brzina) i da dobijene vrednosti prilagodi mikrokontroleru kako bi imao uvid u stanje sistema. Takođe, merenje se vrši i radi zaštite, koja treba da zaštiti kako sistem i motor, tako i korisnika. Pošto predstavlja spregu između energetskog bloka u kome postoje veliki naponi i struje, i mikrokontrolera koji ne trpi više od 5V, prilagođenje merenih signala mora da se vrši uz galvansku izolaciju.

2.1. Merenje struje

Merenje struje se vrši iz razloga zaštite komponenti energetske elektronike samog sistema, koji su najosetljiviji na povišenje struje iznad granične vrednosti. Pored toga signal struje je signal povratne sprege koji se dovodi mikrokontroleru, čime se može zatvoriti regulaciono kolo po struji i ostvariti upravljanje motorom.

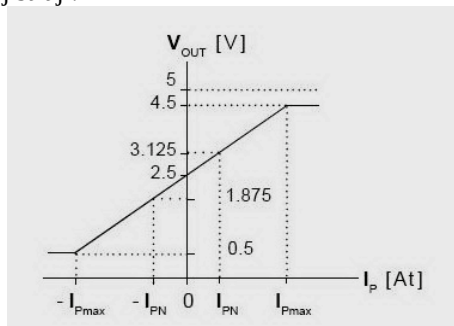
Opšti blok dijagram merenja struje prikazan je na slici 1.



Slika 1. Struktura procesiranja signala struje

Merenje struje ostvareno je LEM sondom. Ona u određenom prenosnom odnosu prenosi na svoj izlaz stvarnu, trenutnu vrednost struje koju dobijamo kao napon na otporu kojim je njen izlaz opterećen. Bitna karakteristika LEM sonde je to što se prenos informacije o struji vrši uz galvansko odvajanje. Pri tome na izlazu upotrebljene

LEM sonde imamo direktno napon kao povratni signal o merenoj struji.

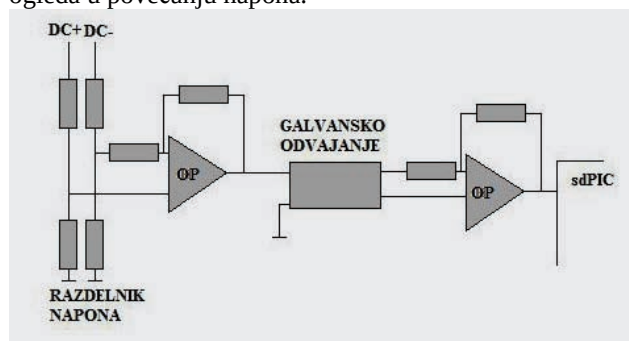


Slika 2. Prenosna karakteristika LEM sonde.

Prenosna karakteristika LEM sonde[2] prikazana je na slici 2. Za određene vrednosti merene struje se dobija napon na izlazu V_{OUT} . Sa ove prenosne karakteristike se vidi da je za nultu vrednost struje, napon na izlazu jednak 2,5V, kao i da se za struje veće od maksimalne i minimalne ulazi u zasićenje koje iznosi 4,5V, odnosno 0,5V. Dobijeni signal iz LEM sonde se nalazi u nekom opsegu koji često ne odgovara ulaznom opsegu mikrokontrolera pa je stoga potrebno dodatno prilagoditi signal. Kako bi mikrokontroler dobio što bolju predstavu o vrednosti struje u kolu, potrebno je ulazni signal koji je reprezent trenutne struje razvući u što veći opseg. Prilagođeni signal sa LEM sonde se dovodi na analogni ulaz mikrokontrolera (ovde, ADC periferija dsPIC4011), gde se iz analogni signal pretvara u digitalni.

2.2. Merenje napona jednosmernog međukola

Merenje napona jednosmernog međukola je potrebno vršiti jer on usled različitih režima rada mašine varira. Često se dešava da asinhroni motor uđe u generatorski režim što će kao posledicu imati obrnuti smer struje i energije. Ako se kao ispravljač koristi diodni most, energija iz motora se neće moći predati mreži. Rezultat je akumulacija energije u jednosmernom međukolu koja se ogleda u povećanju napona.



Slika 3. Struktura procesiranja signala napona

Sa povećanjem napona, elementi koji čine jednosmerno međukolo postaju opterećeni. Na povećanje napona se mora reagovati i to tako što se u kolo uključuje otpornik na kome treba da se disipira akumulirana energija.

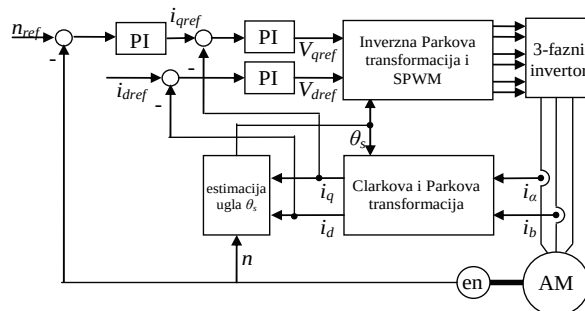
Pored zaštitne uloge, merenje se dovodi i do mikrokontrolera. Opšta šema merenja napona prikazana je na slici 3. Kolo se sastoji od otporničkog razdelnika koji treba da smanji napon, i takav napon se pomoću prilagodnog kola prilagođava optokapleru koji vrši galvansko odvajanje. Izlazni signal iz optokaplera se

dalje prilagođava opsegu koji odgovara upotrebljenom mikrokontroleru (0-5 V).

3. INDIREKTNO VEKTORSKO ILI IFOC UPRAVLJANJE

Indirektno vektorsko ili *IFOC* upravljanje predstavlja jedan relativno složen algoritam upravljanja.

Blok dijagram *IFOC* upravljanja [4] dat je na slici 4.



Slika 4. Blok dijagram IFOC upravljanja

Prelazak iz originalnog domena, u kojem su promenljive merene struje u $\alpha\beta$ domen se vrši Klarkovom transformacijom ili transformacijom raspredanja. Konkretno jednačine [3] koje se koriste su 1 i 2:

$$I_\alpha = I_a \quad (1)$$

$$I_\beta = I_a \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} + 2 \cdot I_b \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \quad (2)$$

gde su:

$$I_a + I_b + I_c = 0. \quad (3)$$

Prelazak iz $\alpha\beta$ domena u dq domen ostvaruje se Parkovom transformacijom rotacije, jednačine 4 i 5:

$$I_d = I_\alpha \cdot \cos(\theta) + I_\beta \cdot \sin(\theta) \quad (4)$$

$$I_q = -I_\alpha \cdot \sin(\theta) + I_\beta \cdot \cos(\theta) \quad (5)$$

U dq domenu se vrši proračun novog ugla fluksa i struje. I_d i I_q se propuštaju kroz PI kontrolere koji na svojim izlazima daju napone koje treba dovesti na priključke motora u dq domenu. Proračun novog ugla fluksa se vrši primenom jednačina[1]

$$I_{mr} = I_{mr} + \frac{T}{T_r} (I_d - I_{mr}) \quad (6)$$

$$f_s = (P_{pr} \cdot n) + \left(\frac{1}{T_r \omega_b} \cdot \frac{I_q}{I_{mr}} \right) \quad (7)$$

$$\theta = \theta + \omega_b \cdot f_s \cdot T \quad (8)$$

Posle ovih proračuna napon iz dq domena treba prilagoditi hardveru tj. PWM periferiji. Prvo se vrši Inverzna Parkova transformacija jednačinama 9 i 10:

$$V_\alpha = V_d \cdot \cos(\theta) - V_q \cdot \sin(\theta) \quad (9)$$

$$V_\beta = V_d \cdot \sin(\theta) + V_q \cdot \cos(\theta) \quad (10)$$

Na kraju se uz pomoć SVPWM (space vector – prostorni vektor) računaju stvarni naponi koji treba da se generišu na priključcima motora.

$$V_1 = V_\alpha \quad (11)$$

$$V_2 = -V_\alpha \cdot \frac{1}{2} + V_\beta \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \quad (12)$$

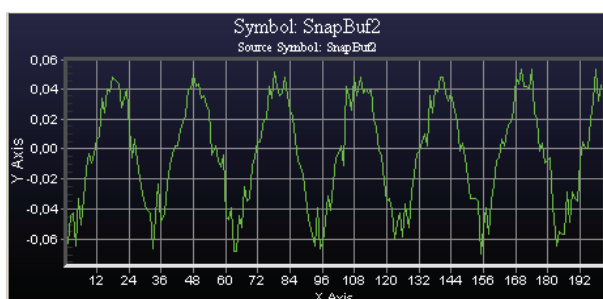
$$V_3 = -V_\alpha \cdot \frac{1}{2} - V_\beta \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \quad (13)$$

Dobijeni rezultati se ubacuju u PWM modul koji generiše signale sa faktorom ispunje proporcionalnim dobijenim naponima.

4. TESTIRANJE REALIZOVANE OPREME

Tabela 1. sa vrednostima napona na pinovima i njihovom brojem vrednošću u brojnem sistemu sa osnovom 16 (hex), očitanih iz ADCBUF registara je prikazana ispod. Tu ispitujemo i pinove na kojima ćemo dobijati informacije o veličini struja motora. Treba naglasiti, da ova merenja svedoče samo o ispravnosti rada mikrokontrolera.

Vidimo da očitani brojevi tačno odgovaraju vrednostima koji bi se teoretski predviđeli, u slučaju 10 bitnog AD konvertora koji svoj rezultat prebacuje u 1.15 format.



Slika 5. Signal normirane faze struje motora (ibazno=7A., inkrement po apcisi 2ms)

U slučaju da je napon na pinu 0V u desetobitnom registru se pojavljuju deset nula. Oni se pomeraju u levo za šest i dobijamo u šesnaestobitnom registru 16 nula. Komplementom jedinice dobijamo vrednost 8000, što se i u teoriji potvrdilo. U slučaju da je napon na pinu 0V u desetobitnom registru se pojavljuju deset nula. Oni se pomeraju u levo za šest i dobijamo u šesnaestobitnom registru 16 nula. Komplementom jedinice dobijamo vrednost 8000.

Br merenja	1	2	3
RB0 (V)	5.03	2.52	0
RB1 (V)	2.52	0	5.03
RB2 (V)	0	5.03	2.52
ADCBUF1	7FC0	0104	8000
ADCBUF2	0140	8000	7FC0
ADCBUF3	8000	7FC0	0104

Tabela 1. Vrednosti napona i njihove brojne vrednosti

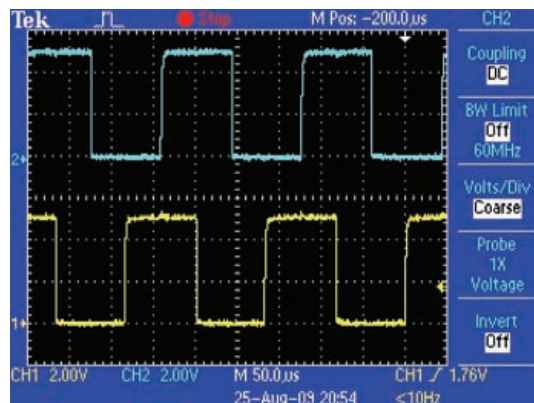
Br merenja	1	2	3	4	5	6
dsPIC (HEX)	A28	D48	1068	1194	1388	1770
dsPIC (fractional)	0.08	0.104	0.130	0.14	0.16	0.18
Izmeren napon na pinovima(mV)	105	125	155	120	150	150
Ampermetar (A)	0.525	0.675	0.80	0.92	1.121	1.25

Tabela 2. Snimljene struje sa motora

Signal snimljen sa napajanjem motora u otvorenoj petlji (OpenLoop režimu) rada je prikazan na slici 6.

Pošto se merenja vrše svakih 2 ms može se utvrditi da je perioda iznosi 60 ms.

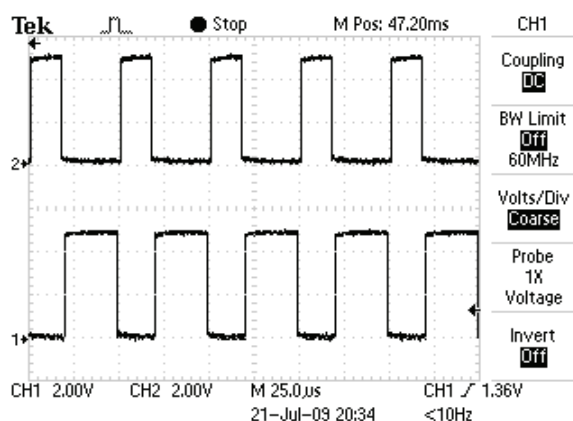
Uporedivši vrednosti sa drugog i petog reda iz tabele 2, može se zaključiti da se vrednost struje prenosi linearno u registar dsPIC-a.



Slika 6. Signali sa enkodera

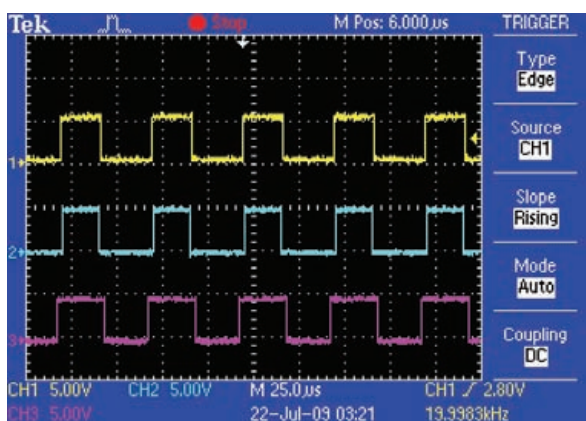
Na slici 6 vidimo signale koji pristižu sa enkodera, na osnovu kojih se može proračunati broj obrtaja u minuti. Vidimo, da u periodu od 0.5ms imamo 3 impulsa tj. u jednoj sekundi 6000 impulsa. Pošto upotrebljeni enkoder ima 360 impulsa po obrtanju, znači da se rotor okreće brzinom od 16.66 obrtaja po sekundi, tj. 999 obrtaja u minuti, što potpuno odgovara merenjima izvedenim pomoću laserskog merača brzine, koji je prikazao 1006 obrtaja.

Na slici 7. vidimo PWM signale koje dsPIC šalje da bi upalio tranzistore koji služe za napajanje iste faze motora. Vidimo da su signali upravo onakvi kakvim bismo ih očekivali. Nikako se ne sme dogoditi da su oba tranzistora provodni, jer bi došlo do kratkog spoja. Zato je potrebno da prođu prelazne pojave dok se drugom tranzistoru pošalje pobudni signal. To vreme se je *dead time* i može se nazreti na slici.



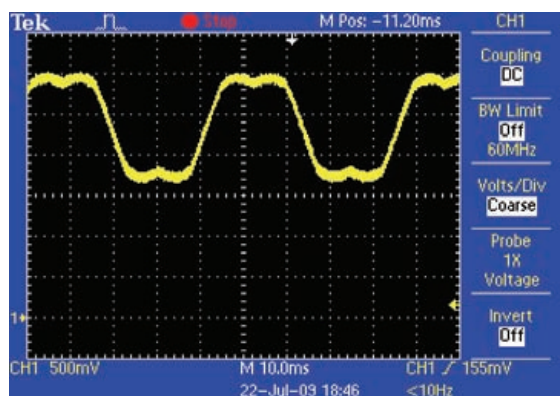
Slika 7. PWM signali za uključivanje komplementarnih tranzistora jedne grane mosta

Na slici 8. vidimo signale koji su generisani da bi se kontrolisalo uključivanje tranzistora koji su vezani za isti potencijal DC bus-a. Kao što je to ranije napomenuto PWM modul je tako podešen da su ovi signali centralno poravnati. To nam donosi puno prednosti i ova slika to prikazuje na izuzetan način.



Slika 8. Signali za palenje tranzistora vezanih za isti potencijal

Na slici 9. vidimo signal koji je karakterističan za SVPWM modulaciju. Snimljen je tako što je PWM signal sa izlaza dspIC-a propušten kroz RC filter. On odgovara naponu između negativnog potencijala DC bus-a i jedne faze motora. Na susjednoj grani se dobija identičan napon, pomeren za trećinu periode. Kada bi ta dva napona oduzeli jednog od drugog, dobili bismo pravilan sinusni napon.



Slika 9. PWM signal (srednja tačka jedne grane invertora), filtriran RC filtrom

5. ZAKLJUČAK

Da bi se ostvarila potpuna kontrola nad jednim asinhronim motorom, potrebno je konstantno meriti, proračunavati i kontrolisati njegove promenljive - napon, struju i učestanost. Da bi se to ostvarilo moraju se stvoriti kola koja će te promenljive meriti i prilagođavati kontroleru. Takođe i signali koji se generišu od strane kontrolera se moraju prilagoditi potrebama energetske elektronike, kako bi ona pravilno funkcinisala.

6. LITERATURA

1. Peter Vas: Sensorless Vector and Direct Torque Control
2. Fuji Electric Device Technology Co., Ltd. : *Fuji IGBT modules application manual*.
3. Bimal K. Bose : *Power Electronics and AC Drives*, New Jersey 1986.
4. International Rectifier Reference Design : *Motor Drive Control IC, designer's manual*.
5. E. Adžić, V. Katić, M. Adžić: Some experiences gained from applications of new technologies in realization of three-phase inverters, 50th Conference ETRAN, Belgrade: 6-9 Jun, 2006, ISBN 86-80509-58-2.
6. www.irf.com : *Intelligent Power Modules*.

Kratka biografija:

Nandor Bodo rođen je u Zrenjaninu 1985. god. Apsolvent je na master studijama na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu.

Evgenije Adžić rođen je u Subotici 1981. god. Diplomirao je i magistrirao na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na Katedri za energetske elektroniku i pretvarače, 2005. i 2007., respektivno, gde trenutno je asistent na predmetu Električne mašine. Oblasti interesovanja su električne mašine, upravljanje i pogoni.

Vlado B. Porobić je rođen u Bačkoj Planci 1974. Zvanje diplomiranog inženjera i magistra je stekao na Univerzitetu u Novom Sadu 2000 i 2005 godine. Od 2000 do 2009 godine radi na Univerzitetu u novom sadu kao asistent. as a teaching and research assistant Oblasti interesovanja su električne mašine, upravljanje i pogoni.

Darko Marčetić rođen je u Novom Sadu 1968. god. Na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. doktorirao 2006. god. Od 2007. radi u zvanju docenta na Fakultetu tehničkih nauka. Oblast interesovanja su elektromotorni pogoni.

DIGITAL STORAGE OSCILLOSCOPE & SPECTRUM ANALIZER

Nemanja Vukoje¹, Kalman Babković² and Laszlo Nagy³

¹University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, nemanjavu@gmail.com

²University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, bkalman@uns.ac.rs

³University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, lnad@uns.ac.rs

Abstract:- This paper provides one possible solution for a low-cost oscilloscope. The oscilloscope is based on the dsPIC33f processor. It has a 128x64 graphic display, a touch-screen panel and an SD card slot.

Key Words: Oscilloscope, Spectrum Analyzer, Microcontroller

1. INTRODUCTION

With the rapid development of technology, the oscilloscopes of today are completely dominated by Digital Storage Oscilloscopes. These Oscilloscopes have wide bandwidth, ability to trigger on a variety of conditions, perform real-time DSP operations and ability to store the acquired data. Having a lot of advanced features, Digital Oscilloscopes are still expensive, or they depend on PCs. This paper presents a solution for a low-cost and simple standalone measuring device. It can be used as an oscilloscope or a spectrum analyzer.

2. DEVICE DESCRIPTION

The main idea of this solution is minimizing external circuitry. All digital oscilloscopes have the same structure: input stage, sampling circuit, A/D converter, buffer memory for the acquired signal, microprocessor, display memory, display, triggering circuit and control circuit^[1]. Designing input circuitry is the most challenging task for oscilloscope designers, it's the critical point of all oscilloscopes and it consists of a compensated attenuator circuit and an amplifier circuit. For our device, universal amplifier circuits are used, because it's an oscilloscope for low speed signals. To simplify the design we decided to find a microcontroller that has enough RAM memory to buffer and display data. It also needs to have internal A/D converters with a minimum speed of 1Msps, it must be low-cost and easy to find. After adopting these specifications and selecting the adequate components we designed the device.

The device consists of 6 main parts:

1. Input Stages
2. Microcontroller
3. Display
4. Keyboard
5. Touch Screen

6. SD Card slot

The block diagram of the device is shown in figure 1.

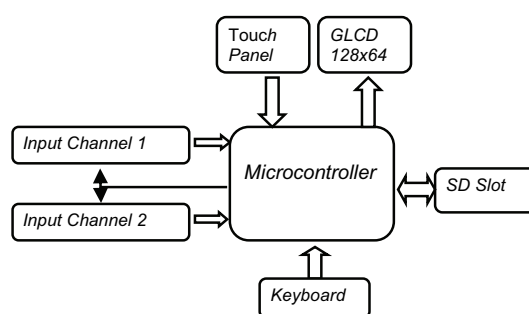


Figure 1. Diagram of device

2.1 Input stage

Oscilloscope probes are connected via BNC connectors. From there, the signal to be measured passes through several different stages, as it's shown in figure 2:

- 1) AC/DC coupling - it's implemented with a 100nF capacitor that can be by-passed by closing a relay.
- 2) 1/10 Attenuator - attenuation is achieved using a combined resistive and variable capacitive voltage divider. Its values are chosen so that they have total input impedance of 1MΩ and about 25pF capacitance, as these are common values for most commercially available oscilloscopes. Probe compensation is done by an adjustable 50pF trimmer capacitor. This stage is controlled by a relay.
- 3) Overvoltage protection – this stage protects other stages against voltages exceeding ±5V. It's consists of 2 reverse-biased Diodes in series with a current limiting resistor. Diodes are connected to the power supply lines +5V and -5V.
- 4) Input buffer – consists of a unity gain operational amplifier. This buffer isolates the device circuits and the measurement circuit. This amplifier must have at

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Nemanje Vukoje. Mentor je bio prof.dr Laslo Nad.
- b) Rad je prethodno publikovan na Simpozijumu Energetska elektronika, Novi Sad, oktobar 2009.

least the following characteristics: Input and Output voltage range $\pm 5V$, bandwidth of at least 10Mhz, slew rate larger then 100V/us – the signal must be able to swing through the whole voltage range ($-5V - +5V$) during one sample period of 0.1us, low input bias current –to have the smallest possible influence on the measuring circuit. We decided to use Analog Devices AD8041^[2] operational amplifier, as this amplifier fulfills the requirements.

- 5) Gain circuits – signal can be amplified using a multiplier of 2 or 5 or a combined multiplier of 10. This stage allows us to measure weaker signals with voltage ranges of ($\pm 2.5V$, $\pm 1V$ and $\pm 0.5V$). Multiplier circuits are designed using operational amplifiers^[2]. Operational amplifiers are connected in noninverting configurations. Requirements for the amplifiers are the same as it is for the buffer stage; therefore we used the same operational amplifiers. Gain is selected by 2 relays.
- 6) Adjusting circuit – This circuit adapts signals from $\pm 5V$ range, to $0V-3.3V$, which is the dsPIC A/D converter range. We need to implement this equation:

$$V_{out} = \frac{3.3V - 0V}{+5V - (-5V)} V_{in} + \frac{3.3V}{2} \quad (1)$$

It's done by using an operational amplifier and a 1.65V voltage reference. The operational amplifier attenuates the signal 3 times. Again, the same AD8041 amplifier is used. As a voltage reference we used a 1:2 voltage divider connected to $+3.3V$, in series with a buffer circuit.

For one input stage we needed 4 operational amplifiers, so we used AD8044, quad op-amp, to simplify the design. Relays are controlled by the microcontroller software, over a ULN2008 Darlington driver.

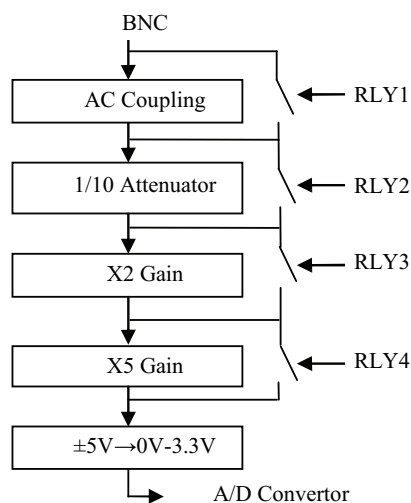


Figure 2. Diagram of 1 input stage

2.2. The microcontroller

The core of this device is the dsPIC33f256GP710^[3] microcontroller, which has 2 integrated A/D converters, with a maximum sampling rate of 1.1Ms/s, thus the oscilloscope will incorporate 2 input channels. The internal Microcontroller memory allows buffering of up to 4000 samples. Its integrated DSP functions, give the ability to perform FFT, and to use the device as a spectrum analyzer, without additional hardware.

2.3 Interface

The results are being shown on a low-cost 128x64 graphic display. This display was a compromise between detailed presentation of the signal and the cost of the display. The communication between the display and the microcontroller is implemented by a parallel interface. All display lines are 5V compatible, and this could be a problem, because the microcontroller of choice is 3.3V compatible, but since the logical threshold of the display lines is 2.5V, and the input lines of the microcontroller are 5V tolerant, these two devices are connected directly.

There is a resistive touch panel attached to display. It's controlled by microcontroller with a simple circuit. It enables easy device control by the user. Reading coordinates from the touch panel is done by using additional multiplexed analog inputs of the microcontroller, so the panel is not being used while acquiring input signals.

The device contains an 8 button keyboard, with 2 buttons directly connected to the microcontroller pins, that have the ability of external interrupts, and these buttons are used during signal acquiring.

2.4 Storage

A great advantage of modern oscilloscopes over old analog ones is that they are capable of saving the acquired data on some kind of permanent memory. We decided to implement this possibility. For permanent memory we used a flash memory, namely an SD Card. The microcontroller communicates with the SD Card by using open SPI protocol. This is a serial type protocol that allows a high enough transfer rate. The SD card is 3.3V compatible, so it's connected directly to the microcontroller. All data are saved in files in FAT16 file system, which is implemented using the "Microchip MDD File System" library for dsPIC microcontrollers. The samples are saved in the internal ".osc" format.

2.5 Power Source

The device is powered by a DC adapter with the following characteristics: $+9V$, $0V$ and $-9V$. Two $+9V$ batteries in series are also supported. The power supply circuitry uses voltage regulators for $+5V$, $+3.3V$ and $-5V$.

2.6 Signal acquiring and processing

For acquiring the signal the integrated A/D converter is used. It is a SAR type of converter and it's capable of acquiring signals with a maximum sample rate of 1.1Msps. The resolution of the A/D converter is 10 bits,

which is more than enough for this device. In firmware we can change the conversion sample rate; there are 7 predefined sample rates: 1.1MSPS, 500kSPS, 100kSPS, 50kSPS, 10kSPS, 1kSPS and 100SPS.

This microcontroller has an integrated DMA mechanism, which is very useful for real time measurements. This mechanism grants the A/D converter direct access, to predefined buffers in memory. There are 2 buffers with a maximum of 2kB of memory. While the A/D converter is filling one of these buffers with data, the microcontroller is processing data from the other buffer and it is controlling other parts of device.

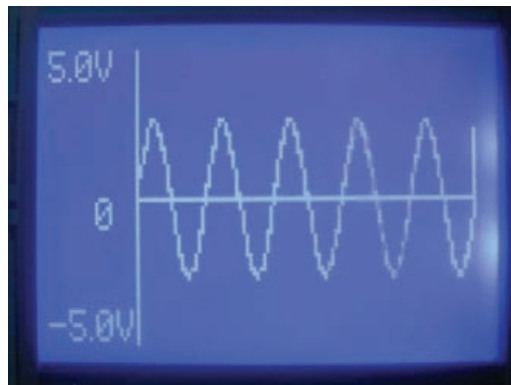


Figure 3. Oscilloscope display while acquiring 5kHz signal

One type of trigger control is implemented – a basic trigger on the rising or the falling edge, with the user selected level of triggering. It's done by firmware.

In figure 3. a photograph of a 5kHz sine signal is given.

The Spectrum analyzer is implemented by applying 512 FFT on the acquired signal. FFT is based on the radix-2 algorithm. Before using FFT, Hanning Window filter is applied, which lessens spectrum leak. After that, results are scaled, peak frequency is found and all that is presented on the display. A photograph of spectrum analysis of a 10 kHz and a 4kHz sine signal mix is shown in figure 4.

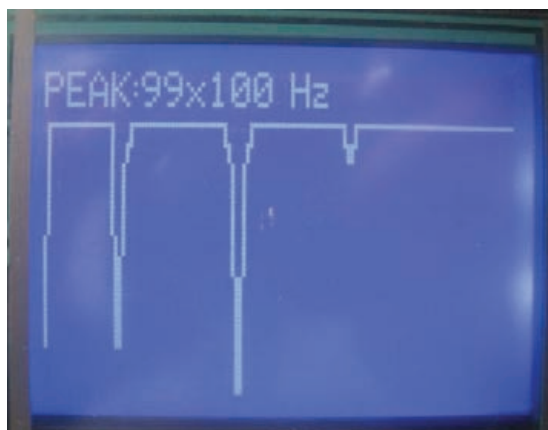


Figure 4. Spectrum analyzes of 10kHz+4kHz sine signal

Figure 5. shows a spectrum analysis of a 5kHz square signal.

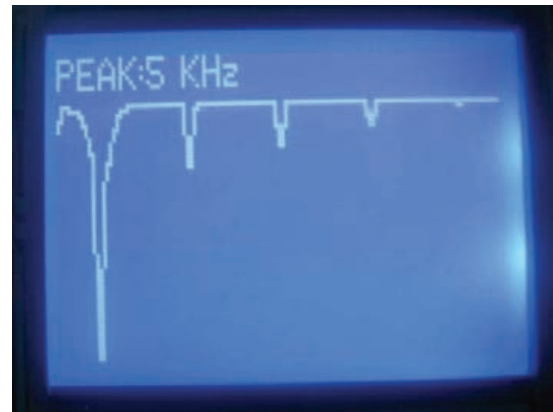


Figure 5. Spectrum analyzes of 5kHz square signal

For further analyzing the acquired signal in a spreadsheet software, a PC application is created, that converts data from “.osc” to “.csv” format (Comma Separated Values). In figure 6. a graph made by a spreadsheet application is shown.

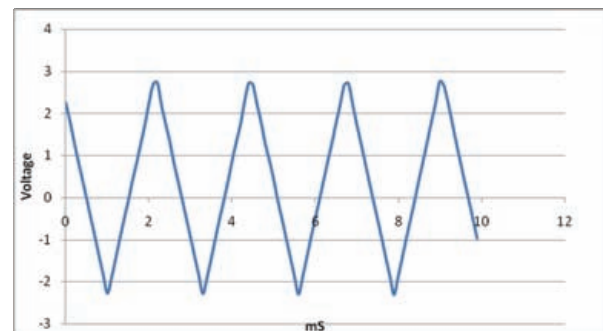


Figure 6. Saw signal converted to Excel

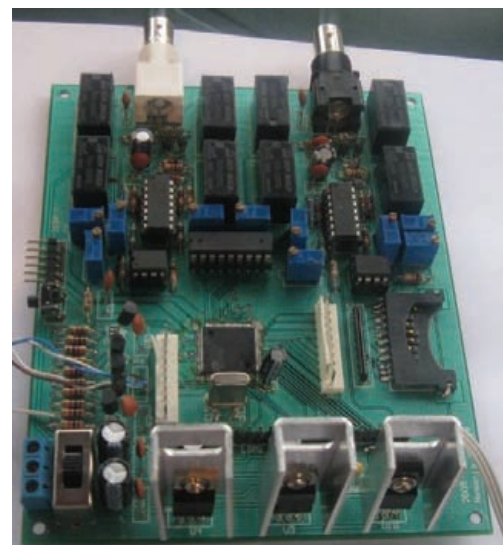


Figure 7. Device printed circuit board

A photo of the device prototype is shown in figure 8.



Figure 8. *Device prototype*

3. CONCLUSION

This paper analyzes one possible solution for low-cost oscilloscope. The details of its analog input stage, digital processing and visual presentation of the results are given. It is shown that such low-cost device can be built and it fulfills its expected characteristics.

Although the device can be used for its own purpose, there is still a lot of space for improvements. First of all, over an external port we can provide USB connection to PC. Using of external A/D converters would provide us to analyze signals of much greater frequencies. Also, with just improving the firmware, we could implement: “Equivalent time method” technique, digital filtering and advanced triggering techniques. This is not a final version of the device – it’s only the first step to the solution of the problem.

ACKNOWLEDGEMENT

The presented work was supported by the Ministry of Science and Technological Development, Republic of Serbia, on project no. TP11006.

4. REFERENCES

- [1] “*Oscilloscopes fifth edition*” – Ian Hickman
- [2] www.analog.com
- [3] *dsPIC33F Family Reference Manual* – “Microchip” 2007
- [4] “*Impulsna i Digitalna elektronska kola*” – Laslo Nađ
- [5] KS0108 – datasheet

JEDNO REŠENJE LOKALNE OPERATORSKE KONZOLE SISTEMA GAUS ONE SOLUTION OF THE LOCAL OPERATOR CONSOLE OF GAUS SYSTEM

Daniel Kovač, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad predstavlja opis realizacije jednog rešenja lokalne operatorske konzole (LOK) GAUS sistema koje je bazirano na primeni internet tehnologije. Nakon opisa osnovnih elemenata GAUS sistema vezanih za LOK, predstavljeni su alati i tehnologije korištene za izradu samog rešenja. Na kraju je dat prikaz realizovane programske podrške.

Abstract – This paper presents the description of development of one solution of the local operator console of GAUS system that is based on web technology. After the description of basic elements of GAUS system connected to LOK, the tools and technologies used to design the solution are presented. Finally, paper ends with the description of implemented software.

Ključne reči: WPF, LOK, SCADA, GAUS

1. UVOD

U savremenim informacionim i industrijskim sistemima postoji visok stepen integracije i automatizacije nastao potrebom za efikasnijom kontrolom proizvodnog procesa. Privredni sistemi u oblastima kao što su energetika, poljoprivreda, komunikacije, sigurnosni sistemi i druge, nameću potrebu za projektovanjem sistema koji bi omogućio akviziciju podataka, nadzor i upravljanje tehnološkim procesima. Zajedničko ime za sve sisteme ovog tipa je SCADA (eng. *Supervisory Control and Data Acquisition*).

Klasičan SCADA sistem je namenjen upravljanju industrijskim procesima ili automatizaciji postrojenja i primenjuje se na relativno malom prostoru gde su pojedini elementi relativno blizu kako bi se omogućilo trenutno izvršenje komunikacionih aktivnosti [1]. U ovakvim sistemima se ne očekuje prisustvo kašnjenja. Složeniji SCADA sistemi orijentisani su ka upravljanju geografski distribuiranim sistemima kod kojih se zbog kompleksnosti procesa i mogućnosti pojave komunikacionih grešaka najčešće izbegava automatsko vođenje procesa. Poslednju odluku o promeni režima procesa daje čovek, tako da je akcenat na kvalitetnom nadzoru procesa.

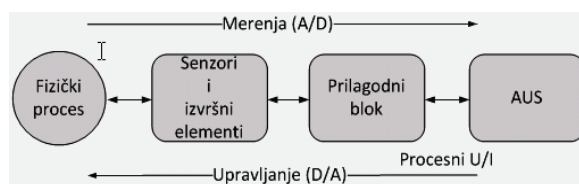
Savremen razvoj internet tehnologija i ekspanzija interneta nalažu razvoj korisničkih alata za rad u takvom okruženju.

1.1. AUS (Akviziciono-Upravljački Sistem)

Akviziciono-upravljački sistem predstavlja skup namenskih i distribuiranih računarskih modula, čiji je zajednički cilj ostvarenje funkcija nadzora i upravljanja

fizičkim procesom u realnom vremenu. Osnovna funkcija AUS sistema je ciklična akvizicija digitalizovanih odmeraka sa senzora koji određuju stanje proizvoljnog tehnološkog (fizičkog) procesa, izvršenje upravljačkog algoritma, i konačno prenos upravljačkih komandi ka izvršnim elementima^[2].

Slika 1. prikazuje vezu AUS sistema sa fizičkim procesom, kao i tok mernih i upravljačkih signala.



Slika 1. Povezivanje fizičkog procesa i AUS

Proizvodni pogoni upravljani pomoću ovako definisanog AUS-a, predstavljaju tipičan primer računarski utemeljenih sistema. Fundamentalni zahtevi koje AUS opšte namene mora ispuniti su rad u realnom vremenu, distribucija računarskih resursa u okviru AUS-a i postizanje maksimalne pouzdanosti i raspoloživosti.

1.2. GAUS (Generalizovani AUS)

Sistem GAUS predstavlja višenamenski akviziciono-upravljački sistem, realizovan po principima inženjerstva sistema zasnovanih na računaru, ECBS (eng. *Engineering of Computer Based Systems*)^[3].

GAUS je sistem u potpunosti zasnovan na široko dostupnim računarskim komponentama opšte namene i industrijskog kvaliteta. Ovakav izbor je omogućio nižu cenu sistema i veću fleksibilnost u radu, jer se obrada i kontrola vrše u potpunosti u programskoj podršci, pisanoj u programskim jezicima višeg nivoa. Funkcionalno različite komponente, koje pripadaju različitim hijerarhijskim nivoima GAUS sistema, integrisane su u celinu posredstvom jedinstvene programske podrške, u kojoj je veliki broj zajedničkih komponenti.

1.3. LOK (Lokalna Operatorska Konzola)

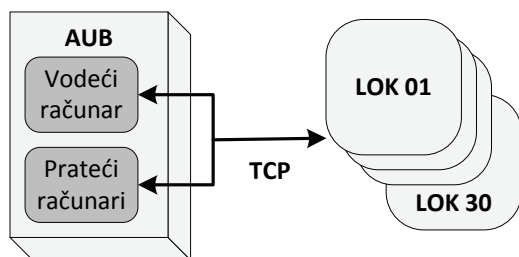
Operatorska konzola ima veoma bitnu ulogu, jer predstavlja deo sistema sa kojim korisnik (čovek) direktno vrši interakciju. U sistemu GAUS, lokalne operatorske konzole (LOK) su TCP (eng. *Transmission Control Protocol*) vezom spregnute direktno sa akviziciono-upravljačkim blokom (AUB), od koga dobijaju sliku stanja sistema, prikazuju ga tabelarno i grafički, i omogućuju generisanje upravljačkih akcija.

Posredstvom LOK konzole operator može kontrolisati sistem u potpunosti ili parcijalno (po delovima tehnološkog procesa), u zavisnosti od dodeljenih prava. U

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Branislav Atlagić, vanredni profesor.

sistem GAUS moguće je povezati do 30 operatorskih konzola (Slika 2.).



Slika 2. Povezivanje operatorskih konzola i Akviziciono-upravljačkog bloka

2. RAZVOJNA OKRUŽENJA I ALATI

Ovo poglavlje opisuje tehnologije, razvojna okruženja i alate korištene za realizaciju rada. U njemu je opisano *Microsoft .NET* okruženje kao i WPF tehnologija.

2.1. Microsoft .NET okruženje

Microsoft .NET okruženje se koristi za razvoj programske podrške za računare koji rade pod *Microsoft Windows* operativnim sistemima^[4]. Ono sadrži obimnu biblioteku rešenja za mnoge probleme koji se manifestuju prilikom programiranja, i virtualnu mašinu koja upravlja izvršavanjem programa pisanih isključivo za ovo okruženje. Virtualno okruženje se nalazi u samom .NET okruženju i poznato je pod skraćenicom CLR (eng. *Common Language Runtime*), tako da sam programer ne mora da razmišlja o arhitekturi procesora koji će izvršavati aplikaciju.

Pored toga, CLR pruža mnoge druge važne usluge kao što su sigurnost, raspoređivanje memorije i obrada izuzetaka. Biblioteka klasa i CLR zajedno čine .NET okruženje.

2.2. WPF (eng. *Windows Presentation Foundation*)

WPF je grafičko okruženje koje služi za razvoj korisničke sprege u .NET aplikacijama, napravljeno da zameni zastareli GDI (eng. *Graphical Device Interface*). WPF je baziran na *DirectX* grafičkoj podršci koja pruža hardversko ubrzanje i omogućuje moderne mogućnosti korisničke sprege, kao što su prozirnost, postupnost i transformacije^[5].

WPF pruža konzistentan model programiranja za razvoj aplikacija i omogućuje jasno razdvajanje korisničke sprege i same logike aplikacije.

WPF uvodi novi jezik obeležavanja, nazvan XAML (eng. *Extensible Application Markup Language*) koji predstavlja alternativni način definisanja elemenata i odnosa između elemenata korisničke sprege.

WPF aplikacija može se izvršavati kao klasična systemska aplikacija ili u okviru internet pregledača. Takođe pruža bogatu kontrolu, dizajn i razvoj vizualnih aspekata *Windows* aplikacija.

Microsoft Silverlight je dodatak internet pregledačima koji omogućuje izvršavanje aplikacija baziranim na WPF tehnologiji u okviru njih. 3D funkcije nisu podržane ali zato postoji vektorska grafika za iscrtavanje.

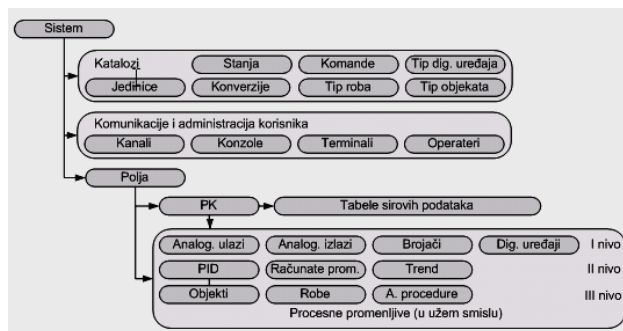
3. IMPLEMENTACIJA REŠENJA

Glavni zahtev prilikom realizacije nove lokalne operatorske konzole GAUS sistema je da se razvije programska podrška koja će moći da se izvršava kao zasebna, systemska aplikacija i kao internet aplikacija (koja bi se izvršavala u okviru internet pregledača).

3.1. Analiza lokalne operatorske konzole sistema GAUS

Proizvodni sistem kojim se upravlja, a čija je konfiguracija korištena u toku razvoja i testiranja programske podrške, predstavlja postrojenje za proizvodnju PVC paste. Analiza lokalne operatorske konzole sistema GAUS je podela u analizu tipova procesnih veličina unutar GAUS sistema.

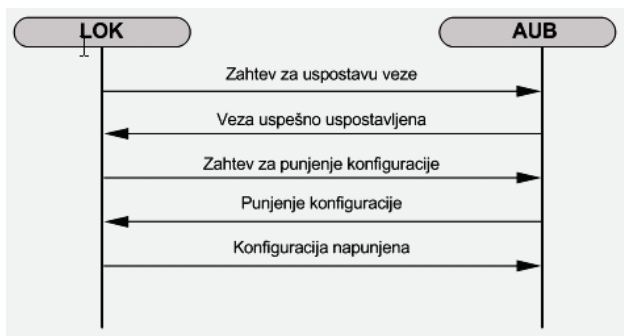
Sistem GAUS vidi fizički proces kao skup procesnih U/I promenljivih prikupljenih sa procesnih kontrolera, ili izračunatih na stanici AUB. Parametri procesnih veličina istovremeno predstavljaju i opis elementarnih komponenti fizičkog procesa povezanog sa akviziciono-upravljačkim sistemom. Slika 3. prikazuje hijerarhiju izvedenih podataka sistema GAUS.



Slika 3. Hijerarhija izvedenih podataka

Globalni parametri GAUS sistema, vezani za konkretnu instalaciju se čuvaju u strukturi SISTEM. Pošto nova korisnička sprega nema potrebe za svim informacijama o sistemu napravljene su nove klase koje će opisati pojedine tipove U/I. Jedinstveno označavanje procesnih veličina sistema GAUS se vrši pomoću strukture *PVID* (eng. *Process Variable IDentificator*). Pomenuta struktura se sastoji iz oznake *rtu* (polje u kom se procesna veličina nalazi), oznake tipa kome pripada (*tip*) i oznake *sqn* (redni broj unutar grupe sa istim tipom i poljem). Ovaj način identifikacije će biti upotrebljen i za označavanje procesnih veličina u korisničkoj sprezi.

Prilikom pokretanja lokalne operatorske konzole, učitava se konfiguracija sistema, a zatim se uspostavlja mrežna komunikacija sa AUB-om. Ukoliko trenutno nema raspoloživog AUB-a, periodično se vrši provera dostupnosti kako bi se veza uspostavila čim se pojavi aktivni AUB. Takođe i nakon uspostave veze periodično se vrši provera njene aktivnosti. U nastavku je prikazana inicijalna komunikacija koja se ostvaruje prilikom pokretanja operatorske konzole (Slika 4.).

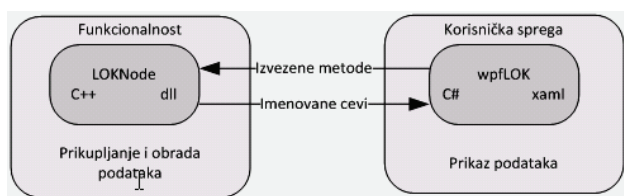


Slika 4. Početna komunikacija LOK-a i AUB-a

Prilikom izmene vrednosti ili stanja, odnosno zadavanja određene komande generiše se odgovarajuća poruka koja će obavestiti AUB o zahtevu operatera. Lokalna kopija podataka se ne menja sve dok se ne dobije potvrda od strane AUB-a. Ako je poruka validna, AUB će izvršiti zahtevane promene i o tome obavestiti sve lokalne operaterske konzole koje su povezane na njega. Obrada poruke, pristigle kao odgovor od strane AUB-a, će u određenim slučajevim prouzrokovati ispis u osnovnom delu prozora operaterske konzole.

3.2. Adaptacija postojeće WinLOK aplikacije

Sam koncept aplikacije treba da izgleda kao na slici 5. tj. da se od postojeće aplikacije winLOK generiše dll (eng. *Dynamic Link Library*) koji će da zadrži svu funkcionalnost ali bez dela za prikaz a sama korisnička sprega bi bila smeštena u novu aplikaciju wpfLOK baziranu na C# programskom jeziku. Razmena informacija između wpfLOK aplikacije, koja predstavlja korisničku spregu i LOKNode biblioteke u kojoj je smeštena funkcionalnost, se bazira na pozivanju izvezenih funkcija u jednom smeru (od wpfLOK prema LOKNode) i implementaciji sistema imenovanih cevi u suprotnom.



Slika 5. Koncept nove LOK aplikacije

Prvi korak nakon izvršene analize lokalne operaterske radne stanice GAUS sistema je bio njeno prilagođavanje novoj aplikaciji. Prvi zahtev je bio da se od postojeće aplikacije napravi biblioteka koja će i dalje obavljati sve funkcije osim prikazivanja dobijenih podataka. To se postiže izbacivanjem svih datoteka koje su specifične za winLOK aplikaciju a vezane su za dijaloge.

Ukoliko je datoteka deljena između više projekata onda se definiše novi region koji će se izvršavati samo ako je u pred procesorskim direktivama navedena ključna reč *_NOGUI* (bez korisničke sprege).

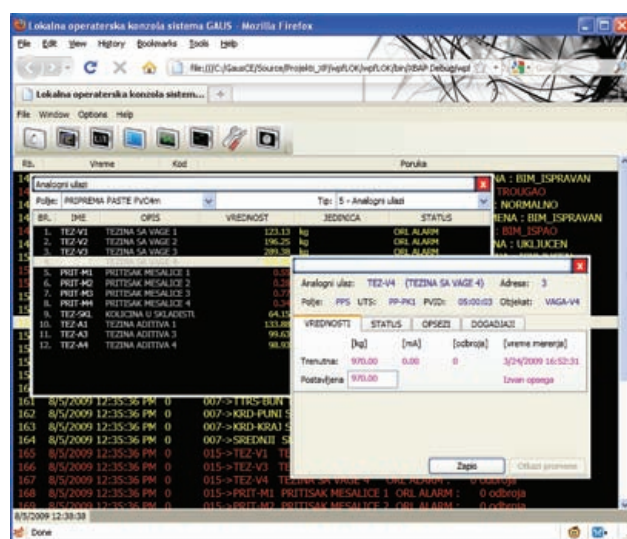
Nakon provere ispravnosti biblioteke pristupilo se paralelnom razvoju nove aplikacije koja će tu biblioteku koristiti i pisanju metoda u biblioteci koje će prosledivati informacije prema novoj wpfLOK aplikaciji. Većina izvezenih metoda imaju iste ulazne i izlazne parametre pošto je uočeno da je takav pristup najoptimalniji.

Zbog potrebe da događaji koji stignu u biblioteku budu neposredno prosleđeni wpfLOK aplikaciji, bilo je neophodno realizovati način razmene poruka od strane biblioteke prema aplikaciji, suprotno dotadašnjim izvezenim metodama. Kao najoptimalnije rešenje se nametnula tehnologija imenovanih cevi (eng. *Named Pipes*), koja se koristi za komunikaciju između procesa (eng. *Inter Proces Communication*).

3.3. Realizacija wpfLOK aplikacije

U ovom poglavlju biće više reči o wpfLOK aplikaciji čiji su zadaci prikaz podataka koji se nalaze u LOKNode biblioteci, upravljanje istom bibliotekom i komunikacija sa krajnjim korisnikom.

Pošto je nova radna stanica zamišljena prvenstveno kao internet aplikacija, na slici 6. je prikazan *Mozilla Firefox* 3.5 internet pregledač sa otvorenom radnom stanicom.

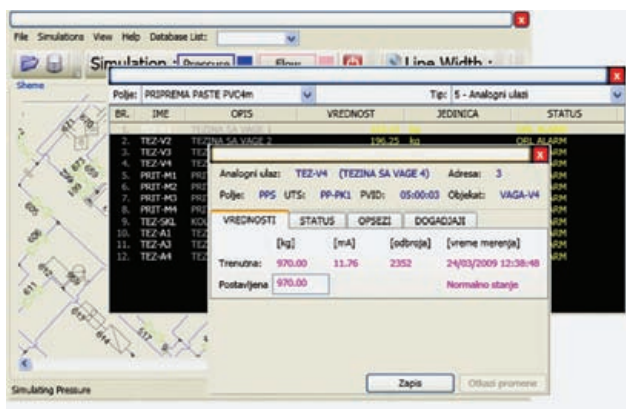


Slika 6. wpfLOK aplikacija

Nakon uspešno napunjene konfiguracije SCADA sistema svaki događaj ili promena U/I koje se dogode u AUB stanici, automatski se ispisuju u pozadini glavnog prozora. Ovi događaji se čuvaju u listi skorašnjih događaja. Pored ove liste postoji i lista svih događaja koja se može videti u posebnom prozoru unutar glavne aplikacije.

Pošto WPF direktno ne podržava sistem korisničke sprege u kom se unutar glavnog prozora aplikacije otvaraju pomoćni prozori, nazvan MDI (eng. *Multiple Document Interface*), koji se koristi u predhodnoj verziji aplikacije, razvijeno je rešenje koje emulira ovakvo ponašanje. Ovo je postignuto tako što je u delu koji predstavlja radnu površinu aplikacije stavljen komponenta *canvas* (platno), koja podržava da se pozicija svake druge komponente postavljene na nju opisuje preko x i y koordinata. Komponenta koja se stavlja na platno je ustvari samo okvir (eng. *Border*), unutar koga su postavljene komponente kako bi se dobio izgled sličan pod prozorima u MDI sistemu korisničke sprege. Na slici 7. se mogu videti tri pomoćna prozora.

Pomoćni prozor koji stoji ispod ostalih predstavlja prozor za prikaz i simulaciju šema gasovodnih sistema. Drugi prozor sa crnom pozadinom predstavlja tabelarni prikaz procesnih promenljivih sistema dok prozor na vrhu prikazuje detalje o izabranoj procesnoj promenljivoj.



Slika 7. Pomoćni prozori

U svrhu prikaza i obrade podataka učitano sistema formirana su dva prozora sa tabelarnim prikazom procesnih promenljivih. Jedna tabela predstavlja prikaz procesnih promenljivih po tehnološkim listama, a druga po tipu U/I. Kolone koje se prikazuju su: redni broj procesne veličine, njeno ime, kratak opis, vrednost ili ukoliko se prikazuje digitalna procesna veličina onda stanje, jedinica mere ili komanda ukoliko je procesna veličina digitalna i status svake od njih. Da bi se aplikacija dodatno optimizovala, jedan red u tabeli se tretira kao celina i ukoliko se prilikom osvežavanja podataka pokaže da se informacije o datoj procesnoj promenljivoj nisu promenile, taj red se ne osvežava. Na taj način je ubrzan prikaz pošto u jednoj tabeli mogu da se nađu i po hiljadu procesnih promenljivih od kojih se samo 2-10% menjaju po vrednosti.

Svaki element prikazan u tabeli predstavlja neki od osnovnih tipova procesnih promenljivih kao što su analogni ulazi, analogni izlazi, brojački ulazi, digitalni uređaji, itd. Boja teksta pojedinih procesnih promenljivih zavisi od njihovog trenutnog statusa ili stanja, radi lakše detekcije grešaka u sistemu i alarmnih opsega vrednosti. Korištene boje su preuzete iz prethodne verzije aplikacije. Izborom jednog od redova prikazanih u tabelama menja se PVID trenutno prikazivane procesne veličine u prozoru za detaljan prikaz. Pošto se ovaj prozor osvežava svake sekunde, čim se detektuje promena, menjaju se podaci. Ukoliko za izabran tip trenutno nije podržan detaljan prikaz ispisaće se adekvatna poruka na ekranu. Za razliku od stare verzije lokalne operatorske konzole, prikaz određenih tipova je realizovan pomoću kartica (eng. *Tab*), radi bolje preglednosti potrebnih podataka.

Pored pregleda podataka operator može i ručno da menja vrednosti i da izdaje komande za procesne promenljive kod kojih je to dozvoljeno. Svaki unos novih vrednosti privremeno zaustavlja osvežavanje podataka dok se ove vrednosti ne upišu ili se ne otkazu promene. Pre slanja zahteva za promenu vrednosti proverava se njihova ispravnost i dozvoljen opseg.

4. ZAKLJUČAK

Ovim radom realizovano je jedno rešenje lokalne operatorske konzole i prikazana njena primena u okviru akviziciono-upravljačkog sistema GAUS.

Cilj ovog rada nije bila realizacija kompletne funkcionalnosti postojeće winLOK aplikacije, već samo dokaz koncepta rada i primene novih tehnologija kako bi se sadašnje rešenje paralelno razvijalo kao zasebna, sistem-ska aplikacija i kao aplikacija koja bi se izvršavala preko internet pregledača. Ovaj cilj je postignut i realizovano je jedno rešenje programske podrške koje može lako da se pokrene kao internet i kao lokalna aplikacija.

Nove tehnologije, kao što je WPF, donose poboljšanja u smislu brže i lakše realizacije rešenja dok sa druge strane zapostavljaju brzinu obrade i akvizicije podataka. Postavlja se pitanje koliko je ovakva tehnologija primenljiva na sisteme za rad u realnom vremenu.

Brzina rada same aplikacije je nešto ispod ranije postignutog nivoa kojeg obezbeđuje prethodna realizacija lokalne operatorske konzole. Ovo je posledica realizacije komunikacije preko internet konekcije i mogućnosti pristupa GAUS sistemu preko standardnih internet pregledača.

Takođe, sami mehanizmi za komunikaciju između biblioteka koje nisu pisane u okviru .NET platforme i aplikacija koje to jesu, nisu adekvatno realizovane i kompletno rešenje bi bilo optimalnije ukoliko bi se sve aplikacije koje međusobno razmenjuju podatke prevele u okvire .NET okruženja.

5. LITERATURA

- [1] V.Mihić, B.Atlagić, T.Maruna, GAUS: An Integrated SCADA/DCS Control System, XIV International Conference on Systems Science, Wroclaw 2001.
- [2] B.Atlagić, GAUS – Generalizovani akviziciono-upravljački sistem, Novi Sad, 2001.
- [3] V.Kovačević, B.Atlagić, Logičko projektovanje računarskih sistema II
- [4] Matthew MacDonald, "Pro WPF in C# 2008", Apress, 2008.
- [5] Adam Nathan, "Windows Presentation Foundation", Sams, 2007.

Kratka biografija:



Daniel Kovač rođen je u Novom Sadu 16.06.1983. god. Apsolvent je na Fakultetu tehničkih nauka odsek elektrotehnika, smer računarstvo i automatika, usmerenje računarska tehnika i računarske komunikacije.

REALIZACIJA TEHNOLOŠKOG INFORMACIONOG SISTEMA ZA RAD U DESKTOP I INTERNET OKRUŽENJU**REALIZATION OF TECHNICAL INFORMATION SYSTEM FOR OPERATION IN DESKTOP AND INTERNET ENVIRONMENT**Ognjen Vulić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Tema rada je realizacija grafičke programske podrške u sklopu Tehnološkog informacionog sistema, razvijenog za primenu u gasovodnom transportnom sistemu. U prvom delu rada opisani su sistemi za nadzor i upravljanje koji su direktni korisnici realizovane aplikacije za dinamički prikaz šema proizvodnih sistema. Zatim sledi opis korištenih tehnologija i standarda (.NET Framework, WPF, SVG), a na kraju je dat detaljan opis izgleda i funkcionalnosti finalne aplikacije "GTSViewerFlex".

Abstract – Subject of this paper is the realization of software for graphical presentation of process data in desktop and web environment. It is a central part of Technical Information System developed for gas transport system. First part of paper describes the systems for real-time monitoring and management, which are actual users of developed application for displaying schemes of gas network. Then follows a description of used technologies and standards (.NET Framework, WPF, SVG), and at the end is a detailed description of look and functionality of the final application "GTSViewerFlex".

Ključne reči: AUS, GAUS, SCADA, TIS, WPF, .Net Framework

1. UVOD

Tema ovog rada vezana je za unapređenje dela programske podrške sistema **GAUS** (*Generalizovanog Akviziciono Upravljačkog Sistema*). GAUS predstavlja specijalni akviziciono upravljački sistem koji ima mogućnost prilagođavanja velikom broju konkretnih sistema, čiji se rad može staviti pod kontrolu složenih programskih paketa poznatih pod nazivom **SCADA** (*Supervisory Control And Data Acquisition*). Međutim u procesu operativnog odlučivanja često je potrebna i dodatna programska podrška, zasnovana na poznavanju stanja i karakteristika elemenata sistema koji nisu pod SCADA sistemom i ona se realizuje u **TIS-u** (*Tehnološkom Informacionom Sistemu*).

Konkretna tehnološki sistem na čijem TIS-u je rađeno u ovom slučaju je gasovodni transportni sistem.

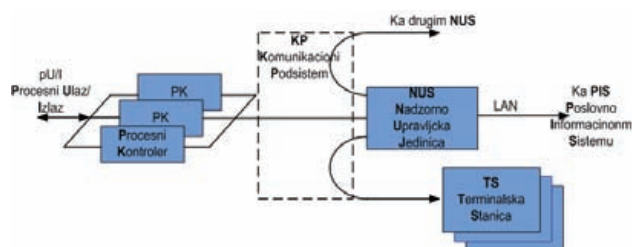
NAPOMENA:

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

Na Katedri za računarsku tehniku Fakulteta Tehničkih Nauka u Novom Sadu kroz kontinuiran rad na više diplomskih radova realizovana je aplikacija "ScadaView". Osnovna namena ovog programskog alata jeste da služi kao grafička programska podrška za prikaz procesnih podataka u realnom vremenu, u okviru operatorske programske podrške sistema GAUS i TIS. Tema ovog rada jeste dopunjavanje postojeće funkcionalnosti uz korištenje novih tehnologija, tako da je moguće njeno izvršavanje na internetu (kao internet aplikacije) kao i na lokalnom računaru (kao sistemske aplikacije).

2. SISTEMI PRIMENE**2.1. Akviziciono Upravljački Sistemi (AUS)**

AUS je skup namenskih, prostorno distribuiranih, međusobno povezanih računarskih modula, čiji je zajednički cilj ostvarenje funkcija nadzora i/ili upravljanja fizičkim procesom u realnom vremenu [1]. Na sledećoj slici (Slika 1.) dat je šematski prikaz.



Slika 1. Šema tipičnog Akviziciono Upravljačkog Sistema

Suštinu prikazanog sistema na slici čine procesni kontroler (PK) i nadzorno upravljačka stanica (NUS). Ove dve komponente ostvaruju funkcije operativnog nadzora i upravljanja fizičkim procesom. Komunikacioni podsistem u okviru AUS-a čine komunikacioni prenosni kanali i komunikacioni kontroler. Komunikacioni kanali povezuju stanicu NUS sa mrežom procesnih kontrolera ili drugim serijski spregnutim komponentama ukupnog akviziciono-upravljačkog sistema. Komunikacioni kontroler je posvećen obavljanju i kontroli svih komunikacionih aktivnosti stanice NUS.

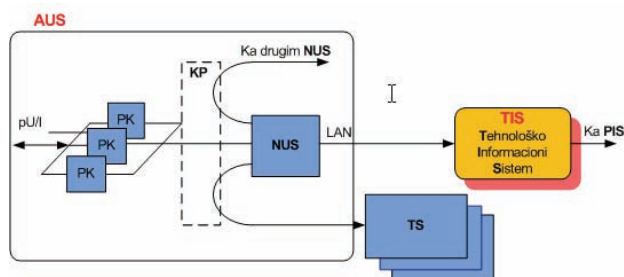
2.2. GAUS (Generalizovani AUS)

Sistem GAUS predstavlja generalizovani akviziciono – upravljački sistem, tj. skup metodologija i programskih alata koji omogućuju njegovo prilagođavanje širokom skupu konkretnih sistema, proizvoljne topologije i stepena složenosti. Pri konstrukciji GAUS-a korištene su široko

dostupne računarske komponente opšte namene čija cena je znatno niža od standardno korištenih specijalizovanih upravljačkih struktura. Ovim je omogućeno znatno smanjenje cene celog sistema ali i veća fleksibilnost jer se obrada i kontrola vrši direktno u programskoj podršci, pisanoj u programskim jezicima višeg nivoa.

2.3. TIS (Tehnološko Informacioni Sistem)

Kao spona između upravljačkog i poslovnog informacionog sistema, na Katedri je razvijen programski paket nazvan TIS, čiji je koncept orijentisan ka širokoj oblasti primene u industriji. Paket TIS je razvijen u nastojanju da se pruži podrška u proceni i analizi stanja sistema kojim se upravlja. U praksi, to stanje zavisi od brojnih elemenata koji iz različitih razloga nisu uključeni u GAUS sistem. Njihovo stanje nije pod kontinualnom kontrolom, nego se utvrđuje periodičnim obilaskom i ručnim evidentiranjem promena. Deo tih podataka od najvećeg je značaja za uspešno održavanje opreme i uređaja u sistemu. Povezivanjem ovih podataka sa GAUS merenjima ostvaruje se potpun uvid u strukturu i ponašanje kontrolisanog sistema. Na sledećoj slici (Slika 2.) dat je šematski prikaz položaja TIS-a u odnosu na nadzorno upravljački sistem (AUS).



Slika 2. Šematski prikaz položaja TIS-a u odnosu na AUS

U svom razvojnom ciklus TIS je prošao više faza koje su bile svojstveno različite u odnosu na tehnologije na kojima su bile zasnovane.

Grafičku osnovu prvog napravljenog programskog paketa čine AutoCAD crteži gasovodnih instalacija sa različitim nivoima detaljnosti povezani sa proširenim programskom podrškom (MS Visual C/C++, Object AutoCAD runtime extension) i ODBC konekcijom sa bazom podataka.

Sledeća faza razvoja TIS-a bila je inspirisana pojavljivanjem novih otvorenih standarda za čuvanje vektorske grafike kao što je SVG (Scalable Vector Graphic) format. MS Visio grafički programski alat, koji omogućava veliku fleksibilnost u radu i prilagođenje konkretnim potrebama korisnika, usvojen je kao novi alat za izradu i održavanje gasovodnih šema. MS Visio je proširen paletama grafičkih elemenata koji su bili neophodni za iscrtavanje tehnoloških šema, čime je značajno pojednostavljen proces njihovog crtanja u odnosu na rad u AutoCAD programskom paketu. Za čuvanje šema koristi se SVG format, a za interaktivni prikaz je razvijena posebna korisnička aplikacija „ScadaView“.

Poslednja modifikacija TIS-a, koja je ujedno tema ovog rada, odnosi se na unapređenje grafičke programske

podrške tj. dela sistema koji realizuje aplikacija „ScadaView“. Korištenjem novih programskih tehnologija .NET Framework okruženja, razvijeno je novo rešenje koje omogućava prikaz i rukovanje tehnološkim šemama posredstvom web pretraživača, ali i iz klasične Windows systemske aplikacije. Drugim rečima, isti kod se može izvršavati kao internet ili „desktop“ aplikacija.

3. PRIMENJENE TEHNOLOGIJE

3.1. Programsko okruženje .Net Framework

.NET Framework programsko okruženje, predstavlja skup tehnologija i programskih jezika koji se razlikuje od prethodnih u načinu izrade programa, ali i u načinu njihovog izvršavanja na Windows operativnim sistemima [2]. Svi .NET programi se izvršavaju u programskom okruženju CLR (Common Language Runtime) nezavisno od stvarne fizičke platforme ili operativnog sistema. Izvorni kod, pisan u jezicima višeg nivoa poput C# ili C++, se prvo prevodi u međujezik nižeg nivoa (CIL - Common Intermediate Language) a zatim u mašinski kod koji se izvršava u CLR virtuelnom okruženju.

3.2. WPF (Windows Presentation Foundation)

WPF je grafički podsistem zadužen za prikaz grafičkog dela aplikacija pisanih za Windows operativne sisteme. Nastao je kao deo .NET Framework-a verzije 3.0. Kao osnovu za svoj rad WPF koristi DirectX biblioteku koja služi za rad sa multimedijalnim sadržajima na Windows operativnim sistemima. Zahvaljujući DirectX-u aplikacije pisane u WPF-u imaju svo raspoloživo ubrzanje realizovano fizičkom arhitekturom kao i mogućnost korištenja najmodernijih grafičkih mogućnosti kao što su transparentcija, gradijentne boje i transformacije.

Novina koja je predstavljena u WPF-u jeste XAML (Extensible Application Markup Language), jezik koji predstavlja alternativni način za definisanje grafičkih komponenti i njihovog odnosa sa ostalim komponentama. Model programiranja na kome se temelji WPF veoma jasno razdvaja programiranje odnosno dizajniranje izgleda aplikacije, od logike programiranja koja se izvršava u pozadini. Time je moguće razdvojiti rad dizajnera i programera što u praksi uglavnom rezultuje kvalitetnijim rešenjima.

3.3. SVG (Scalable Vector Graphic)

SVG format datoteke služi za opis dvodimenzionalne vektorske grafike koja može biti statična ili dinamična. Ovaj format omogućava opis sledeće tri grupe grafičkih objekata: vektorskih grafičkih objekata (opisanih skupom pravih i krivih linija), slika i teksta. Tako definisani grafički objekti mogu biti grupisani, na njih može biti primenjen određeni stil (boja ispunje, boja linije, vrsta linije, debljina linije itd.), ili mogu biti primenjene određene transformacije (skaliranje, translacija, rotacija, itd.) što takođe može biti sadržano u okviru datog SVG dokumenta. Posebna pogodnost SVG formata je mogućnost čuvanja informacija o proizvoljnim elementima (eng. Custom Properties). Praktično to omogućuje da se

prilikom konverzije MS Visio crteža u SVG dokument mogu sačuvati i mnoge druge informacije od značaja pored onih koje direktno utiču na iscrtavanje.

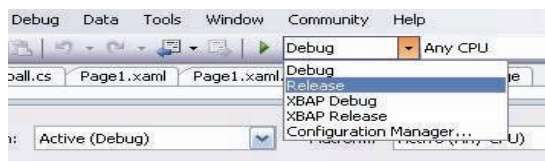
4. OPIS REALIZACIJE

Celokupan rad na projektovanju i izradi ovog rada urađen je u MS Visual Studio 2008 razvojnom okruženju. Tehnologija na kojoj je zasnovano rešenje je WPF koja se nalazi unutar korištene verzije .NET Framework-a 3.5. Rad sa SVG dokumentima je realizovan u C# kodu u okviru logički odvojenog podsistema, dok su za prikaz gasovodnih šema i izgled aplikacije korištene standardne grafičke komponente WPF-a.

4.1. Fleksibilni MS Visual Studio šablon

Jedan od ključnih zahteva pri definisanju zadatka ovog rada bio je da se isti programski kod koristi kao osnova za sistemsku i kao osnova za internet aplikaciju.

Da bi se ispunio ovaj zahtev bilo je potrebno korišćenje nestandardnih metoda. Rešenje problema ponudio je Keren Corby koji je napravio fleksibilni šablon za MS Visual Studio i rezultat svog rada postavio na internet stranici (<http://scorbs.com/2006/06/04/vs-template-flexible-application>) odakle se ovaj šablon može preuzeti i instalirati. U radu sa ovim šablonom prelazak sa sistemске aplikacija na internet aplikaciju zavisi samo od podešavanja koje je izabrano prilikom pokretanja aplikacije kao što je prikazano na sledećoj slici (Slika 3.).



Slika 3. Izbor vrste aplikacije unutar MS Visual Studio razvojnog okruženja

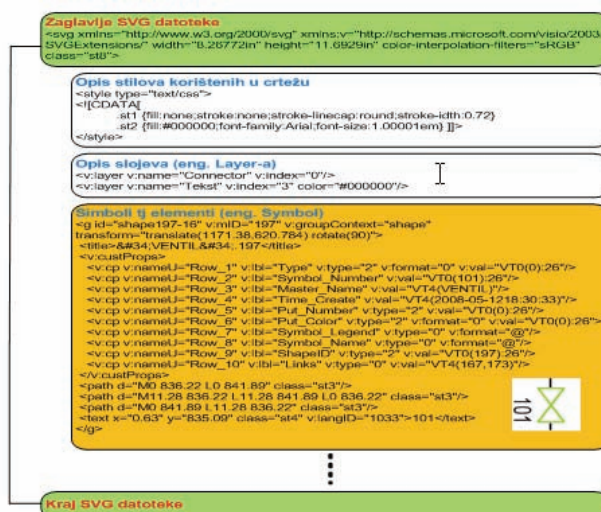
Izborom *Debug* podešavanja pokrećemo sistemsku aplikaciju u režimu u kome je moguće izvršavanje korak po korak (eng. *Debug*). U *Release* režimu takođe pokrećemo sistemsku aplikaciju ali bez mogućnosti izvršavanja korak po korak. Izborom sledeća dva podešavanja *XBAP Debug* i *XBAP Release* pokrećemo internet aplikaciju koja se izvršava unutar internet pretraživača sa razlikama između *debug* i *release* kao u prethodnom slučaju.

4.2. Struktura SVG dokumenta

Svaki crtež gasovodnih šema sastoji se od elemenata koji sa stanovišta zapisa u SVG dokument vrlo liče jedan na drugi i samim tim omogućavaju predvidivu strukturu dokumenta. Na sledećoj slici (Slika 4.) dat je grafički prikaz logičkih celina koje se izdvajaju prilikom rada na parsiranju korisnih informacija iz SVG datoteke.

Iz zaglavlja pod elementom <svg> možemo pročitati globalne informacije o dokumentu. Zatim sledi deo koji opisuje različite stilove korištene u crtežu. Opisi stilova se nalaze unutar <style> elementa. Sledeću celinu čine definicije slojeva (eng. *Layer*) ukoliko ih ima. Mada je

crtanje po slojevima podržano nije i neophodno pa tako ovaj deo SVG dokumenta nekad može da izostane.

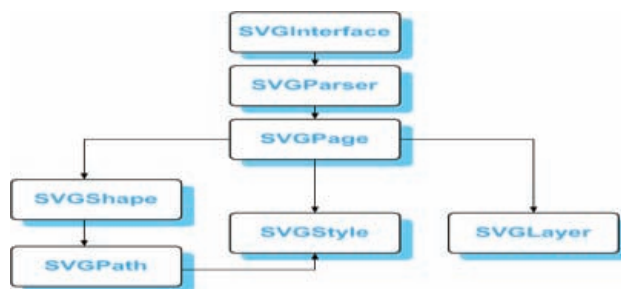


Slika 4. Šematski prikaz strukture SVG dokumenta

Sve dosada navedene informacije predstavljaju zajednička obeležja dokumenta. Nakon njih slede definicije individualnih simbola od kojih je sastavljen crtež. Svaki simbol predstavlja grupu obeležja koja se nalaze unutar elementa <g>.

4.3. Podsystem za rad sa SVG dokumentima

Realizovan podsystem se sastoji iz više modula. Svaki modul predstavlja zasebnu klasu u zasebnoj datoteci. Nazivi klase i njihova međuzavisnost prikazani su na sledećem dijagramu (Slika 5.).



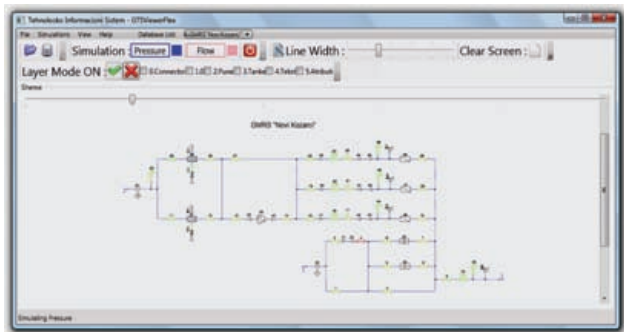
Slika 5. Modularna struktura SVG podsistema

Na vrhu hijerarhije nalazi se klasa **SVGInterface**. U okviru ove klase, kroz njene metode, realizovan je pristup svim funkcionalnostima koje se mogu dobiti od klase hijerarhijski ispod nje. Ovim je dobijena velika nezavisnost u odnosu na grafičke elemente aplikacije. Klasa **SVGParser** kao osnovnu funkcionalnost vrši parsiranje SVG dokumenta. Parsirane informacije smeštaju se u instance klase **SVGPage**. U klasi **SVGPage** se nalaze instance klase **SVGShape**, **SVGStyle** i **SVGLayer** organizovane u tri liste. **SVGStyle** klasa služi za čuvanje definisanih stilova unutar SVG dokumenta. Identičnu funkciju ima klasa **SVGLayer** sa tom razlikom da se odnosi na slojeve. Osnovni gradivini element SVG datoteke čine simboli od kojih je sastavljena slika

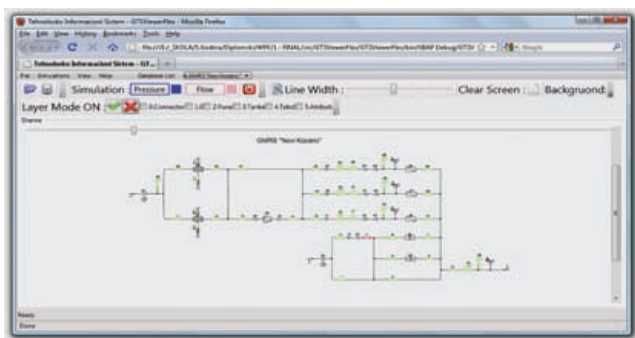
gasovodne šeme. Sve informacije o pojedinačnim simbolima se čuvaju u instancama klase **SVGShape**. Svaki simbol može biti sastavljen od tri gradivna elementa: elipse, pravougaonika i putanja. Za skladištenje putanja koriste se instance klase **SVGPath**.

4.4. Opis izgleda realizovane aplikacije za prikaz gasovodnih šema –“GTSViewerFlex”

U ovom poglavlju prikazana je nova aplikacija “GTSViewerFlex”, njen izgled i funkcionalnost. Na sledeće dve slike (Slika 6. i Slika 7.) dat je uporedni prikaz oba podržana režima rada.



Slika 6. Izgled "GTSViewerFlex" sistemske aplikacije



Slika 7. Izgled "GTSViewerFlex" internet aplikacije

Na prvoj slici (Slika 6) prikazan je izgled sistemske aplikacije koja se izvršava u okviru standardnog prozora operativnog sistema *Windows* dok je na drugoj slici (Slika 7) prikazan izgled internet aplikacije koja se izvršava unutar internet pretraživača (*Mozilla Firefox* – u konkretnom slučaju).

Osnovna funkcija ove aplikacije jeste interaktivni prikaz šema gasovodnog sistema. Odabir željene šeme može biti iz baze podataka ili iz lokalne memorije. Odabrana šema se programski parsira, učitava u radnu memoriju i prikazuje uz mogućnost interaktivnog pregleda. Pod interaktivnim pregledom podrazumeva se mogućnost menjanje stanja određenih elemenata na šemi i vršenja dve vrste simulacija: simulacije pritiska gasa (*Pressure Simulation*) i simulacije protoka gasa (*Flow Simulation*). Prilikom interakcije sa prikazanom gasovodnom šemom dolazi do promene boje elemenata u zavisnosti od njihovog stanja.

Svaku prikazanu šemu moguće je uvećati i smanjiti prilikom pregledavanja (*Zoom* opcija) i moguće je vršiti promenu debljine linija kojima je iscrtana celokupna šema.

5. ZAKLJUČAK

Trend povećanja propusne moći interneta doprineo je stvaranju potpuno novih i drugačijih načina izrade programa gde se sve veći akcenat stavlja na izradu internet aplikacija koje svojim mogućnostima potpuno zamenjuju standardne sistemske aplikacije.

Uz pomoć *.NET Framework*-a, tj. njegovog sistema izvršavanja aplikacija unutar CLR virtuelnog okruženja i WPF-ovog originalnog sistema izrade grafičkog dela aplikacija, omogućen je ogroman pomak u pogledu potpunog spajanja načina izrade sistemskih i internet aplikacija. Ovim je dobijen najbolji mogući odgovor na novi trend koji briše razlike i specifičnosti ove dve, do sada veoma različite, oblasti softverskog inženjerstva.

Aplikacija “GTSViewerFlex”, bez obzira što je tokom razvoja bila u potpunosti zasnovana na primeru gasovodnog sistema, može uz minimalne dorade da bude primenljiva u širokom opsegu sličnih transportnih sistema u industriji kao što su vodovodi, elektro mreža, toplovodi itd. Takođe imajući u vidu realizovani podsistem za rad sa SVG dokumentima, uz nadogradnju algoritama mogla bi se razviti aplikacija veoma korisna širokom auditorijumu korisnika, koja bi služila za prikaz svih vrsta SVG dokumenata u okviru WPF-a.

6. LITERATURA

- [1] B.Atlagić, GAUS – Generalizovani akviziciono-upravljački sistem, Novi Sad, 2001.
- [2] Matthew MacDonald, “Pro WPF in C# 2008 Windows Presentation Foundation with .NET 3.5” SECOND EDITION
- [3] Adam Nathan, “Windows Presentation Foundation Unleashed”
- [4] Visual Studio 2008 MSDN Library

Kratka biografija:



Ognjen Vulić rođen je u Sarajevu 17.07.1983. god. Apsolvent na Fakultetu tehničkih nauka odsek elektrotehnika, smer računarstvo i automatika, odsek računarska tehnika i računarske komunikacije.

IZGRADNJA GEOPORTALA KORIŠĆENJEM ERDAS APOLLO ALATA

BUILDING A GEOPORTAL USING ERDAS APOLLO TOOLS

Rade Pantelić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Ovaj rad je usmeren na istraživanje i analizu Erdas Apollo sistema, kao sistema koji je zasnovan na standardima, i izgradnju geoportala pomoću web alata. Erdas Apollo sistem zahteva instalaciju JDK 1.5 i Java Advanced Imaging 1.1.3. Za izgradnju geoportal stranica, kao baza upotrebljena je skeleton aplikacija, koja je deo Erdas Apollo Solution Toolkit materijala. Stranice su razvijane na aplikativnom serveru Apache Tomcat 5.5 a prikazivane u Mozilla Firefox 2.0 pretraživaču.

Abstract – Subject of this paper is research and analysis of Erdas Apollo system, as a system based on standards, and building a geoportal using web tools. Erdas Apollo requires installation of JDK 1.5 and Java Advanced Imaging 1.1.3. Skeleton application, which is a part of Erdas Apollo Solution Toolkit materials, is used as a base to build geoportal pages. Pages are all deployed on Apache Tomcat 5.5 application server and are displayed in Mozilla Firefox 2.0 browser.

Ključne reči: Standardi u geoinformatici, Erdas Apollo sistem, Izgradnja geoportala

1. UVOD

Erdas Apollo 2009 uklanja zidove između GIS, fotogrametrije i daljinske detekcije, omogućavajući poslovnu primenu geoprostornih podataka. Obezbeđujući jedinstvenu enterprise platformu, Erdas Apollo sistem upravlja i servisira velike količine podataka smeštenih i distribuiranih širom jedne organizacije.

Mnogi provajderi geoprostornih podataka, kao i javni sektor, civilno inženjerstvo, industrije nafte i gasa, zemljišno rukovodstvo rade sa velikim brojem različitih vrsta geoprostornih podataka raspoređenih po kancelarijama, odsecima i regionalnim upravama. Glavni problem sa kojim se susreću jeste nemogućnost pronalaženja podataka u trenutku kada su im potrebni, a takođe se javlja i problem upotrebe različitih formata podataka.

Erdas Apollo rešava ovaj problem tako što upravlja i servisira ove podatke i podržava brojne geoprostorne formate podataka. Zahvaljujući tome, lako se integriše u postojeće GIS okruženje i poslovne aplikacije. Takođe, Erdas Apollo može da se koristiti za izgradnju web geoportala prema specifičnim potrebama.

2. GEOGRAFSKE INFORMACIJE I STANDARDI

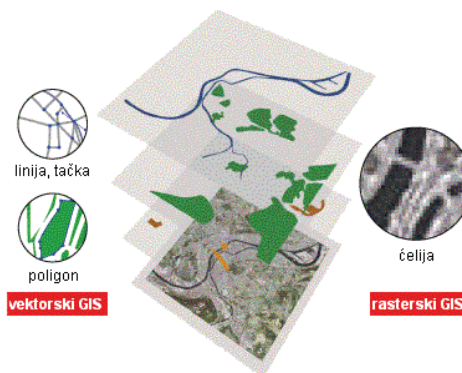
Geografske informacije se koriste na mnogim tržištima za rešavanje raznih problema.

NAPOMENA:

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

Na primer, mogu se koristiti u svrhu lociranja i kontrolisanja širenja požara; dizajniranja i rukovanja telekomunikacijama, vodovodom, električnim ili gasnim mrežama. Geografske informacije su karakteristične u svom pokušaju da opišu podatke iz stvarnog života digitalno. Podaci iz stvarnog života sadrže dimenzije koje je teško predstaviti digitalno na dvodimenzionalnom monitoru ili odštampanoj mapi. Nekoliko ključnih pojmova su izuzetno važni prilikom pronalaženja, razmene i oslikavanja geografskih podataka u digitalnom okruženju.

Raster i vektor su dve osnovne strukture za čuvanje i rukovanje geografskim informacijama (Slika 1.). Rasterski model čuva entitete kao ćelijske vrednosti u geo-referentnoj mreži. Vektorski model predstavlja informaciju koristeći geometrijske i matematičke asocijacije.



Slika 1. Rasterski i vektorski slojevi

Proces oslikavanja transformiše geografske informacije u formu koju razume čovek. Primer je transformacija vektorske informacije u rastersku predstavu ove informacije. Ovu transformaciju specifikira skup pravila primenjen na ulazni skup podataka.

Meta-podaci su u osnovi tekstualni podaci koji opisuju podatke. Obično podrazumevaju elemente kao što su datum kreiranja podataka, istorija podataka, tip podataka, i uobičajena upotreba podataka.

Standardi adresiraju problem nekompatibilnosti geografskih podataka i probleme transformacije zaštićenih formata dokumenata kako bi se stvorio otvoren svet razmene. Postoji nekoliko organizacija koje nastoje da kreiraju i primenjuju standarde u oblasti geoinformatike.

OGC (Open Geospatial Consortium) je internacionalni industrijski konzorcijum sa više od 230 kompanija, državnih agencija i univerziteta koji učestvuju u procesu razvoja javno dostupnih geoprocenih specifikacija. Otvoreni interfejsi i protokoli definisani od strane OGC specifikacija podržavaju interoperabilna rešenja koja „geosposobljavaju“ mrežu, bežične i lokalno-bazirane servise, glavne informacione tehnologije, i omogućuju onima koji razvijaju tehnologije da prave kompleksne prostorne

informacije i servise dostupne i upotrebljive sa svim vrstama aplikacija.

ISO (International Standardization Organization) je svetska federacija nacionalnih standarda iz više od 140 zemalja, sa po jednim telom iz svake zemlje. Misija ISO jeste da promoviše razvoj standardizacije i povezanih aktivnosti u svetu kako bi se olakšala internacionalna razmena usluga i dobara, i razvila kooperacija u oblasti intelektualnih, naučnih, tehnoloških i ekonomskih aktivnosti.

2.1. Standardi web servisa

Za Erdas Apollo sistem su standardi web servisa od velikog značaja.

WMS (Web Map Server) je web interfejs koji dozvoljava objavljivanje i razvijanje geografskih mapa na internetu.

WFS (Web Feature Server) je web interfejs koji omogućuje objavljivanje i razvijanje podataka o geografskim karakteristikama na internetu.

WAS (Web Annotation Service) omogućuje postavljanje zabeleški (Annotation), karakteristika koje objašnjavaju dato mesto, i one se mogu razmenjivati među različitim korisnicima sistema. Ove karakteristike su sastavljene od geometrije, imena i opisa.

WFS-G (Web Gazetteer Service): geografski leksikon (Gazetteer) je geografski rečnik, odnosno lista geografskih imena sa referencama na njihove lokacije. Ovaj servis isporučuje jednu ili više traženih karakteristika iz geografskog leksikona. Izlaže i potencijalno strukturirani rečnik i kolekciju karakteristika, i takođe može da podrži mogućnosti hijerarhijskog rečnika i WFS.

CSW (Catalog Service for Web) je mrežni interfejs koji podržava skladištenje, obnavljanje i rukovanje mrežnim podacima.

WCS (Web Coverage Service) podržava elektronsku razmenu geoprostornih podataka tipa coverage (digitalna, geoprostorna i informacijska predstava prostorno-promenljivih pojava). WCS obezbeđuje pristup čitavim geoprostornim informacijama, kao što su temperatura ili prekrivenost oblaka, koje su potrebne za rendering na klijentskoj strani i kao ulaz za naučne modele.

CPS (Coverage Portrayal Service) definiše mehanizam za obezbeđivanje vizuelnih slika od coverage podataka. Tipično, coverage podaci se vraćaju sa WCS-a, dok CPS olakšava širu upotrebu coverage podataka čineći coverage projekcije vidljivim u klijentskom mrežnom pretraživaču.

OLS (OpenGIS Location Services) je mrežni interfejs koji dozvoljava pojedincima da objavljuju i razvijaju informacije o lokacijama na internetu. [1]

3. ERDAS APOLLO SISTEM

Mnogim organizacijama je potrebno da postavе geoprostorne podatke na internet kako bi se oni mogli pretraživati, pogledati, koristiti i integrisati sa GIS i poslovnim podacima i procesima. Erdas Apollo sistem upravlja i servisira sve ove podatke, i pruža mogućnost izgradnje web portala za pojedince van organizacije koji će takođe moći da pogledaju, prikupe i isprave GIS podatke preko interneta.

Komponente Erdas Apollo sistema su server, Image Manager i Solution Toolkit.

Erdas Apollo server je platforma za katalogiziranje i servisiranje vektor, raster, terenskih podataka i mapa. Podržavajući brojne vektor i raster formate podataka,

Erdas Apollo server omogućava razmenu podataka unutar jedne organizacije, ali i sa bilo kim van te organizacije. Vektorski okvir omogućuje stilizovanje, vizuelizaciju, eksportovanje, uređivanje i filtriranje vektorskih podataka. Rasterski okvir, čije mogućnosti mogu značajno biti povećane uz Erdas Apollo Image Manager, uključuje stilizovanje, vizuelizaciju i servisiranje slika.

Erdas Apollo Image Manager centralno upravlja, katalogizira i raznosi veoma velike količine mrežnih podataka kroz jednu organizaciju. Upotreba Erdas Apollo Image Manager-a omogućuje razmenu podataka preko brojnih aplikacija i centralizovanje geoprostornih meta-podataka. Implementirajući model baziran na skali geografske bezbednosti, Erdas Apollo Image Manager obezbeđuje alat za specificiranje globalnih bezbednosnih oblasti, autorizovanih i neautorizovanih oblasti i skalu pristupa mapi (po korisniku i po ulozi). Tako se jednom modelovani podaci mogu staviti na raspolaganje svakom korisniku jedinstveno, tj. prema njegovoj ulozi i dozvolama u organizaciji.

Sa Erdas Apollo Solution Toolkit-om može se prilagoditi ili proširiti Erdas Apollo kako bi se zadovoljile posebne potrebe neke organizacije. Moguće je kreirati prilagođene web klijente, kao i poboljšati osnovne web servise uz podršku novih tipova podataka i meta-podataka. Erdas Apollo Solution Toolkit je rešenje za građenje prilagođenog geoportal-korisničkog interfejsa, dostupnog preko jednostavnog pretraživača, sa bilo kog kompjutera, bez instalacije bilo kakvog softvera [2].

4. ERDAS APOLLO SERVER

Erdas Apollo server omogućava organizacijama da pronalaze, objavljuju, koriste i razmenjuju snimke i vektorske podatke bazirane na otvorenim standardima OGC-a i ISO-a.

Instalacija Erdas Apollo servera zahteva prethodno instaliran JDK 1.5 i Java Advanced Imaging 1.1.3, zatim Adobe Acrobat Reader 5.0, a od internet pretraživača Mozilla Firefox 2.0 ili Internet Explorer 6 (ili neku napredniju verziju, što važi za oba internet pretraživača).

Kada je reč o aplikativnom serveru, Erdas Apollo server se standardno razvija na Apache Tomcat-u verzija 5.5. Ukoliko se prilikom instalacije ne odabere postupak standardnog razvijanja, onda se Erdas Apollo server može ručno razviti na Apache Tomcat-u (naprednija verzija) ili Jboss-u. [3]

4.1. Portal Erdas Apollo servera

Portal strana „erdas-apollo“ obezbeđuje pristup servisima koje pruža server, a koji su spremni za konfigurisanje. Nakon uspešno instaliranog Erdas Apollo servera, ova portal strana se može koristiti za podešavanje i korišćenje servisa konfigurisanih od strane korisnika.

Prvi link na portalu vodi na stranu „OGC compliant HTTP request samples“ koja sadrži tabelu linkova. Linkovi u tabeli pozivaju predefinisane WMS, WFS, WCS zahteve za specifične demo-podatke (dobijaju se uspešnom instalacijom servera). Rezultat pozivanja ovih zahteva je trenutno kada je Erdas Apollo server instaliran i konfigurisan ispravno.

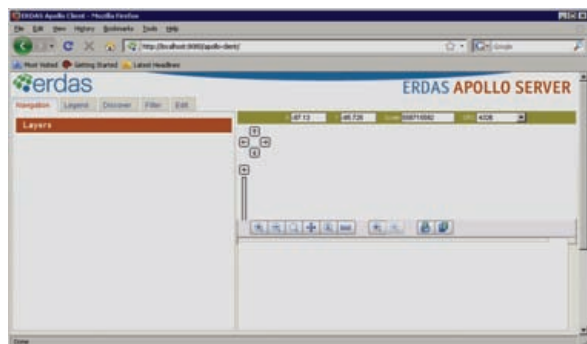
Drugi link na portalu je „ServiceTester“. Ovaj link vodi do strane koja demonstrira sintaksu građenja OGC zahteva i prikazuje rezultate prosledjenih zahteva serveru.

Preostali linkovi se koriste da ubace podatke u sistem, vizuelizuju ih i upravljaju njima. Ti linkovi su: „APOLLO Administration Console”, „APOLLO Catalog Console” i „APOLLO Web Client”.

Administratorska konzola je glavni interfejs za korisnike gde se omogućuje aktivno kreiranje i upravljanje OGC servisima (vektor, raster i coverage) geoprostornih podataka. Može se kreirati nekoliko tipova servisnih provajdera gde svaki servisira specifičnu potrebu.

Katalog je interfejs za server administratore koji omogućava pretraživanje detalja dostupnih servisa koji su objavljeni. Takođe, dozvoljava i objavljivanje servisa koji su kreirani korišćenjem administratorske konzole.

Web klijent je korisnički interfejs za pretraživanje, pronalaženje i upravljanje podacima kao i drugim servisima.



Slika 2. Web klijent

Interfejs web klijenta čine sledeći paneli (Slika 2.):

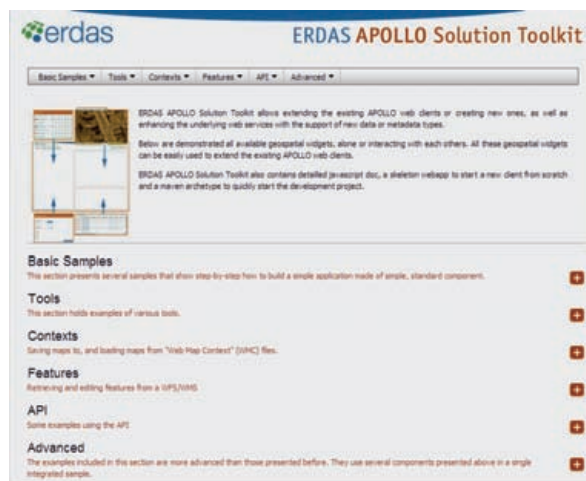
- glavni navigacioni panel koji se koristi za upravljanje i konfigurisanje slojeva,
- panel za pronalaženje koji se koristi za pronalaženje, otkrivanje i postavljanje podataka koji se trenutno mogu dodati na mapu,
- filter-panel koji se koristi da ograniči pregled određenog sloja baziranog na jednostavnim i kompleksnim uslovima,
- uređivački panel koji se koristi za kreiranje ili osvežavanje karakteristika koje servisira transakcioni WFS (WFS-T).

5. ERDAS APOLLO SOLUTION TOOLKIT

Erdas Apollo Solution Toolkit obezbeđuje usklađenost između Apollo rešenja i nekog poslovnog okruženja. Dozvoljava proširenje postojećih Apollo web klijenata ili kreiranje novih, kao i povećanje osnovnih web servisa uz podršku novih podataka ili tipova meta-podataka. Obuhvata obimnu dokumentaciju i primere za razvoj aplikacija.

Erdas Apollo Solution Toolkit uključuje: web alat, API funkcije i obimnu dokumentaciju i projekte za brzo započinjanje (Quick Start Projects) (Slika 3.).

Web alat nudi mnoštvo geoprostornih uređaja koji se odlično integrišu sa mogućnostima Erdas Apollo 2009. Poznavanjem JavaScript programiranja, moguće je izgraditi bogate internet aplikacije i eksploatisati web servise bazirane na standardima OGC kreiranjem mapa, pronalaženjem podataka, vizuelizacijom i uređivanjem prostornih objekata preko mreže ili čak od sopstvenih neobjavljenih podataka.



Slika 3. Erdas Apollo Solution Toolkit

Skup Java API funkcija omogućava povezivanje sa udaljenim Erdas Apollo ili bilo kojim web servisom, koji je u skladu sa OGC i kataloškim servisom Erdas Apollo servera. Koristeći Java API, web servisi mogu biti upotrebljeni za izgradnju komponenti koje će upotrebiti rad Apollo sistema. Kada servis jednom isporuči podatke, specifični API dozvoljavaju njihovu eksploataciju: API za rendering mape – rendering raster i vektorskih geoprostornih podataka; SLD (Style Layer Descriptor) API – iščitavanje, upisivanje i primenjivanje SLD stilova; WMC (Web Map Context) API – iščitavanje, upisivanje, kreiranje i rendering kontekst dokumenata [4].

6. RAZVOJ APLIKACIJA

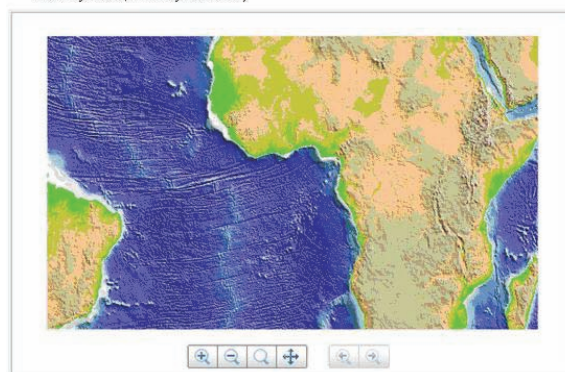
Erdas Apollo Solution Toolkit omogućuje kreiranje web strane koja zadovoljava specifične potrebe. Najjednostavniji primer bi bio prikaz mape sveta i navigacionog panela.

RADE PANTELIĆ
MASTER RAD

ERDAS APOLLO SOLUTION TOOLKIT
WEB GEOPORTAL

Ovaj geoportal realizovan je sa sledećim mogućnostima:

1. učitavanje mape sveta
2. navigacioni panel (ZoomIn, ZoomOut, InteractiveZoom, Pan, HistoryBack, HistoryForward)



Slika 4. Geoportal razvijen pomoću web alata

Da bi se ovo realizovalo, moguće je upotrebiti skeleton aplikaciju koja je deo Erdas Apollo Solution Toolkit materijala [5].

Tri najvažnija dokumenta koja se nalaze unutar skeleton aplikacije su: index.jsp (HTML struktura), custom.js (kod aplikacije) i custom.properties (konfiguracija aplikacije).

U index.jsp dokumentu, između <head> tagova nalaze se naslovi web strane, zajedno sa uključenim JavaScript i CSS direktivama. Drugi deo se nalazi između <body> tagova i tu je smešten sadržaj dokumenta. Ovi tagovi će biti ispunjeni mapom i navigacionim panelom, koji se grade u custom.jsp dokumentu.

U custom.jsp dokumentu definisana je inicijalna funkcija, a u okviru nje definisane su funkcije:

„new ERDAS.maps.Map” za kreiranje mape i

„new ERDAS.ui.navigation.NavBar” za kreiranje panela za navigaciju.

Aplikacija se izgrađuje pomoću Ant alata. Korišćenjem komande „ant build package” dobija se WAR dokument u „target” direktorijumu spreman za razvijanje na aplikativnom serveru. Nakon toga WAR dokument potrebno je kopirati u „webapps” direktorijum aplikativnog servera (npr. Apache Tomcat). Pokretanjem servera, aplikacija se razvija i može joj se pristupiti preko web pretraživača (<http://localhost:8080/mySimpleMap>). Nakon prethodno urađenog, u web pretraživaču se otvara stranica koja prikazuje mapu sveta i liniju sa alatom koji služi za navigaciju mape (Slika 4.).

7. ZAKLJUČAK

Analizom mogućnosti ustanovljeno je da Erdas Apollo sistem podržava brojne geoprostorne formate podataka i da se lako integriše u postojeće GIS okruženje i poslovne aplikacije. Da bi ovo bilo moguće, Erdas se posvetio interoperabilnosti zasnovanoj na otvorenim standardima. Takođe, Erdas-ov geoportal čini geoprostorne podatke dostupnim i omogućava njihovo potpuno iskorišćenje. Na ove podatke se oslanjaju organizacije kako bi kompletirale svoje poslovne procese i donele najbolje odluke.

U ovom radu opisani su standardi od značaja za ovaj sistem, a detaljno su opisane i komponente ovog sistema – Erdas Apollo server i Erdas Apollo Solution Toolkit, kao i postupak izgradnje web geoportala. Geoportal je realizovan sa osnovnim funkcionalnostima.

8. LITERATURA

- [1] „Erdas Apollo Concepts Guide”, priručnik, 2008.
- [2] „Erdas Apollo 2009”, priručnik, 2008.
- [3] „Erdas Apollo Server Main Guide”, priručnik, 2008.
- [4] „Erdas Apollo Solution Toolkit”, priručnik, 2008.
- [5] „Erdas Apollo Solution Toolkit Developer Guide”, priručnik, 2008.

Kratka biografija:



Rade Pantelić rođen je 14. februara 1983. godine u Šapcu. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu upisao je 2002. godine na odseku za Elektrotehniku i računarstvo. Studirao je na smeru Računarstvo i automatika, a na trećoj godini studija opredelio se za usmerenje Automatika i upravljanje sistemima.

**SISTEM ZA UPRAVLJANJE PRETVARAČIMA ENERGETSKE ELEKTRONIKE
ZASNOVAN NA dSPACE RAZVOJNOM OKRUŽENJU****dSPACE BASED SYSTEM FOR POWER ELECTRONICS**Marko Merdžan, Dejan Reljić, Dragan Milićević, Veran Vasić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj - U okviru rada predstavljen je multifunkcionalni modularni sistem koji će biti korišćen u laboratorijskim uslovima za upravljanje pretvaračima energetske elektronike. Posebna pažnja posvećena je različitim konfiguracijama pretvarača energetske elektronike koje se mogu realizovati upotrebom ovog sistema. Upravljanje sistemom je realizovano pomoću Matlab Simulink softvera i razvojnog okruženja dSPACE, čiji rad se bazira na upravljačkoj kartici DS1006. Na kraju su predstavljeni rezultati testiranja mernih LEM sonde, kao i periferijske jedinice za generisanje upravljačkih PWM signala.

Abstract - In this paper multifunctional modular system for use in laboratory for power electronics is presented. Special attention is given to different configurations of power electronic devices, which can be realized using this system. System control is realized using Matlab Simulink software and dSPACE embedded system, based on control card DS1006. Current Hall measurement probes, as well as peripheral unit for PWM signals generation are tested.

Ključne reči: dSPACE, šestofazni inverter, STATCOM, back to back pretvarač

1. UVOD

Sistem koji je predmet ovog rada realizovan je pomoću dva energetska pretvarača Danfoss FC 302, metalnog razvodnog ormara u koji je smeštena sklopna i merna oprema, kao i dSPACE hardvera sa odgovarajućim softverom i personalnim računarnom. Na raspolaganju su i dva otpornika za kočenje koji se po potrebi mogu povezati u jednosmernu međukola energetskih pretvarača. Upravljanje sistemom je moguće vršiti sa lica mesta, pomoću upravljačkih tastera na razvodnom ormanu, kao i daljinskim putem preko računara i dSPACE razvojnog okruženja [1]. Daljinsko upravljanje ima veći prioritet od upravljanja sa lica mesta. Osim upravljanja, dSPACE razvojno okruženje se koristi za obradu rezultata merenja karakterističnih veličina u sistemu. Veza između dSPACE razvojnog okruženja i ostatka sistema ostvarena je pomoću mernih i prilagodnih elektronskih kartica. Ključna činjenica koja omogućuje da sistem bude multifunkcionalan jeste to da su jednosmerna međukola energetskih pretvarača spojena. Dva energetska pretvarača spojena jednosmernim međukolima formiraju takvu

NAPOMENA:

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

strukturu koja može da se koristi kao šestofazni inverter ili dvostrani punoupravljivi pretvarač. Ovim sistemom je moguće realizovati i statički sinhroni kompenzator. U sledećem odeljku će biti posvećena pažnja svakom od ovih uređaja energetske elektronike.

Upravljanje energetskim pretvaračima ostvareno je tako što su sa istih skinute upravljačke kartice i kontrolni paneli i postavljene nove upravljačke kartice, tzv. IPC2, razvijene na univerzitetu Aalborg u Danskoj. Na upravljačku karticu IPC2 se optičkim vezama dovode upravljački PWM signali sa dSPACE razvojnog sistema. Optičke veze se realizuju pomoću optičkih predajnika HFBR 1524Z i optičkih prijemnika HFBR 2524Z. Energetski pretvarač Danfoss FC 302 sa upravljačkom karticom IPC2 je prikazan na slici 1.



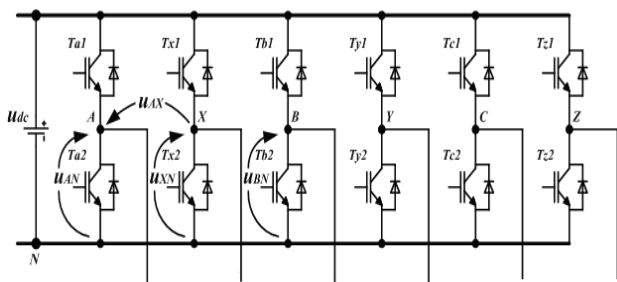
Slika 1. Energetski pretvarač Danfoss FC 302 sa upravljačkom karticom IPC2

2. FUNKCIONALNE MOGUĆNOSTI SISTEMA

U ovom odeljku će biti opisani pretvarači energetske elektronike koji se mogu realizovati pomoću multifunkcionalnog sistema koji je predmet ovog rada. Biće opisan i princip rada svakog od ovih uređaja. Potrebno je napomenuti da je kompletan sistem, prema snagama korišćenih energetskih pretvarača, namenjen za laboratorijsku upotrebu, pri kojoj se mogu videti efekti korišćenja ovog sistema.

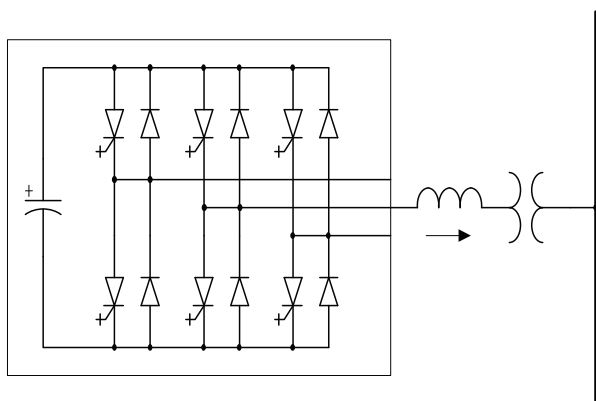
Prvi pretvarač koji će ovde biti opisan, a dobija se spajanjem jednosmernih međukola dva energetska pretvarača jeste šestofazni naponski inverter [2]. Jednosmerni napon potreban za rad invertora se dobija na zajedničkom jednosmernom međukolu. Analogno kao trofazni inverter, šestofazni inverter se sastoji od šest grana sa po dva redno

vezana IGBT-a. Ovakav inverter se može koristiti za upravljanje višefaznom električnom mašinom, do broja faza šest. Šema šestofaznog invertora je prikazana na slici 2.



Slika 2. Šema šestofaznog invertora

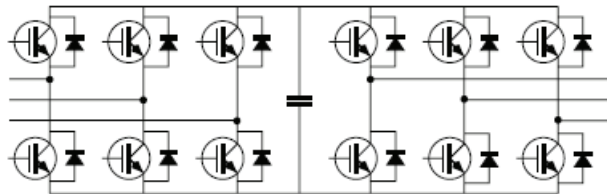
Statički sinhroni kompenzator (STATCOM) [3] je uređaj energetske elektronike koji se priključuje očno u određeni čvor električne mreže sa ciljem da se u tom čvoru popravi naponske prilike ili da se reguliše razmena reaktivne energije između istog čvora i električne mreže. Osnovni blok koji čini STATCOM je naponski inverter koji se preko sprežne opreme za suzbijanje viših harmonika povezuje na mrežu. Principijska šema STATCOM-a je prikazana na slici 3. Za realizaciju ovog pretvarača se koristi invertorski modul jednog energetskog pretvarača Danfoss FC 302, koji se napaja iz zajedničkog jednosmernog međukola.



Slika 3. Principijska šema STATCOM-a

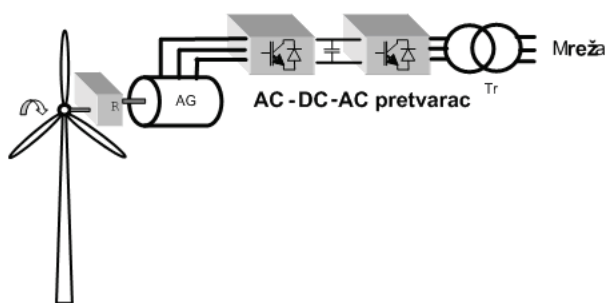
Princip rada STATCOM-a jasan je sa slike 3. V_{inv} predstavlja osnovni harmonik napona invertora, V_n linijski napon u sistemu, ali sveden na stranu invertora, a L_k ukupnu induktivnost rasipanja sprežne opreme svedenu na stranu invertora. Kada je napon na izlazu invertora viši u odnosu na napon mreže, struja (snaga) teče od STATCOM-a ka mreži. Kada je napon na izlazu invertora niži od napona mreže, struja (snaga) teče od mreže ka STATCOM-u. STATCOM se koristi za kontrolu napona u čvoru u koji je priključen (što je veoma bitno u slučajevima propada napona), ili za kontrolu injeckiranja reaktivne snage u čvor u koji je priključen, bez razmene aktivne snage sa mrežom. Iz ovoga se može zaključiti da je neophodno obezbediti da napon na izlaznim krajevima STATCOM-a bude u fazi sa naponom u čvoru u koji se STATCOM priključuje.

Dvostruki punoupravljivi (*back to back*) pretvarač [4] je uređaj energetske elektronike koji se sastoji iz dva konvertora, od kojih svaki može da radi u ispravljačkom i invertorskom režimu, ali nikada oba istovremeno u istom režimu. Ovim se obezbeđuje mogućnost dvostranog protoka energije kroz ovaj uređaj. Šema dvostrukog punoupravljivog pretvarača je prikazana na slici 4.



Slika 4. Šema dvostrukog punoupravljivog (*back to back*) pretvarača

Dvostruki punoupravljivi pretvarač koristi se na mestima gde je potrebno povezati dva električna sistema koji nemaju usklađene naponske nivoe, učestanosti ili fazne stavove. Ovo je moguće zato što se veza između dva sistema ostvaruje preko jednosmernog napona koji vlada u jednosmernom međukolu. Dva sistema koja se povezuju ovim pretvaračem mogu biti dve mreže ili, što je ovde više od interesa, vetrogenerator i električna mreža. Primena dvostrukog punoupravljivog pretvarača u povezivanju vetrogeneratora na mrežu je prikazana na slici 5.



Slika 5. Vetroelektrana sa dvostrukim pretvaračem kao interfejsom između generatora i mreže

Pretvarač prema generatoru radi u ispravljačkom režimu rada, i njegov zadatak je da izvuče maksimalno raspoloživu energiju iz vetra i prosledi je u jednosmerno međukolo. Glavni zadatak pretvarača prema mreži je da održava balans ulazne energije u jednosmerno međukolo i izlazne aktivne energije prema mreži, a to se postiže regulacijom napona jednosmernog međukola. Pored toga, pretvarač sa strane mreže treba da ostvari jediničan faktor snage, odnosno ne treba da učestvuje u razmeni reaktivne energije sa mrežom. U slučaju poremećaja u mreži, koji se ne razmatraju u ovom radu, pretvarač sa strane mreže takođe treba da obezbedi siguran i bezbedan rad celokupnog sistema.

3. OPIS KORIŠĆENOG SOFTVERA

Rad modularnog *dSPACE* razvojnog okruženja zasniva se na upravljačkoj kartici koja podrazumeva programiranje procesora na programskom jeziku višeg nivoa. U ovom radu je korišćena upravljačka kartica DS1006, koja koristi procesor *AMD Opteron* 248. Pored upravljačke kartice, koriste se i elektronske kartice DS2201, DS5101 i DS3001, koje obezbeđuju analogne i digitalne ulaze i izlaze, kao i interfejs sa inkrementalnim enkoderima. Sve ove kartice su smeštene u zajedničko kućište, a njihovi ulazi i izlazi se sa spoljnim uređajima povezuju preko odgovarajućih konektorskih panela. Upravljački algoritmi se softverski realizuju u korisnički orijentisanom grafičkom okruženju *Matlab Simulink*. Instaliranjem *dSPACE* softvera na računar *Simulink* biblioteka se proširuje novim blokovima.

Ubacivanjem novih blokova u *Simulink* model korišćen za *off-line* simulaciju vrši se reorganizacija modela i njegovo prilagođenje za rad u realnom vremenu. Veza sa spoljnim svetom se ostvaruje preko novih blokova (za rad u realnom vremenu) koji primaju signale sa prethodno navedenih elektronskih kartica i šalju signale na njih.

Nakon formiranja modela za simulaciju u realnom vremenu u *Matlab Simulink* okruženju i podešavanja odgovarajućih parametara, neophodno je pokrenuti program *Real-Time Workshop*, koji predstavlja proširenje mogućnosti *Matlab Simulink* okruženja.

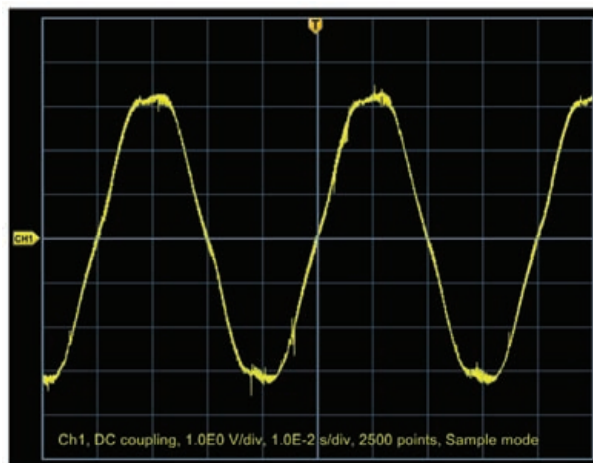
On automatski generiše i izvršava C ili C++ programski kod za razvoj i testiranje algoritama modelovanih u *Simulink*-u. Generisani programski kod se može iskoristiti u primenama u realnom vremenu.

Pokretanjem *Build* procedure u okviru programa *Real-Time Workshop* obavlja se automatsko prevođenje *Simulink* programa i njegovo postavljanje u programsku memoriju procesora *AMD Opteron* 248 na upravljačkoj kartici DS1006. Pokretanje i zaustavljanje programa, kao i grafički prikaz željenih veličina, obavlja se iz *ControlDesk* programa.

4. REZULTATI TESTIRANJA SISTEMA

U ovom odeljku će biti prikazani rezultati testiranja delova realizovanog sistema, a pre svega realizovanih kartica sa LEM sondama, kao i sistema za generisanje PWM signala.

Testiranje razvijene kartice sa LEM sondama za merenje struja je izvršeno na sledeći način: na izlaze energetskog pretvarača *Danfoss FC 302* je povezan asinhroni motor. Energetskim pretvaračem je obezbeđeno da se motor napaja naponom proizvoljne učestanosti. U ovom slučaju je izabrana učestanost od 25 Hz. Motor je pušten da radi u praznom hodu i LEM sondom je merena struja jedne faze motora. Sve vreme trajanja eksperimenta, sve tri vrednosti fазne struje motora su vizuelno praćene pomoću ampermetara ugrađenih u vrata razvodnog ormana i iznosile su po 4,5 A. Korišćene LEM sonde u sistemu imaju prenosni odnos 5 A/25 mA. Da bi se dobio naponski signal, izlazni strujni signal iz LEM sonde je propušten kroz otpornik otpornosti 100 Ω, i pad napona na ovom otporniku predstavlja signal koji je snimljen osciloskopom tipa TDS2004B, proizvođača *Tektronix*, što je prikazano na slici 6.



Slika 6. Snimljeni naponski signal na otporniku

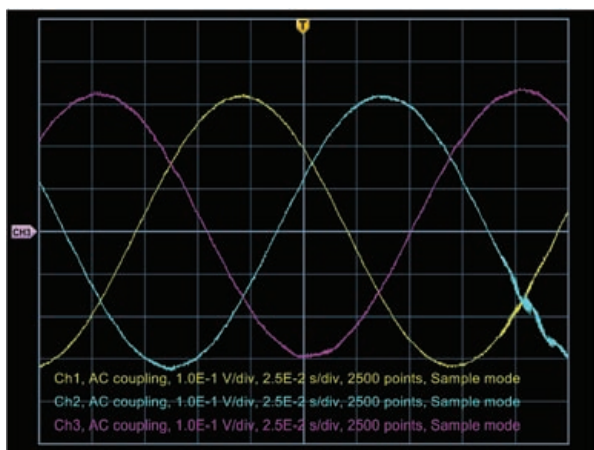
Jedan podeok na horizontalnoj (vremenskoj) osi na osciloskopu iznosi 10 ms. Sa slike se može zaključiti da perioda naponskog signala na otporniku (znači i perioda merene struje motora) iznosi 40 ms, što odgovara učestanosti napona napajanja motora od 25 Hz. Jedan podeok na vertikalnoj osi na osciloskopu iznosi 1 V. Sa slike se može očitati da amplituda naponskog signala na otporniku iznosi približno 3,2 V. Očekivana amplituda merenog naponskog signala iznosi:

$$U_{RMAX} = 4,5 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{5} \cdot 100 \cdot \sqrt{2} = 3,18 \text{ V} \quad (1)$$

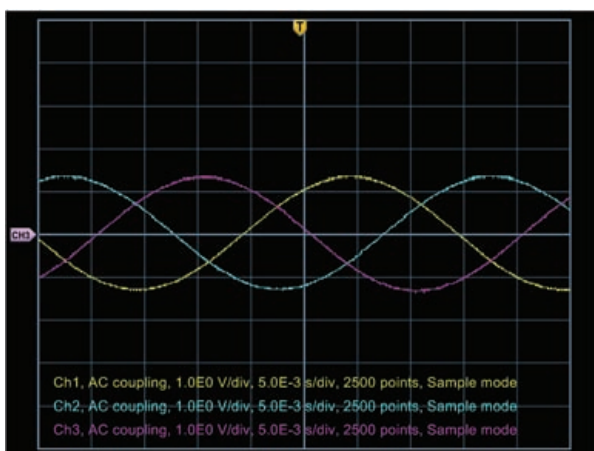
Na isti način su proverene i preostale LEM sonde u sistemu.

U drugom eksperimentu su generisani PWM signali za upravljanje gornjim IGBT-ovima u invertorskom modulu energetskog pretvarača *Danfoss FC 302*. Ovi signali se dobijaju digitalnom implementacijom sinusne PWM modulacije, koja se naziva tehnika regularnog semplovanja [5]. Ova tehnika podrazumeva se modulišući signali semploju (odabiraju) na pozitivnom (i/ili negativnom) vrhu trougaonog nosioca i nakon toga se održavaju na konstantnoj vrednosti tokom preostalog dela periode trougaonog nosioca. Prekidačka učestanost PWM signala je podešena na 20 kHz. Ovi signali su istog oblika kao naponi između izlaznih priključaka invertora i negativnog kraja jednosmernog međukola, odnosno oni su reprezentativni faznih napona na izlaznim priključcima invertora.

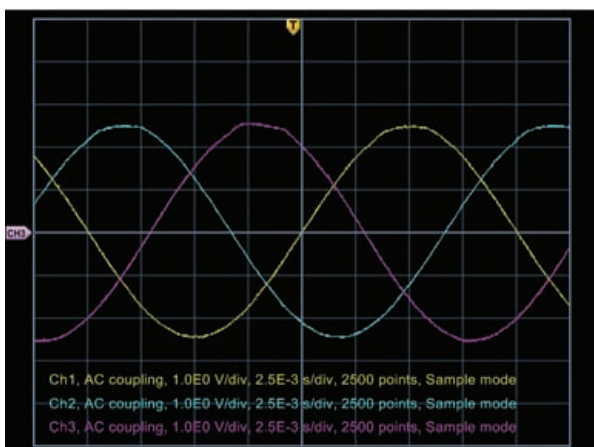
Da bi se proverilo da li naponi koji se pojavljuju na izlaznim priključcima invertora imaju zadovoljavajući oblik, pomenuti PWM signali su propušteni kroz RC filtre sledećih karakteristika: $R = 4,3 \text{ k}\Omega$, $C = 100 \text{ nF}$. Ovim se izdvaja prvi harmonik, koji treba da bude sinusoidalnog oblika. Granična učestanost RC filtra je 353,7 Hz. Ova učestanost je niža od prekidačke učestanosti invertora da bi se oslabio dominantni harmonik na prekidačkoj učestanosti. Osciloskopom tipa TDS2004B su snimljeni filtrirani signali za tri vrednosti učestanosti modulišućih signala: 5 Hz, 25 Hz i 50 Hz. Snimljeni signali prikazani su na slikama 7, 8 i 9.



Slika 7. Filtrirani PWM signali pri učestanosti modulišućeg signala 5 Hz



Slika 8. Filtrirani PWM signali pri učestanosti modulišućeg signala 25 Hz



Slika 9. Filtrirani PWM signali pri učestanosti modulišućeg signala 50 Hz

Na prethodnim slikama vidi se da su filtrirani signali (osnovni harmonici PWM signala) zadovoljavajućeg oblika, sinusoidalni su, kao i da imaju istu učestanost kao odgovarajući modulišući signali. Ovim je potvrđena ispravnost realizovanog upravljačkog algoritma i kompletnog sistema koji je predmet ovog rada.

5. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljen multifunkcionalni sistem za upravljanje elektromotornim pogonima. Opisane su različite konfiguracije pretvarača energetske elektronike koji se mogu realizovati povezivanjem opreme koja čini ovaj sistem. Pored upravljanja elektromotornim pogonima (trofaznim i višefaznim), ovaj sistem se može povezati na laboratorijsku električnu mrežu u cilju stabilizacije naponskih prilika i injeckiranja reaktivne snage, kao i u cilju povezivanja generatora na mrežu.

Takođe je dat kratak opis softvera koji se koristi za upravljanje sistemom i način njegovog korišćenja. Na kraju su predstavljeni rezultati testiranja sistema koji potvrđuju ispravan rad, kako upravljačkog softvera, tako i korišćene opreme.

Jedan ovakav sistem definitivno otvara čitav niz novih mogućnosti za razvoj i testiranje algoritama upravljanja elektromotornim pogonima i pretvaračima energetske elektronike.

6. LITERATURA

- [1] <http://www.dspace.com>
- [2] D. Milićević, „Modulacione tehnike za upravljanje šestofaznim naponskim inverterom za napajanje asinhronih motora sa asimetrično izvedenim namotajem“, Magistarski rad, FTN, Novi Sad, 2008.
- [3] M. Vekić, „Modelovanje prilagodljivih uređaja prenosa naizmjenične struje u uslovima propada napona“, Magistarski rad, FTN, Novi Sad, 2007.
- [4] E. Adžić, „Upravljanje punoupravljivim pretvaračem u pogonu vetroelektrana u slučaju propada napona“, Magistarski rad, FTN, Novi Sad, 2007.
- [5] D. Reljić, „Upravljanje elektromotornim pogonom bez davača“, Magistarski rad, FTN, Novi Sad, 2006.

Kratka biografija:



Marko Merdžan rođen je u Karlovcu 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Elektrotehnike i računarstva - Energetska elektronika i električne mašine je odbranio 2009. god.

Dejan Reljić magistrirao je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2006. god., gde radi kao asistent. Član je međunarodne asocijacije IEEE. Oblast interesovanja su energetska elektronika, električne mašine i elektromotorni pogoni.

Dragan Milićević magistrirao je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2008. god., gde radi kao asistent. Oblast interesovanja su električne mašine i elektromotorni pogoni.

Veran Vasić magistrirao je 1996. god. na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. Doktorsku disertaciju je odbranio 2001. god. takođe na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. Oblast interesovanja su elektromotorni pogoni i automatizacija industrijskih procesa. Angažovan je kao projektant ili odgovorni projektant na većem broju glavnih projekata u industriji.

**REALIZACIJA PODSISTEMA ZA GRAFIČKI PRIKAZ
PODATAKA U REALNOM VREMENU****REALIZATION OF GRAPHICAL SUBSYSTEM FOR
DATA PRESENTATION IN REAL TIME**Bojan Bošković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljena je realizacija grafičkog podsistema za prikaz TIS i GIS podataka u obliku SVG datoteka. Rješenje je realizovano u obliku dinamičke biblioteke koja sadrži osnovne funkcije za obradu i prikaz SVG datoteka sa ciljem da se koristi u okviru drugih aplikacija za kontrolu sistema i dobavljanje podataka.

Abstract – This paper presents the implementation of graphical subsystem for the TIS and GIS data presentation from SVG file form. Solution is realized in the form of a dynamic linked library that provides basic functions for parsing and displaying of SVG files in order to be used in other applications for data acquisition and system control.

Ključne reči: Scada, grafički podsistem, SVG, TIS, GIS.

1. UVOD

Sistemi za transport energenata, bez obzira da li se radi o prirodnom gasu, nafti, električnoj energiji, vodi za grijanje, uvijek su složeni i po pravilu prostorno raspodijeljeni sistemi. Energetska mreža je složen, geografski distribuiran procesni sistem. Tehnološko stanje definisano je topologijom sistema (međusobnim vezama pojedinih elemenata mreže) i trenutnim stanjem različitih elemenata. Dio ovih elemenata je pod stalnim nadzorom sistema telemetrije (SCADA) i njihovo stanje predstavlja osnovu dispečerskog upravljanja. Ostatak sistema se prati preko tzv. ručnog upravljanja, koje se sprovodi komunikacijom između dispečera i objekata sa ljudskom posadom, ili prikupljanjem podataka putem povremenih obilazaka radnih stanica. Iako nevidljivi za SCADA sistem, i ovi elementi utiču na tehnologiju transporta, i stoga je potrebno obezbijediti što ažurnije poznavanje njihovog stanja [1].

Programski paket TIS predstavlja informacioni sistem namijenjen za praćenje trenutnog tehnološkog stanja energetske mreže, i njegovim instaliranjem krajnjim korisnicima je omogućeno brzo i kvalitetno praćenje stvarnog stanja energetske mreže. Cilj programskog paketa TIS je da postane standardni alat za inženjere, tehnologe i dispečere energetske mreže, inženjere održavanja energetske mreže, inženjere u investicijama i ostale.

Za energetske sisteme je od značaja da, pored informacije koja se dobija o strukturi, stanju i elementima sistema iz različitih TIS šema koje predstavljaju izgled dijela mreže

ili cijele mreže, postoji i podrška kojom će moći da se geografski utvrdi lokacija određenih elemenata šeme radi lakšeg reagovanja u slučaju otkaza ili potrebe za remontom samog dijela mreže, kao i radi lakšeg nadgledanja same mreže.

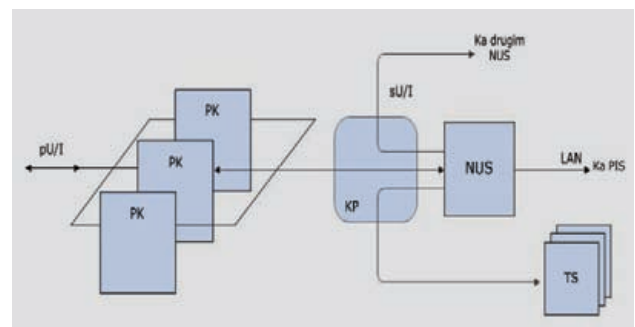
Stoga je pored postojeće podrške prikaza TIS šema od značaja i podrška prikaza geografskih podataka. Da bi realizacija ovakvog podsistema dobila svoj smisao u primjeni u stvarnim sistemima, funkcije sistema za grafički prikaz su organizovane i smještene u dinamičku biblioteku koja se na taj način može lako upotrijebiti u okviru aplikacija za dobavljanje podataka i kontrolu sistema.

2. TEORIJSKE OSNOVE

Radi boljeg razumjevanja korišćenih pojmova u radu u ovom dijelu će biti ukratko objašnjeni najčešće korišćeni pojmovi.

2.1. Sistem za nadgledanje, upravljanje i dobavljanje podataka - SCADA

Pod akviziciono – upravljačkim sistemom (AUS) podrazumjeva se skup namjenskih, prostorno distribuiranih, međusobno povezanih računarskih modula, čiji je zajednički cilj ostvarenje funkcija nadzora i/ili upravljanja fizičkim procesom u realnom vremenu.



Slika 1. Struktura tipičnog AUS sistema

Najvažniji elementi svakog AUS jesu procesni kontroler i nadzorno upravljačka stanica. Ova dva elementa su značajna jer upravo oni ostvaruju funkcije operativnog nadzora i upravljanja fizičkim procesom [2].

Radi lakšeg upravljanja i nadgledanja sistema potrebno je da ovakav sistem posjeduje grafičku podršku, koja je i tema ovog rada.

2.2. Geografski Informacioni Sistem (GIS)

Geografski informacioni sistem (GIS) je sistem za upravljanje prostornim podacima i njima pridruženim

NAPOMENA:

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

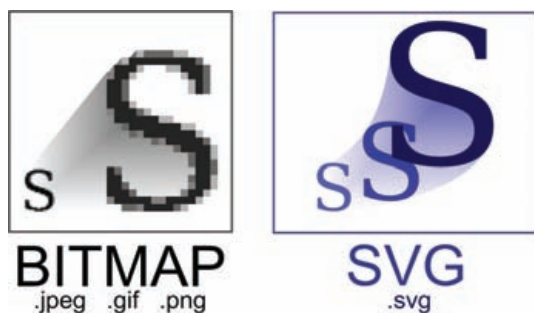
osobinama. U najstrožem smislu to je računarski sistem sposoban za integrisanje, skladištenje, uređivanje, analizu i prikaz geografskih informacija.

Moderne GIS tehnologije koriste digitalne informacije, koje se dobijaju koristeći različite metode. Najčešći metod dobijanja informacija jeste digitalizovanje, gdje se postojeća mapa u fizičkom obliku prebacuje u digitalizovani oblik korišćenjem računarski pomognutim dizajniranjem (eng. *Computer Aided Design* – CAD) i geo – referencirajućim mogućnostima. GIS podaci predstavljaju objekte iz stvarnog svijeta (puteve, zemljišta, nadmorsku visinu itd.) putem digitalnih podataka. Objekti iz stvarnog svijeta mogu biti podijeljeni u dvije opšte grupe: diskretni objekti (npr. Kuća) i kontinualna polja (npr. količina padavina, nadmorska visina). Postoje dva široko rasprostranjena metoda korišćena za čuvanje podataka u GIS-u za obje grupe: Raster i Vektor [4].

Zbog brojnih prednosti, od kojih je jedna od značajnijih ta da vektorski prikaz prilikom skaliranja nema gubitka kvaliteta prikaza, u ovom radu se pristupilo korišćenju vektorske grafike.

2.3. SVG – Skalabilna Vektorska Grafika

SVG standard je projekat svjetskog “Web” konzorcijuma W3C (eng. *The World Wide Web Consortium*) koji se temelji na korišćenju XML standarda koji je široko zastupljen. SVG datoteke su zapravo XML datoteke određenog oblika koji sadrži standardni skup elemenata i atributa koji se mogu pojaviti u takvoj XML datoteci [3]. SVG je jezik za opisivanje dvodimenzionalne grafike u XML-u. SVG podržava tri tipa grafičkih objekata a to su: vektorski grafički objekti (opisani skupom krivih i pravih linija), slike i tekst. Ovakvi objekti mogu biti grupisani, na njih može biti primjenjen određeni stil (koji je takođe sadržan u SVG datoteci), transformisani na određeni način itd. SVG crteži mogu biti dinamički i interaktivni.



Slika 2. Prednosti SVG prikaza u odnosu na bitmap prilikom skaliranja

Sa slike 2. vidimo da SVG format prikaza ima prednosti u odnosu na bitmap prilikom skaliranja slika. Za razliku od bitmapa čija slika je sastavljena od tačno određenog broja tačaka, gdje zumiranjem dolazi do pojavljivanja pikselizacije, SVG slika je sastavljena od fiksnog broja oblika pa se prilikom skaliranja SVG slike ne gubi na ošttrini prikaza.

3. ANALIZA PROBLEMA

Zbog ranije navedenih prednosti SVG grafike odlučeno je da to postane format za prikaz TIS i GIS podataka.

Znajući da je cilj grafičkog podsistema da podrži prikaz TIS i GIS podataka koji su predstavljeni putem SVG datoteka, bilo je potrebno realizovati programsku podršku koja obezbjeđuje ispravnu obradu SVG datoteka kao i njihov prikaz korisniku.

Pošto je ciljna platforma ovog podsistema računar na kome će se izvršavati, a u pitanju je prikaz vektorske 2D grafike, kao logičan izbor nametnulo se da se za sam grafički prikaz koristi OpenGL biblioteka.

Prema strukturi samih SVG datoteka (koje su u osnovi XML datoteke) pri učitavanju i obradi je korišćena XML biblioteka a podaci dobijeni obradom čuvani su u odgovarajuće strukture podataka.

Došlo se do potrebe da se realizuje par osnovnih struktura podataka koje će predstavljati sastavne dijelove SVG datoteka koje sadrže TIS ili GIS podatke. U tim strukturama se čuvaju podaci o stilovima prikaza, linijama ili vodovima, o posebnim elementima šeme, o slojevima prikaza itd.

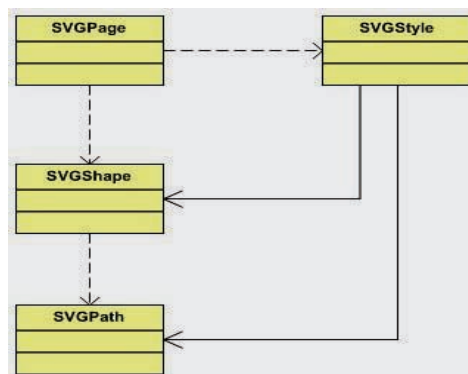
4. OPIS REALIZACIJE

Grafička podrška za prikaz SVG datoteka sa TIS šemama ili GIS podacima prvobitno je realizovana kao samostalna Windows Aplikacija. Naknadno se ukazala potreba za korišćenjem mogućnosti koje nudi ova podrška u okviru SCADA aplikacija koje se bave akvizicijom podataka i upravljanjem u realnom vremenu. Stoga su osnovne funkcije ove grafičke podrške smještene u dinamičku biblioteku radi daljeg korišćenja u spoljnim aplikacijama.

4.1. Realizacija učitavanja i obrade SVG datoteka

Osnova samog grafičkog prikaza šema jeste OpenGL biblioteka, međutim OpenGL biblioteka ne daje mogućnost direktnog čitanja SVG datoteka i prikaza grafike na ekranu. Da bi se stvorila ova mogućnost bilo je potrebno da se realizuje logika koja vrši obradu SVG datoteka i smješta podatke o samoj datoteci u odgovarajuće strukture koje se kasnije koriste kod prikazivanja grafike putem OpenGL. Informacije o elementima na šemi i njihovoj povezanosti smještene su u nekoliko osnovnih klasa čiji se atributi popunjavaju obradom SVG datoteke.

Odnos ovih klasa prikazan je na UML dijagramu na slici 3.



Slika 3. Međusobni odnos klasa koje sadrže SVG opis

Za realizaciju funkcija koje omogućavaju obradu SVG datoteke korišćena je biblioteka Expat. Ona predstavlja XML parser koji koristi mehanizam događaja. To znači

da ova biblioteka generiše niz događaja na osnovu elemenata koji se pojavljuju u XML datoteci, a zadatak programera je da ovoj biblioteci prosledi funkcije koje obrađuju odgovarajuće događaje. Događaji koji se mogu desiti su npr.: start ili završetak elementa, start ili završetak CDATA sekcije, pojava teksta itd.

Za potrebe prikaza GIS mapa je bilo potrebno dodati neke attribute u okviru ovih klasa kao i funkcije koje omogućavaju obradu određenog broja različito pisanih SVG datoteka, međutim odnos među gore navedenim klasama je ostao nepromjenjen.

Pored gore prikazanih klasa jedna od značajnijih je i klasa koja predstavlja slojeve prikaza (SVGLayer), koja nije prikazana na gornjoj slici jer su slojevi prikazani kao lista objekata ove klase u okviru klase SVGPage i predstavljaju njen integralni dio.

U nastavku su ukratko opisane osnovne klase u kojima se čuvaju podaci dobijeni učitavanjem SVG datoteke. Te klase obezbjeđuju i funkcije za obradu učitanih podataka radi prikaza na ekranu.

Klasa SVGStyle predstavlja klasu u kojoj su sadržani podaci o tome kako se određena primitiva (elementi šeme, linije, tekst) prikazuje na ekranu, tj. predstavlja stil primitive. Svaki stil se opisuje sa atributima kao što su: boja ispune, tip ispune, boja linije, tip linije, debljina linije, veličina fonta, tip fonta itd.

Klasa SVGPath predstavlja klasu u kojoj stoje podaci o putanjama. Putanja (eng. path) predstavlja osnovni element SVG crteža i može da označava liniju ili skup linija. Putem putanja se mogu opisati svi elementi i oblici na SVG crtežu. Svaka putanja u SVG datoteci se sastoji od skupa komandi za iscrtavanje i koordinata vezanih za te komande.

Klasa SVGShape sadrži osnovu za prikaz elemenata TIS šema (ventili, brojači, ulazi), kao i njima pridružene tekstualne identifikacije.

Klasa SVGPage predstavlja strukturu koja povezuje sve dijelove prikaza u jednu cijelinu.

Pored nabrojanih klasa sa slike postoje još dvije značajne klase.

Klasa SVGLayer predstavlja podršku za slojevit prikaz elemenata SVG slike. U okviru ove klase su slično kao i kod modula SVGPage svi dijelovi prikaza povezani u cijeline po slojevima. Takođe postoji podrška prikaza slojeva po prioritetima.

Klasa SVGParser predstavlja osnovu za učitavanje i obradu SVG datoteka. U okviru nje postoje funkcije za rad sa određenim tagovima SVG datoteke i u skladu s tim popunjavanje struktura koje opisuju SVG datoteku.

4.2. Realizacija grafičkog prikaza SVG podataka

U svrhu grafičkog prikaza obrađenih podataka SVG datoteke na ekran, razvijena je posebna klasa koja se bavi grafičkim prikazom, kao i skaliranjem, akcijama miša i drugim grafičkim i interaktivnim mogućnostima.

Realizacija prikaza se vrši pomoću par osnovnih funkcija koje vrše preračunavanje i pretvaranje koordinata iz SVG oblika (komanda – koordinata) u oblik koji je prihvatljiv za iscrtavanje u OpenGL. To u stvari znači preračunavanje koordinata i parametara datih u SVG u koordinate tačaka koje OpenGL može da obradi.

Prilikom iscrtavanja prvo se podešavaju parametri iscrtavanja ekrana kao i podešavanje prikaza fontova u okviru OpenGL. Zatim se inicijalizuje osnovni (prazan ekran).

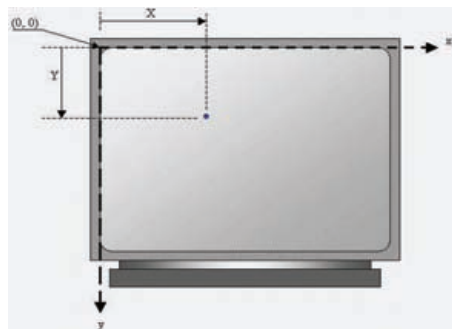
Nakon što se otvori i obradi SVG datoteka pristupa se njenom iscrtavanju. Iscrtavanje se vrši u koracima, prvo se određuje koja je odgovarajuća cijelina (koja je predstavljena kao SVGPage) zatim se prolazi kroz listu slojeva. Svaki sloj nosi podatke o elementima crteža koje posjeduje. Prvo se iscrtavaju elementi TIS šeme pozivom odgovarajuće funkcije, nakon čega se iscrtavaju i putanje. Svi elementi crteža se iscrtavaju u skladu sa zadatim im stilovima i uz poštovanje određenih atributa u okviru sistema (da li je ventil aktivan, da li postoji protok u mreži itd.).

Prilikom skaliranja crteža (kada se to zahtjeva) podešava se u stvari dubina gledanja crteža u OpenGL (treća dimenzija crteža predstavlja udaljenost gledanja crteža). Nakon skaliranja ponovo se poziva funkcija koja vrši iscrtavanje na ekran sa novim parametrima.

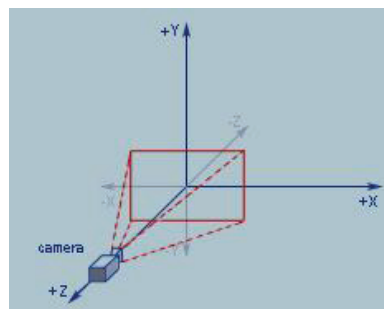
Jedna od najznačajnijih akcija jeste obrada desnog klika ili dvostrukog lijevog klika tastera miša na radnu površinu aplikacije.

Prilikom desnog klika miša na šemu, prije bilo kakve akcije, potrebno je doći do saznanja da li se na datim koordinatama nalazi validan element šeme. Ukoliko se nalazi, onda je taj element potrebno uokviriti crveno i na datim koordinatama prikazati padajući meni sa opcijama za odgovarajući element, ili u okviru posebnog dijaloga prikazati podatke o datom elementu (tip elementa, da li je element aktivan itd.).

Algoritam mapiranja Windows koordinata na OpenGL koordinate i samim tim lociranje elemenata se oslanja a OpenGL-ove funkcije konverzije, koje poziciju miša preslikavaju u 3D kartezijanski koordinatni sistem.



Slika 4. Windows označavanje pozicije na ekranu



Slika 5. OpenGL obilježavanje pozicije

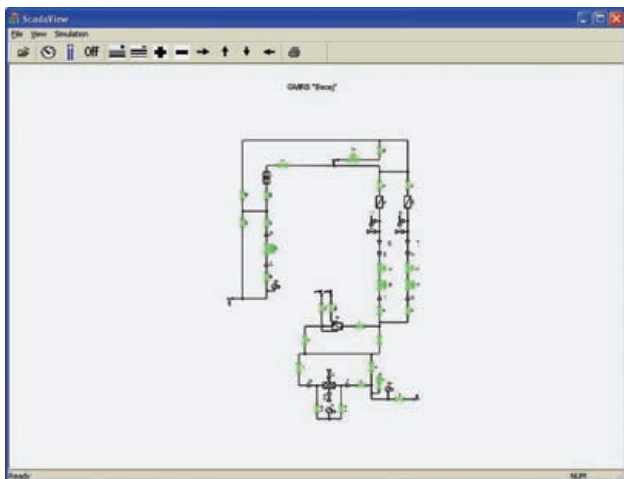
Dakle, prilikom bilo kakve akcije miša koordinate se iz Windows predstave pretvaraju u OpenGL predstavu i obratno.

Na osnovu podataka koji su dobijeni kada je element uspješno lociran može se odlučiti koji će se meni ili dijalog prikazati nakon akcije miša.

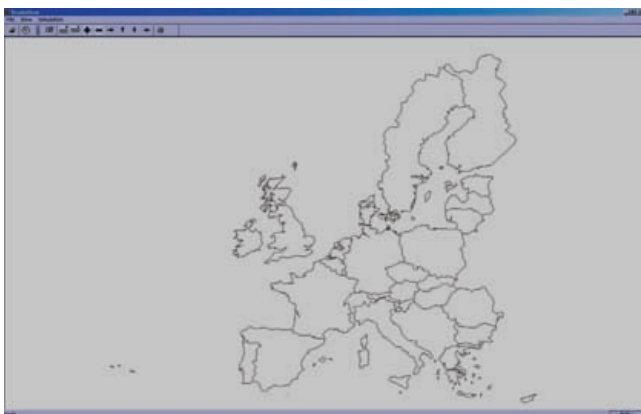
5. VERIFIKACIJA I REZULTATI

Nakon testiranja samostalne aplikacije, kao i naknadno dinamičke biblioteke za grafički prikaz SVG datoteka, došlo se do zaključka da grafički podsistem funkcioniše kao što se očekivalo, dajući odgovarajuće rezultate u vidu prikaza SVG TIS šema i GIS podataka na ekranu.

Na sledeće dvije slike su prikazani rezultati dobijeni izvršavanjem aplikacije i učitavanjem određenih SVG datoteka.



Slika 6. Otvorena TIS šema u okviru grafičke podrške



Slika 7. Učitana GIS SVG datoteka u okviru grafičke podrške

Testiranjem je takođe potvrđeno da i interakcijske funkcije kao što su skaliranje šeme ili akcije miša (koje bi u realnom sistemu trebale da predstavljaju kontrolne akcije) rade kao što je predviđeno.

6. ZAKLJUČAK

Realizacijom ovog rada dobijen je grafički podsistem koji bi mogao uspješno da se koristi u aplikacijama koje su vezane za SCADA sisteme. Grafička podrška podržava određeni broj SVG datoteka koje služe za prikaz TIS šema kao i GIS podataka.

Ovo rješenje predstavlja samo jedan primjer moguće implementacije prikaza TIS šema i GIS podataka predstavljanih SVG datotekama uz korišćenje OpenGL biblioteke. Pokretačka ideja za uvođenje ove podrške ogleda se u tome, da uz korišćenje prikaza SVG datoteka po slojevima, postoji mogućnost da se stvori kompletno okruženje kojim bi se olakšala kontrola i upravljanje mrežom ili dijelom mreže.

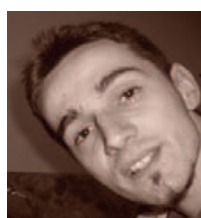
U ovakvom sistemu najniži sloj bi bio geografska mapa područja na kom se nalazi mreža ili dio mreže nad kojim se vrši kontrola i akvizicija podataka, a iznad koga bi bile TIS šeme koje predstavljaju mrežu ili dio mreže u tom području.

Cilj ovakvog podsistema jeste da pokuša da objedini razdvojene alate u jedan sveobuhvatan alat, čime bi se izbjegla i potreba za trenutno korišćenim licenciranim verzijama alata koje se koriste u ove svrhe (kao što je npr. programski paket MS Visio 2007).

7. LITERATURA

- [1] Z.Kaprocki, M.Vajagić, B.Atlagić, S.Tikvić, „Tehnološki informacioni sistem u JP Srbijagas Novi Sad - Grafičko okruženje“, INFOFEST 2007, Budva 2007
- [2] B. Atlagić: GAUS – Generalizovani Akviziciono Upravljački Sistem, Skripta iz predmeta „Projekovanje namenskih računarskih struktura“.
- [3] Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 Specification
- [4] Wikipedia free encyclopedia:
<http://www.wikipedia.org/>

Kratka biografija:



Bojan Bošković rođen je u Tuzli 1984. god. Završio je srednju elektrotehničku školu "Mihajlo Pupin" u Bijeljini. Upisao je studije na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarstvo i Automatika 2003/04. god. Od 2007/08. je izabrao usmjerenje Računarska Tehnika i Računarske komunikacije.

SISTEM ZA IZVEŠTAVANJE O RADU I GREŠKAMA DMS SOFTVERA

DMS SOFTWARE ERROR REPORT SYSTEM

Stojan Jović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Rad opisuje softverski sistem, *Error Report System (ERS)*, koji treba da omogući jednostavno generisanje izveštaja o radu i greškama distribuiranih softverskih rešenja, sa primenom na DMS softver.

Abstract – Graduate work describes a software system, *Error Report System (ERS)*, which should enable easy generation of reports about distributed software solutions work or failure, with implementation on DMS software.

Ključne reči: ERS, ERT, report generating, Python, PyQt, WSGI, HTTP

1. UVOD

Ovaj rad opisuje softverski sistem, *Error Report System (ERS)*, koji omogućuje generisanje izveštaja o radu i greškama distribuiranih softverskih rešenja.

Druga glava izlaže problem izveštavanja na daljinu, o radu i greškama distribuiranog softvera.

U trećoj glavi dat je detaljan osvrt na prvobitni softverski sistem za izveštavanje o radu i greškama, *ERT*, sa detaljima implementacije.

U četvrtoj glavi opisano je novo softversko rešenje, *Error Report System (ERS)*, pri čemu su u prvom delu izložene upotrebljene tehnologije i alati (*Python*, *PyQt*, *WSGI*, *Eclipse*, *Pydev* itd.), a u drugom su dati detalji vezani za implementaciju i funkcionisanje *ERS*-a. Opis je dat po funkcionalnim celinama (*ERS Library*, *ERS Tool*, *ERS GUI*, *ERS Service* i *ERS Configure*), sa njihovim međusobnim zavisnostima, da bi se dobila kompletna slika o načinu funkcionisanja sistema.

U petoj glavi dat je kratak osvrt na načine i probleme koji su se javljali prilikom implementacije *ERS*-a, pri čemu je akcenat na najbitnijim delovima, koji su u značajnoj meri uticali tok rešavanja zadatka.

Šesta glava odnosi se na nedostatke implementiranog sistema i pravce budućeg razvoja, u smislu novih poboljšanja.

U sedmoj glavi iznesen je kratak zaključak o tome šta je urađeno i šta se dobilo implementacijom ovog softverskog sistema.

2. PROBLEM IZVEŠTAVANJA O RADU I GREŠKAMA DISTRIBUIRANOG SOFTVERA

Distribuirana softverska rešenja su izuzetno zastupljena u današnje vreme. Ovakva rešenja nose niz prednosti i

pogodnosti u odnosu na nedistribuirana, jer obezbeđuju veću fleksibilnost, iskorišćenost i jednostavniju upotrebu konkretnog softvera.

Međutim, nije redak slučaj da se jave određeni problemi prilikom njihove implementacije, upravo zbog veće kompleksnosti u odnosu na analogna nedistribuirana rešenja. Pre svega, tu se može uzeti u obzir sama mrežna komunikacija, koja sa sobom povlači niz dodatnih ograničenja koja je potrebno prevazići da bi se obezbedilo ispravno funkcionisanje distribuiranog softvera, ali i postojanje nekih drugih ograničavajućih faktora.

Pored poteškoća tehničke prirode, jedan od najbitnijih problema koji se javlja u distribuiranim okruženjima jeste problem izveštavanja o radu i greškama. Softverska rešenja ovog tipa moraju takođe biti distribuirana i pri tome se suočavaju sa istim problemima kao i bilo koji drugi distribuirani sistem. Pri tome trebaju da obezbede dobar sistem konfiguracije, koji mora biti automatizovan i centralizovan, funkcionalan korisnički interfejs, i možda najbitnije od svega: sigurnu i brzu komunikaciju na daljinu.

Upravo *DMS ERS (Error Report System)* je taj tip softvera, koji treba da obezbedi izveštavanje o radu i greškama distribuiranih softverskih rešenja, sa primenom na *DMS (Distributed management system)* softver.

3. PRVOBITNI SISTEM O RADU I GREŠKAMA

Prvobitno rešenje u okviru *DMSSoftware*-a, *Error Report Tool (ERT)*, koje je bilo zaduženo za izveštavanje o radu i greškama, bilo je koncipirano na *command line tool*-ovima koji su obavljali samo osnovnu funkcionalnost i pri tome su radili *per-machine*, tj. na nivou jednog računara, bez mogućnosti udaljenog pristupa.

ERT je napisan u *Python* i *C++* programskim jezicima, a sastojao se iz dva nezavisna *command line tool*-a i jednog konfiguracionog fajla:

- *ERT – Python* skripta (*ert.py*) u kojoj je bila implementirana celokupna osnovna funkcionalnost. Pokretala se iz komandne linije uz odgovarajuće parametre, koristeći podešavanja iz *ert.ini* konfiguracionog fajla i po potrebi je interno pozivala *Mailer*, čiji zadatak je bio sa se prikupljeni izveštaji proslediti na jednu ili više *e-mail* adresa.

- *ERT Mailer – command line tool* napisan u *C++*-u, čiji je zadatak bio da se prikupljeni izveštaji proslediti na jednu ili više adresa, uz eventualno specificiranje *e-mail subject*-a. Pozivan je iz samog *ERT*-a (*ert.py*), kada je bilo potrebno da se kompletan izveštaj, u vidu jedne ili više arhiva (*.zip*), prosledi na određenu *e-mail* adresu. Poziv je imao sledeći oblik:

NAPOMENA:

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

mailer -attach <file1> <file2> ... -to <recipient address> -subject <subject line>

Važno je naglasiti da se *Mailer* mogao koristiti i van konteksta samog *ERT*-a, tj. bio je nezavisan deo aplikacije koji je mogao raditi sam za sebe.

- *ERT Configuration* – konfiguracioni *.ini* fajl (*ert.ini*) preko koga je definisano ponašanje samog *ERT*-a. Osnovni cilj je bio da se kroz ovaj fajl obezbedi maksimalna konfigurabilnost i ujedno jednostavnost upotrebe cele aplikacije. Kompletne konfigurabilnosti bila je obuhvaćena kroz četiri sekcije ovog *.ini* fajla, i to:

- o *general* – sadrži podrazumevane i obavezne parametre, uz neka osnovna podešavanja,

- o *folders* – sadrži putanje do foldera koji sadrže fajlove uključene u izveštaje,

- o *files* – sadrži tipove *report* fajlova koji su uključeni u izveštaje i

- o *categories* – sadrži kategorije fajlova koji formiraju određene grupe izveštaja.

ERT, kao celina, je bio zadužen da prikupi potrebne log fajlove *DMSSoftware*-a, arhivira ih i po potrebi prosledi *e-mail*-om odgovarajućem korisniku, oslanjajući se pri tome na datu konfiguraciju i prosledene *command line* parametre, na osnovu kojih se, između ostalog, razlučivalo šta se uključuje u izveštaj, tj. koji logovi ili grupe logova formiraju izveštaj. Mogao se pokretati isključivo lokalno i inicijalno nije imao *GUI* interfejs, niti automatizovan i centralizovan sistem konfiguracije, u kontekstu nekog alata koji bi olakšao posao konfigurisanja i pri tome imao mogućnost udaljenog pristupa računarima sa jednog mesta.

Najveći nedostatak prvobitnog rešenja bio je nedistribuiranost, tj. radio je na nivou jednog računara, pa samim tim nije imao mogućnost kreiranja izveštaja sa udaljenosti. Još neki od bitnih nedostataka su nepostojanje fleksibilnog i prilagodljivog sistema konfiguracije, ne baš korisnički orijentisan interfejs (*command line tool*-ovi), zatim nepostojanje komponente koja bi nadgledala sistem i automatski generisala izveštaj u slučaju otkaza *DMSSoftware*-a (tzv. *Health Monitor*), i na kraju, nestrukturiranost rešenja u kontekstu nemogućnosti jednostavnog proširivanja sistema novim funkcionalnostima (*plug*-abilnost).

4. NOVOIMPLEMENTIRANI SISTEM – *ERROR REPORT SYSTEM (ERS)*

ERS je u velikoj meri unapređen u odnosu na prvobitno rešenje – *ERT*. Dodao je niz novih funkcionalnosti, među kojima su najbitnije centralizovan i automatizovan sistem konfiguracije, mnogo funkcionalniji i lakši za korišćenje korisnički interfejs, podrška *plug*-abilnosti i uz sve to, *ERS* je distribuiran i *cross-platform* softverski sistem.

4.1. Upotrebljene tehnologije i alati

ERS se zasniva na sledećim alatima i tehnologijama:

- *Eclipse* razvojno okruženje u sprezi sa *Pydev* *plugin*-om,

- *Python* programski jezik,

- *GUI* biblioteka *Qt* za *Python* (*PyQt*),

- *WSGI* specifikacija u sprezi sa *HTTP*-om za udaljeni pristup.

Eclipse je softverska razvojna platforma primarno namenjena za razvoj aplikacija u *Java* programskom jeziku. Posmatrano kao projekat, *Eclipse* je skup tzv. paketa (alata) različitih namena i funkcionalnosti, napisanih u *Java* programskom jeziku, među kojima je ovde od posebnog značaja *Eclipse Classic*, poznatiji pod nazivom *Eclipse SDK*. *Eclipse SDK* je razvojno okruženje, primarno namenjeno za pisanje *Java* aplikacija, a kroz *plugin* arhitekturu nudi podršku i za neke druge programske jezike, među kojima je i *Python*. *Plugin* za *Eclipse* razvojno okruženje, koji dodaje podršku za programski jezik *Python*, naziva se *Pydev*. *Pydev* predstavlja potpuni *Python IDE* sa svim pogodnostima kao što su kompletiranje koda (*code completion*), *syntax highlighting*, sintaksno analiziranje (*syntax analysis*), refaktorisiranje (*refactor*), *debug*-iranje i još mnogo toga [1]. *Pydev* je, kao i *Eclipse*, besplatan i otvorenog koda, sa komercijalnom licencom, *Eclipse Public License (EPL)*, koja dozvoljava korišćenje softvera u komercijalne svrhe, a dostupan je na svim platformama koje podržava i *Eclipse: Windows, Linux i Mac OS X*.

Python (Pajton) je skriptni, interpreterski programski jezik visokog nivoa. Njegov tvorac je *Guido van Rossum*, a pojavio se 1991. godine. *Python* je besplatan programski jezik otvorenog koda, čiji razvoj se odvija pod okriljem neprofitne organizacije *Python Software Foundation* i koristi se pod uslovima koje propisuje *Python Software Foundation License*. *Python* je multi-platformski programski jezik. Što se tiče stila programiranja, tj. programske paradigme, *Python* se primarno može smatrati objektno-orijentisanim, funkcionalnim i imperativnim (proceduralnim), uz osobine strogo dinamičkog i snažno tipiziranog programskog jezika. Ovakva struktura, koja podržava više paradigmi istovremeno, ga svrstava u mali broj programskih jezika sličnih osobina, kao što su *Oz* i *LISP*, na primer. Međutim, i pored pojedinačnih zajedničkih osobina sa prethodno navedenim jezicima, *Python* je po mogućnostima, strukturi, nameni i funkcionalnosti, ali i prethodnim karakteristikama, još približniji, tj. sličniji programskim jezicima kao što su *Perl* i *Ruby* [2]. *Python* se vrlo često koristi kao skriptni jezik, što ga čini klasičnim interpreterskim jezikom (nema kompajler, prevodilac je implementiran kao interpreter), bez nekih naprednih mogućnosti koje nude pokazivači, direktan memorijski pristup, systemske funkcije itd. Neke od bitnijih specifičnosti karakterističnih za *Python* programski jezik su:

- obavezno je uvlačenje linija u cilju formatiranja koda (formiranje blokova koda) i zbog toga su beli znakovi (*whitespaces*) izuzetno značajni i moraju se koristiti dosledno,

- sve u *Python*-u (uključujući funkcije, npr.) je objekat (ima odgovarajuće atribute),

- svaka funkcija ima povratnu vrednost, čak i kad to nije eksplicitno navedeno (u tom slučaju funkcija vraća *None*),
- korišćenje ugrađenih tipova *dictionary* i *tuple* (po kojim je *Python* karakterističan), itd.

Python je zaživeo kroz nekoliko svojih implementacija, a primarna je *CPython*, napisana u *C* programskom jeziku, koja je najviše zastupljena, pa je korišćena i u okviru praktičnog dela ovog rešenja. Najveći nedostaci *Python* programskog jezika su brzina izvršavanja koda (do 5 puta sporiji od *Java*-a i *C/C++*-a), ne tako jednostavno prevođenje napisanog programa u neki drugi programski jezik, nedostatak oficijelne dokumentacije boljeg kvaliteta, itd.

PyQt biblioteka je *GUI* biblioteka namenjena pisanju *GUI* aplikaciju u *Python* programskom jeziku. *PyQt* se zasniva na *Qt* biblioteci, aplikacionom frejmworku za razvoj *GUI* aplikacija koristeći *C++* programski jezik, i predstavlja njenu nadogradnju za *Python* programski jezik. Ovu biblioteku je razvila britanska kompanija *Riverbank Computing*, a poslednja verzija je 4 (*PyQt4*), koja je upotrebljena i u okviru ovog rešenja. *PyQt* biblioteka je dostupna u okviru par licenci: *GPL (General Public License)* – verzije 2 i 3, i *PyQt Commercial License*. Komercijalna licenca se naravno plaća, ali *GPL* omogućava besplatno pisanje aplikacija pod kompatibilnom licencom. *PyQt* je *cross-platform* biblioteka, dostupna na nekoliko vodećih platformi: *Windows*, *Unix* i *Mac OS X*.

WSGI (Web Server Gateway Interface) je specifikacija koja definiše jednostavan, standardan i univerzalan interfejs između *web* servera i *web* aplikacija ili frejmworka, za *Python* programski jezik [3]. Postojanje ovakvog standardnog interfejsa olakšava korišćenje *WSGI* zasnovanih aplikacija sa određenim brojem različitih *web* servera.

Drugim rečima, *WSGI* je interfejs koji obezbeđuje univerzalnu komunikaciju između *web* servera i *web* aplikacija, ali i mnogo više od same komunikacije. S obzirom da je u pitanju *Python*-ov standard, on je detaljno opisan u *PEP 333 (Python Enhancement Proposal)*, standardizovanom dokumentu koji sadrži opšte informacije o pojedinim *Python* standardima (ovde konkretno o *WSGI*-u). *WSGI* je zasnovan na postojećem *CGI (Common Gateway Interface)* standardu, koji predstavlja standardizovan protokol za sprežanje eksternog aplikativnog softvera sa serverskom stranom, koja je najčešće *web* baziрана.

WSGI je kreiran kao interfejs niskog nivoa između *web* servera i *web* aplikacija ili frejmworka sa svrhom da obezbedi jednostavnu osnovu za dinamički razvoj *web* aplikacija [3]. Kada je reč o specifikaciji ovog standarda, *WSGI* se sastoji od dve strane – serverske i aplikativne. Serverska strana (server ili *gateway*) poziva *callable* objekat, obično funkciju ili metodu, koju obezbeđuje aplikativna strana (aplikacija ili frejmwork). *WSGI* referentna implementacija data je u okviru *Python*-ove standardne biblioteke, unutar *wsgiref* modula. *WSGI* se zasniva na *HTTP* protokolu, koji obezbeđuje komunikaciju putem *WWW*-a (*World Wide Web*).

4.2. Opis rešenja problema

Novo rešenje je zasnovano na dvoslojnoj klijent-server arhitekturi i u celini je napisano u *Python* programskom jeziku. Pri tome, *ERS* kao celina objedinjuje pet sastavnih delova, koji čine strukturu novog rešenja: (1) *ERS Library*, (2) *ERS Tool*, (3) *ERS GUI*, (4) *ERS Service* i (5) *ERS Configure*.

ERS Library predstavlja biblioteku u kojoj je implementirana celokupna funkcionalnost aplikacije. Osmišljena je sa fleksibilnim i prilagodljivim sistemom konfiguracije. Kreiranje izveštaja vrši se u vidu arhivskog fajla (.zip) prema definisanoj konfiguraciji, sa mogućnošću eventualnog slanja istog *e-mail*-om. *ERS Library* je implementirana kao proširiva biblioteka sa mogućnošću jednostavnog dodavanja novih *tool*-ova (*plugin*-ova) za generisanje određenih vrsta fajlova, što znatno unapređuje i olakšava proširivanje funkcionalnosti cele aplikacije, tj. softverskog sistema. Primarna funkcija softverskog sistema implementirana u okviru biblioteke je prikupljanje odgovarajućih logova i ostalih podataka o radu *DMSSoftware*-a. Ostale funkcionalnosti koje su inicijalno implementirane u okviru biblioteke, takođe u vidu zasebnih *plug-in*-ova, su generisanje podataka o instalaciji i update-ovima *DMSSoftware*-a, eksport *registry*-ja i ostalih podataka o konfiguraciji, kreiranje *print-screen*-ova, prikaz trenutnog stanja *DMSSoftware*-a, informacije o mrežnom delu operativnog sistema, kao i opšte informacije o operativnom sistemu i računaru.

ERS Tool je *command line tool*, koji se oslanja direktno na biblioteku (samo obični *wrapper* oko *ERS Library*-a) i koji u skladu sa zadatim konfiguracionim parametrima generiše izveštaj sa željenim sadržajem. Ima mogućnost preuzimanja izveštaja lokalno ili sa udaljenog računara (preko *ERS Service*-a, kada se ponaša kao *web* klijent). Konfiguracioni parametri se prosleđuju kroz konfiguracioni fajl i/ili sa komandne linije (samo ograničen broj opcija je dostupan na ovaj način).

ERS GUI je standardna grafička korisnička aplikacija, koja ima za cilj da olakša korišćenje kompletnog softverskog sistema. Praktično se oslanja na *ERS Tool*, tj. poziva ga prilikom generisanja izveštaja i poseduje funkcionalnost identičnih razmera kao i sam *command line tool*, uz još par dodatnih opcija (*ERS Configure* deo aplikacije).

ERS Service predstavlja serverski deo aplikacije, koji se sastoji od dva relativno nezavisna dela: deo za opsluživanje zahteva pri udaljenom pozivu generisanja izveštaja (*ERS Server*) i deo za nadgledanje stanja *DMSSoftware*-a (*Health Monitor*). *Health Monitor* je još uvek u testnoj fazi i trenutno nije uključen u aktuelnu verziju softverskog sistema, a predviđeno je da ova komponenta radi tako što će u slučaju otkaza *DMSSoftware*-a automatski izgenerisati izveštaj i proslediti ga do korisnika putem *e-mail*-a.

ERS Server osluškuje zahteve sa klijentske strane (u slučaju udaljenog pristupa) upućene preko *ERS Tool*-a ili *ERS GUI*-a, generiše adekvatan izveštaj i opciono ga prosleđuje na *e-mail* ili direktno preko mreže, tj. interneta ka klijentu, koristeći *HTTP* protokol u sprezi sa *WSGI* specifikacijom. Ovaj server je takođe predviđen i za

eventualnu promenu konfiguracije sa udaljenog računara (putem *ERS Configure* aplikacije), ali ova opcija je takođe u fazi testiranja, pa s toga nije uključena u aktuelnu verziju *ERS-a*.

ERS Configure je deo zadužen za konfigurisanje celokupne aplikacije. Sastoji se od parsera i neophodnih konfiguracionih fajlova u nekom od predviđenih formata (.py, .xml ili .ini), sa adekvatnim grafičkim korisničkim interfejsom koji se nalazi u sastavu *ERS GUI* aplikacije. Promena konfiguracionih parametara trenutno se može vršiti lokalno, a predviđena je i opcija za konfigurisanje sa udaljene lokacije (koja je još uvek u testnoj fazi), kada *ERS Configure* komunicira preko *ERS Service-a* u cilju postavke novih konfiguracionih parametara.

Celokupan proces generisanja izveštaja inicira se preko *ERS Tool-a* ili *ERS GUI-a*, lokalno na datom računaru ili udaljeno, kada se šalje *POST* ili *GET* zahtev koristeći *HTTP* protokol, i pri tome se podrazumeva da je na udaljenom računaru aktivan *ERS WSGI* server. Upravo na osnovu *POST* zahteva, generisanje izveštaja moguće je inicirati i iz proizvoljnog *web browser-a* (preglednika), kada se kroz pomenuti zahtev *WSGI* serveru prosleđuju neophodni parametri.

5. NAČINI I PROBLEM IMPLEMENTACIJE *ERS-a*

Implementacija celokupnog rešenja odvijala se kroz par faza, i pri tome je u par navrata bilo neophodno promeniti način rada i koncepciju rešenja, a neke tehnologije koje su prvobitno bile planirane nisu mogle da se iskoriste u trenutnom rešenju.

Jedan od najvećih problema koji se javio u toku implementacije bila je mrežna komunikacija i prvobitno upotrebljena *XML-RPC* tehnologija za udaljeni pristup. Ova tehnologija zasnivala se na *XML* i *HTTP* tehnologijama i bila je izuzetno jednostavna za upotrebu. Princip funkcionisanja je bio da se podaci formatiraju u vidu *XML-a* i kao takvi prenose mrežom putem *HTTP* tehnologije.

Međutim, implementacijom ovog dela rešenja i nekim detaljnim testiranjima nakon toga, ustanovljeno je da postoji problem prenosa fajlova većih od 95 MB, i nije postojao jednostavan i dovoljno dobar način da se ovaj problem prevaziđe, koristeći ovu tehnologiju. Zbog toga se pristupilo reimplementaciji ovog dela rešenja, pa je *XML-RPC* tehnologija zamenjena *WSGI* specifikacijom, koja je rešila problem prenosa većih izveštaja sa udaljenih računara na klijentsku stranu.

Pored ovog problema, javljali su se još neki, od kojih je najbitnije izdvojiti koncept prvobitne *plug-in* arhitekture, koja nije ispunjavala postavljene zahteve, pa je došlo do njene reorganizacije i reimplementacije.

Dodatne otežavajuće okolnosti prilikom implementacije rešenja manifestovale su se kao posledica *cross-platform*

rešenja, ali ovo je jedan uopšten problem koji je teško izbeći i u potpunosti ga rešiti, jer svakim novi proširivanjem funkcionalnosti sistema (dodavanjem novog *plug-in-a*, na primer), suočavamo se sa istim poteškoćama.

6. NEDOSTACI I EVENTUALNA POBOLJŠANJA POSTOJEĆEG REŠENJA

Jedan od najznačajnijih nedostataka trenutnog rešenja jeste nepostojanje kontrole udaljenog pristupa u vidu odgovarajućeg postupka autentifikacije i autorizacije, kao i nepostojanje *Health Monitor-a*, koji je predviđen za ovu verziju softverskog sistema, ali još uvek nije istestiran i integrisan, jer nisu poznati i razrađeni svi detalji njegovog funkcionisanja.

Eventualna poboljšanja su zapravo direktna posledica trenutnih nedostataka, pa je u planu, pre svega, implementacija nedovršenih delova softverskog sistema, kao što su: opcija autorizacije, *Health Monitor*, zatim podrška konfigurisanju sa udaljenog računara, unapređenje *GUI* interfejsa ali i implementacija niza nešto manje bitnih, estetskih poboljšanja.

7. ZAKLJUČAK

Ovaj rad predstavlja jedno zaokruženo rešenje u vidu distribuiranog softverskog sistema za izveštavanje o radu i greškama, sa primenom na *DMS* softver. Osnovni cilj je da u što većoj meri olakša, ubrza i pojednostavi rad sa *DMS* sistemom.

U toku implementacije rešenja, korišćen je niz tehnologija i alata koji su poslužili da se na najbolji mogući način dođe do što kvalitetnijeg proizvoda, koji se ogleda u vidu ovog softverskog sistema, nazvanog *Error Report System*. Sistem trenutno pokriva osnovni skup mogućnosti, koje su se od njega očekivale, sa dobrom podlogom za dodavanje novih.

8. LITERATURA

- [1] *Pydev – Python Development Environment*, <http://pydev.sourceforge.net/>
- [2] *Comparison of programming languages*, http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_programming_languages
- [3] *Web Server Gateway Interface*, http://en.wikipedia.org/wiki/Web_Server_Gateway_Interface

Kratka biografija:



Stojan Jović rođen je u Tesliću 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarskih nauka i informatike, odbranio je 2009. god.

SKALARNO UPRAVLJANJE ASINHRONIM MOTOROM PRI MALIM BRZINAMA OBRATANJA ROTORA**SCALAR CONTROL OF INDUCTION MOTOR DRIVE AT LOW SPEED RANGE**Vaso Božić, Dejan Reljić, Darko Marčetić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj - U okviru rada predstavljen je koncept skalarnog upravljanja u regulisanim pogonima sa asinhronim motorom. Posebna pažnja je posvećena radu pri malim brzinama obrtanja motora, pri kojima pad napona na statorskoj otpornosti postaje značajan i dolazi do redukcije elektromagnetnog momenta. Ovaj problem je rešen dodatnom regulacijom napona, čija se dodatna vrednost određuje kontrolom klizanja (rotorske učestanosti). Pri rešavanju navedenog problema korišćen je softver Matlab/Simulink, kao i programsko okruženje razvojnog sistema ACE1104 za razvoj aplikacija u realnom vremenu. Na kraju su dati rezultati ogleđa za slučaj nominalnog opterećenja pogona i frekvenciju obrtanja motora od 5 Hz.

Abstract - Regulation of induction motor drive based on scalar control concept is presented in this paper. Special attention is given to the stator resistance voltage drop problem, which is significant at low speeds and results in electromagnetic torque reduction. This problem is solved by additional voltage increase where additional value is determined by slip control. Matlab/Simulink software is used as a solution to this problem, as well as ACE1104 development system which is used for real time application development. Experimental results are given for nominal load and 5 Hz rotor speed.

Ključne reči: skalarno upravljanje, kompenzacija pada napona

1. UVOD

Tržište elektromotornih pogona sa regulisanom brzinom obrtanja je u ekspanziji, zbog sve većeg učešća automatike u industriji. Poslednjih decenija razvijaju se metode za što efikasnije i optimalnije korišćenje električnih pogona. U prošlosti nije bilo moguće u potpunosti upravljati brzinom obrtanja naizmeničnih trofaznih motora, dok se danas automatizovani pogoni i pogoni visokih performansi prvenstveno realizuju sa naizmeničnim trofaznim motorima promenljive brzine obrtanja.

Tome je najviše doprineo razvoj i primena digitalnih sistema kao što su mikrokontroleri i DSP, kao i razvoj energetskih pretvarača zasnovanih na impulsno-širinskoj modulaciji (PWM). Mašine koje se najčešće koriste u pogonima su asinhroni motori i to sa kaveznim

rotorom, pre svega zbog svoje jednostavnije i pouzdanije strukture, veće robusnosti i niže cene.

Puna kontrola brzine obrtanja mašine je jedan od osnovnih zahteva koji se postavljaju pri radu pogona. Mogućnost pune kontrole brzine obrtanja daje niz prednosti kao što su: ušteda električne energije, optimizacija procesa, "mekan" rad mašine, izbegnuto naprezanje i udari prilikom startovanja, povećanje radnog veka pogona, manji troškovi održavanja, poboljšano radno okruženje, itd.

U regulisanim pogonima sa asinhronim motorom koristi se koncept skalarnog ili vektorskog upravljanja motorom. Kod skalarnog upravljanja, regulisanje brzine obrtanja asinhronog motora se vrši promenom frekvencije napajanja, pri čemu se odnos napona i frekvencije napajanja (U/f) održava konstantnim [2]. Ovim se u području brzina obrtanja od nule do nominalne, održava približno nominalan magnetni fluks u motoru. Prevalni moment motora se takođe održava približno na konstantnoj vrednosti, što je posledica translatornog pomeranja momentne karakteristike motora [1]. Omogućena je regulacija brzine obrtanja rotora u širokom opsegu. Algoritam skalarnog upravljanja je jednostavan za primenu, tako da se upravljanje može realizovati pomoću mikrokontrolera skromnijih karakteristika. Međutim, značajni nedostaci ovog načina upravljanja su nemogućnost direktne kontrole momenta, kao i lošije dinamičke osobine pogona, pa je skalarno upravljanje neprimenljivo u električnim pogonima zahtevnije strukture. U pogonima sa asinhronim motorom visokih performansi dominantan je koncept vektorskog upravljanja. Realizacija vektorskog upravljanja zahteva složeniji algoritam upravljanja, pa je praktična primena ovakvog upravljanja bila uslovljena razvojem digitalnih kontrolera potrebne brzine i tačnosti. Ovako realizovan pogon ostvaruje raspregnuto upravljanje momentom i fluksom, pa je po svojim regulacionim karakteristikama ekvivalentan električnom pogonu sa motorom jednosmerne struje sa nezavisnom pobudom [2].

U ovom radu će biti posvećena pažnja skalarnom upravljanju i rešavanju jednog od problema koji se javljaju kod ovog načina upravljanja.

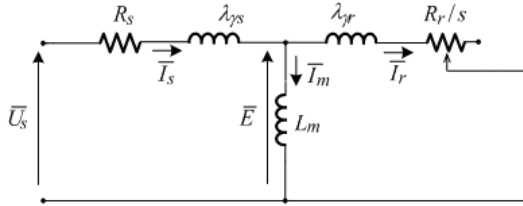
2. SKALARNO UPRAVLJANJE ASINHRONIM MOTOROM

Da bi bilo moguće skalarno upravljanje asinhronim motorom, potrebno je motoru nametnuti trofazni napon čiji se parametri (frekvencija i amplituda) mogu menjati u skladu sa U/f zakonom upravljanja [1]. Ovo je omogućeno primenom upravljivog trofaznog naponskog invertora.

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz diplomskog-master rada čiji je mentor bio dr Darko Marčetić, docent.

Analiza skalarnog upravljanja asinhronim motorom je zasnovana na ekvivalentnoj šemi asinhronne mašine za stacionarno stanje, prikazane na sl. 1.



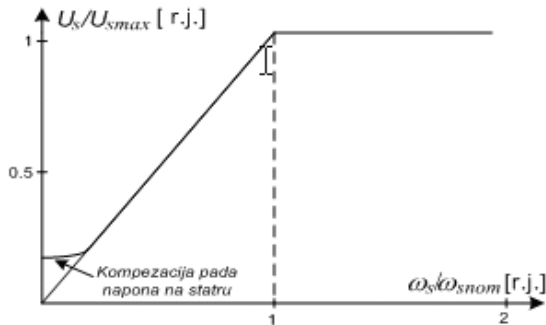
Sl. 1. Ekvivalentna šema asinhronne mašine

Brzinu obrtanja asinhronog motora je moguće regulisati promenom frekvencije napona statora [3]. Ukoliko ovu promenu frekvencije ne prati promena efektivne vrednosti napona statora, fluks u zazoru mašine se menja, što se zaključuje iz relacija (1) i (2) [3]:

$$U_s = R_s I_s + \frac{d\psi}{dt} = R_s I_s + \frac{d}{dt}(\psi \cos(\omega_s t)) \quad (1)$$

$$U_s = R_s I_s - \omega_s \psi \sin(\omega_s t) \Rightarrow \psi \approx \frac{U_s}{\omega_s} \quad (2)$$

Na sl. 2. data je idealna naponsko-frekventna karakteristika pri skalarnom upravljanju asinhronim motorom. S obzirom na napon statora, postoje različite oblasti rada: oblast malih brzina gde je neophodna kompenzacija pada napona, oblast brzina do nominalne gde se održava odnos $U/f = \text{const}$ i na kraju oblast slabljenja elektromagnetnog polja.



Sl. 2. Oblasti rada pri U/f regulaciji realnog pogona sa asinhronim motorom

Parametri ekvivalentne šeme asinhronog motora, korišćenog u radu određeni su eksperimentalno i imaju sledeće vrednosti [4]: $R_s = 43,05 \, \Omega$, $\lambda_{js} = 104,6 \, \text{mH}$, $L_m = 1244,6 \, \text{mH}$, $\lambda_{jr} = 95,5 \, \text{mH}$ i $R_r = 24,89 \, \Omega$. Pošto je korišćen motor male snage (250 W), vrednost otpora namota statora se ne sme zanemariti. Uz uvaženu statorsku otpornost, ali uz zanemarivanje struje magnećenja I_m , izraz za moment konverzije asinhronog motora je:

$$m_e = 3P \left(\frac{U_s}{\omega_s} \right)^2 \frac{\omega_{kl} R_r}{\left(R_s \frac{\omega_{kl}}{\omega_s} + R_r \right)^2 + (\omega_{kl} \lambda)^2} \quad (3)$$

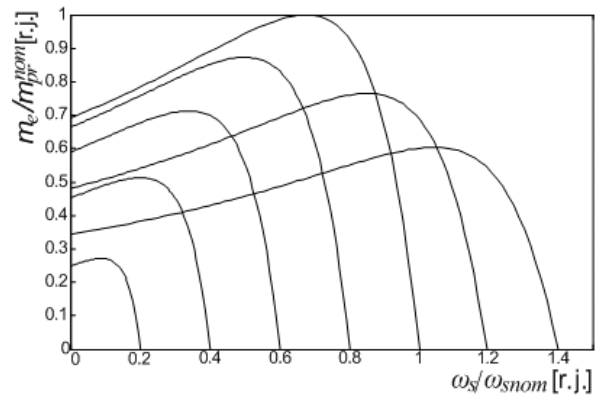
gde su: $\lambda = \lambda_s + \lambda_r$ - ukupna induktivnost rasipanja i P - broj pari polova [1]. Za odgovarajući prevalni moment važi:

$$m_p = \pm \frac{3}{2} P \left(\frac{U_s}{\omega_s} \right)^2 \frac{1}{\lambda \left[\sqrt{1 + \left(\frac{R_s}{\omega_s \lambda} \right)^2} \pm \frac{R_s}{\omega_s \lambda} \right]} \quad (4)$$

gde se znak "+" koristi za pozitivne, a "-" za negativne vrednosti momenta. Prevalno klizanje za ovaj slučaj se izračunava po formuli:

$$\omega_{klp} = \frac{R_r}{\lambda \left[\sqrt{1 + \left(\frac{R_s}{\omega_s \lambda} \right)^2} \right]} \quad (5)$$

Na sl. 3. prikazane su momentne karakteristike korišćenog asinhronog motora sa klasičnim U/f upravljanjem, pri različitim učestanostima napajanja, gde se uvažava izraz (3) za moment konverzije.



Sl. 3. Zavisnost momenta konverzije od brzine obrtanja motora pri $U_s/\omega_s = \text{const}$.

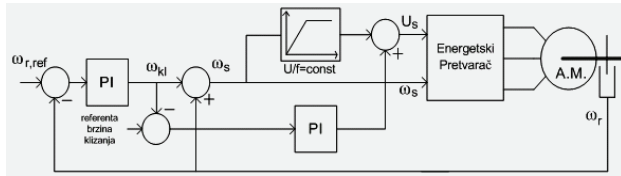
Prevalni moment se sve više smanjuje što je učestanost napajanja manja, zbog sve većeg pada napona na statorskoj otpornosti. Kao što se vidi sa slike, ova pojava je izražena kod posmatranog asinhronog motora i na učestanostima koje su malo manje od nazivne. Takođe, i pri brzinama većim od nominalne, usled slabljenja magnetnog polja, dolazi do smanjenja prevalnog momenta motora.

3. KOMPENZACIJA PADA NAPONA NA STATORSKOJ OTPORNOSTI

Pad napona na statorskoj otpornosti je potrebno kompenzovati dodatnim podizanjem napona, da bi se fluks i prevalni moment održali na približno konstantnim vrednostima. Optimalna vrednost dodatog napon treba da je u datom trenutku jednaka vrednosti odgovarajućeg proizvoda $R_s I_s$. Važno je uočiti da iznos povećanja napona zavisi od momenta opterećenja, jer u slučaju većeg momenta opterećenja veća je i struja statora, te je stoga i proizvod $R_s I_s$ veći.

Zahtevi koji se postavljaju pred moderne industrijske pogone sa asinhronim motorom su: nepromenljivost zadate brzine, linearnost i maksimalni stepen iskorišćenja. Dakle, zahtevana brzina rada asinhronog motora treba da bude nezavisna od momenta opterećenja. Problem nelinearnosti izražen je pri malim brzinama obrtanja motora kao posledica većeg pada napona na statorskoj otpornosti. Ovaj problem se može prevazići dodatnom regulacijom napona, čija se dodatna vrednost određuje kontrolom brzine klizanja ω_{kl} (rotorske učestanosti). Na sl. 4. prikazana je blok šema upravljačke strukture koja se koristi za rešavanje navedenog problema. Ista je korišćena i za realizaciju eksperimenta datog u sledećem poglavlju, posredstvom simulacija u programskom paketu *Matlab/*

Simulink. Referentna vrednost brzine klizanja ω_{kl}^* određuje se na osnovu momenta opterećenja čija se vrednost mora prethodno estimirati.



Sl. 4. Blok dijagram upravljačke strukture sa regulacijom napona napajanja kontrolom brzine klizanja

Polazeći od Njutnove jednačine kretanja [1]:

$$J \frac{d\omega}{dt} = m_e - m_m \quad (6)$$

gde je J - momenat inercije, uspostavlja se relacija između momenta opterećenja i elektromagnetnog momenta motora. Ovdje će se razmatrati stacionarno stanje, pa izraz (6) postaje:

$$m_m = m_e \quad (7)$$

Na osnovu ekvivalentne šeme asinhronog motora prikazane na sl. 1., pri uvažavanju grane magnećenja sa induktivnošću L_m , dobija se izraz za elektromagnetni moment, odnosno za moment opterećenja koji će se koristiti za određivanje referentne brzine klizanja. Počev od poznate formule za elektromagnetni moment [1]:

$$m_e = p \frac{p_o}{\omega_s} \quad p_o = 3 \frac{R_r}{s} I_r^2 \quad s = \frac{\omega_{kl}}{\omega_s} \quad (8)$$

gde su: p_o -snaga obrtnog polja, a s -relativno klizanje, dobija se sledeći izraz za elektromagnetni moment:

$$m_e = 3p \frac{R_r}{\omega_{kl}} I_r^2 \quad (9)$$

Koristeći i sledeće dve jednačine koje proizilaze iz ekvivalentne šeme asinhronog motora:

$$\bar{I}_r = \bar{I}_s \frac{j\omega_s L_m}{j\omega_s L_m + j\omega_s \lambda_r + R_r \frac{\omega_s}{\omega_{kl}}} \quad (10)$$

$$\bar{I}_s = \frac{\bar{U}_s}{\bar{Z}_e} \quad (11)$$

gde je Z_e -ekvivalentna impedansa ekvivalentne šeme motora i koja je jednaka:

$$\bar{Z}_e = R_s + j\omega_s \lambda_s + \frac{j\omega_s L_m \left(R_r \frac{\omega_s}{\omega_{kl}} + j\omega_s \lambda_r \right)}{R_r \frac{\omega_s}{\omega_{kl}} + j\omega_s (L_m + \lambda_r)} \quad (12)$$

i njihovim uvrštavanjem u relaciju (9), dobija se sledeći izraz za elektromagnetni moment motora:

$$m_e = \frac{3pR_r L_m^2 \omega_{kl} U_s^2}{(R_s L_r \omega_{kl} + R_r L_s \omega_s)^2 + (R_r R_s - (L_m \lambda_r + L_r \lambda_s) \omega_{kl} \omega_s)^2} \quad (13)$$

gde su: $L_s = L_m + \lambda_s$ i $L_r = L_m + \lambda_r$.

Dalje je potrebno izraziti elektromotornu silu E u funkciji napona napajanja U_s . Kao što se vidi iz ekvivalentne šeme, elektromotorna sila se izračunava po relaciji:

$$\bar{E} = \bar{U}_s - (R_s + j\omega_s \lambda_s) \bar{I}_s \quad (14)$$

Prelaskom iz kompleksnog u realni domen, i koristeći relacije (11) i (12) dolazi se do izraza za elektromotornu silu:

$$E = \frac{L_m \omega_s U_s \sqrt{R_r^2 + \lambda_r^2 \omega_{kl}^2}}{\sqrt{(R_s L_r \omega_{kl} + R_r L_s \omega_s)^2 + (R_r R_s - (L_m \lambda_r + L_r \lambda_s) \omega_{kl} \omega_s)^2}} \quad (15)$$

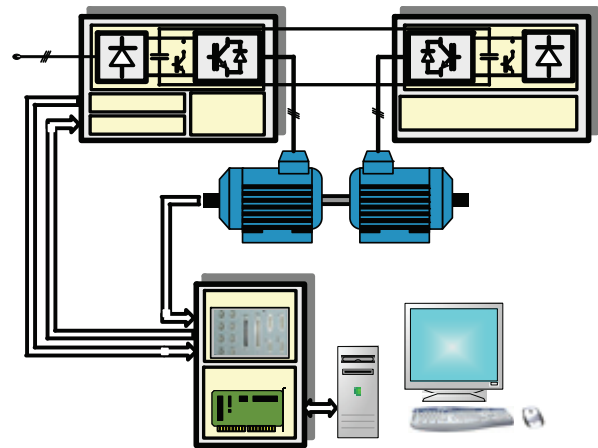
Vrednost EMS za nominalne uslove rada je 178 V [4], pa je odnos $E_{nom}/\omega_{snom} = 0,567$ i vrednost ovog odnosa se održava konstantnim za količnik E/ω_s pri svim brzinama obrtanja do nominalne. Referentna brzina klizanja se dobija rešavanjem sistema jednačina (13) i (15) po ω_{kl} , uz prethodni uslov $E/\omega_s = 0,567$.

Uvrštavanjem vrednosti parametara motora dobija se formula pomoću koje se određuju vrednosti referentne brzine klizanja za odgovarajuće momente opterećenja:

$$\omega_{kl}^* = \frac{\frac{5263,16}{m_m} - \sqrt{\left(\frac{5263,16}{m_m}\right)^2 - 271642,1}}{2} \quad (16)$$

4. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

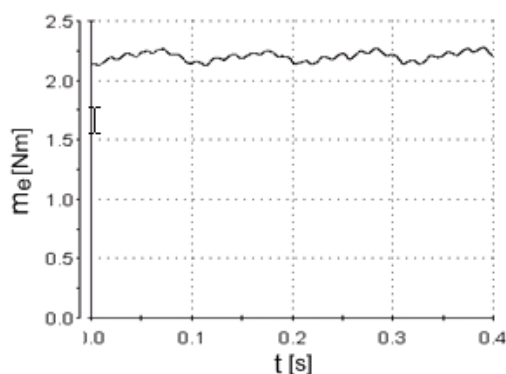
Eksperimenti su vršeni na grupi koju čine dva identična trofazna četvoropolna asinhrona motora. Jedan asinhroni motor (snage 250 W) predstavlja pogonsku mašinu, dok drugi radi u momentnom režimu i predstavlja opterećenje pogonskoj mašini. Pogonski asinhroni motor se napaja iz trofaznog naponskog invertora. Upravljački algoritmi su realizovani pomoću razvojnog sistema ACE1104, odnosno pomoću upravljačke kartice DS1104, koja podržava programiranje procesora na programskom jeziku višeg nivoa. U konkretnoj realizaciji kompletan softver je realizovan u programskom paketu *Matlab/Simulink* i programskom okruženju razvojnog sistema ACE1104 za razvoj aplikacija u realnom vremenu. Na sl. 5. prikazana je blok šema realizovanog pogona.



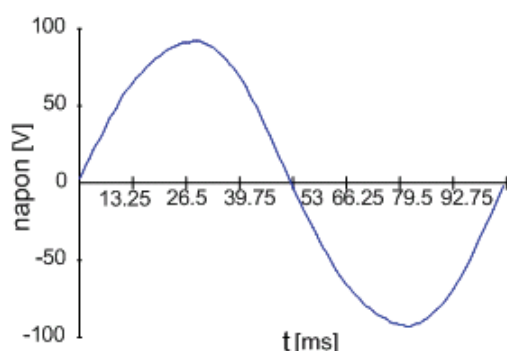
Sl. 5. Blok šema realizovanog pogona

Ogled je izveden za nominalno opterećenje pogona (1,77 Nm) i električnu brzinu obrtanja od 5 Hz. Na graficima ispod su prikazani redom: estimirani elektromagnetni moment, osnovni harmonik napona napajanja motora, struja statora faze a i komponente magnetnog fluksa u zazoru mašine.

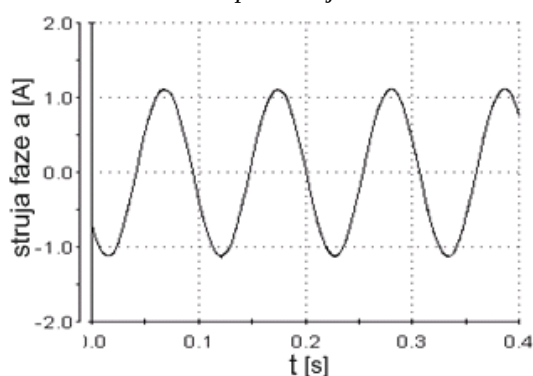
Poređenjem vrednosti estimiranog elektromagnetnog momenta motora i zadatog nominalnog momenta opterećenja, uočava se odstupanje od približno 0,43 Nm.



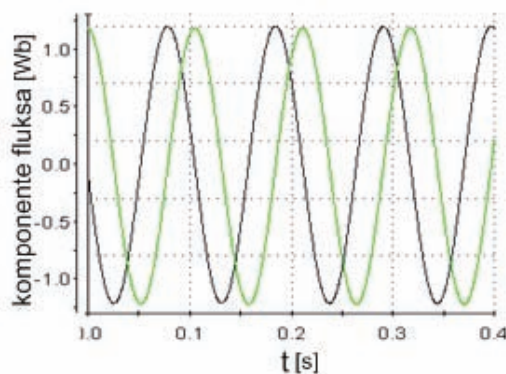
Sl. 6. Estimirani elektromagnetni moment motora za frekvenciju obrtanja od 5 Hz i nominalno opterećenje



Sl. 7. Osnovni harmonik napona napajanja motora za frekvenciju obrtanja motora od 5 Hz i nominalno opterećenje



Sl. 8. Struja faze a za frekvenciju obrtanja motora od 5 Hz i nominalno opterećenje



Sl. 9. Komponente fluksa, za frekvenciju obrtanja motora od 5 Hz i nominalno opterećenje

Na ovu razliku utiče više faktora. Jedan od uzroka je i sam način određivanja parametara ekvivalentne šeme, koji se vrši pod određenim pretpostavkama koje su sve

manje opravdane što je snaga motora manja. Parametri motora R_r i R_s koji figurišu u izrazu za moment su podložni promenama usled zagrevanja. Takođe, korišćeni matematički model asinhronne mašine samo približno predstavlja pojave u električnoj mašini. Postoji i uticaj mrtvog vremena naponskog invertora na razliku između referentnog i stvarnog napona napajanja, pogotovo pri malim učestanostima napajanja. Treba istaći i to da se moment opterećenja zadaje industrijskim pretvaračem.

Vrednosti fazne struje, kao i komponente fluksa su na približno nominalnim vrednostima. Efektivna vrednost napona napajanja za frekvenciju obrtanja motora od 5 Hz i nominalno opterećene je 65,78V, dok je učestanost napajanja 9,43 Hz. Primera radi, kod klasičnog U/f upravljanja, za gore navedenu učestanost napajanja, vrednost napona napajanja bi iznosila 41,5 V, što ne bi bilo dovoljno za pokretanje nominalnog momenta opterećenja. Time je pokazana efektnost razvijenog algoritma za kompenzaciju pada napona na statorskoj otpornosti.

5. ZAKLJUČAK

U radu je posvećena pažnja skalarnom upravljanju u regulisanom pogonu sa asinhronim motorom. Jedna od mana kod ovog načina upravljanja je smanjenje momenta konverzije pri malim brzinama obrtanja motora, usled većeg pada napona na statorskoj otpornosti. Da bi se to izbeglo, kontrolom brzine klizanja kompenzuje se pad napona na statorskoj otpornosti. Koristeći razvojni sistem ACE1104, odnosno upravljačku karticu DS1104, omogućena je implementacija algoritma upravljanja, testiranog pomoću *Simulink* modela.

Dalje usavršavanje regulisanog pogona treba usmeriti ka razvoju algoritma za minimizaciju snage gubitaka u motoru.

6. LITERATURA

- [1] V. Vučković "Električni pogoni", Akademska misao, Beograd, 2002.
- [2] B. Blanuša "Metode minimizacije gubitaka u regulisanim elektromotornim pogonima sa asinhronim motorom", Doktorski rad, ETF, Banja Luka, 2005.
- [3] D. Marčetić, "Pogoni naizmjenične struje sa skalarnim upravljanjem i PWM modulacijom", Materijal sa predavanja, FTN, Novi Sad, 2007.
- [4] M. Burmazović, "Određivanje parametara ekvivalentne šeme i vektorska kontrola asinhronne kavezne mašine", Diplomski rad, FTN, Novi Sad, 2008.

Kratka biografija:



Vaso Božić rođen je u Dubrovniku 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva - Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2009. god.

Dejan Reljić je magistrirao na Fakultetu tehničkih nauka 2006. god., gde radi kao asistent. Oblast interesovanja su energetska elektronika i elektromotorni pogoni.

Darko Marčetić je doktorirao na ETF-u u Beogradu 2006. god., a od 2007. god radi na Fakultetu tehničkih nauka u zvanju docenta. Oblast interesovanja su elektromotorni pogoni.

Архитектура симулатора електромоторног погона у реалном времену

Сандра Зељковић, Никола Теслић, Владимир Катић, Никола Челановић
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, Република Србија

Сажетак: У овом раду предложена је архитектура симулатора електромоторног погона у реалном времену заснованог на ФПГА технологији. Приказан је Матлаб/Симулинк модел предложене архитектуре на примеру копкретног електромоторног погона и његови резултати су експериментално потвђени. Модел служи за посматрање и анализу понашања сигнала унутар симулатора током времена са посебним акцентом на матричном множачу који чини језгро симулатора. **Кључне речи:** дигитални симулатор у реалном времену, електромоторни погон, ФПГА технологија, модел архитектуре симулатора, матрични множак

1. УВОД

Полазну тачку приликом готово свих фаза развојног процеса уређаја енергетске електронике-приликом планирања, дизајна, израде прототипа и на крају самог тестирања представљају симулације. Развојем енергетске електронике и њеном све широм применом, такође је све израженија потреба за симулаторима који ће радити у реалном времену са периодом одабирања реда 1us, па и мање. Оваква периода одабирања намеће се анализом временског опсега периода управљања у затвореној повратној петљи (реда величине 100us), затим периода виших хармоника као и прелазних процеса у случајевима квара (реда величине 10us). Друга важна карактеристика нове генерације симулатора је њихова могућност комуникације са реалним хардвером, пре свега са дигиталним контролерима. Студија изводљивости показала је да једино ФПГА технологија испуњава постављене захтеве, па је ова технологија изабрана за имплементацију предложене архитектуре.

2. МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ ЕЛЕКТРОМОТОРНОГ ПОГОНА ПОГОДАН ЗА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈУ У ОКВИРУ СИМУЛАТОРА У РЕАЛНОМ ВРЕМЕНУ

У овом параграфу биће укратко представљен математички модел електромоторног погона погодан

за имплементацију у оквиру симулатора у реалном времену. На основу величине и сложености добијеног модела биће функционално предложена архитектура симулатора оваквог електромоторног погона.

Модел електромоторног погона састоји се од модела мреже, монофазног исправљача, једносмерног међукола, трофазног инвертора са два нивоа, филтера на излазу инвертора, асинхронног мотора и једноставног модела паразитних капацитивности између мотора, инвертора и мреже према уземљењу. Посматрано са стране његових прикључака, исправљач се током рада може наћи у свега четири стања, иако је теоретски број могућих стања исправљача већи. Инвертор је моделован коришћењем контролисаних напонских извора.

Након појединачног моделовања елемената електромоторног погона, потребно је дефинисати број елемената, тј. димензије вектора улаза, излаза, и вектора стања коначног модела добијеног интеграцијом појединачних модела. На основу ових димензија и броја ненултих елемената у матрици система, биће одређена периода система и структура подсистема који ће обављати множење матрица. Након што се формира систем диференцијалних и алгебарских једначина (1) тј. модел у простору стања који описује електромоторни погон, потребно га је дискретизовати (3).

$$\begin{aligned}\dot{x}(t) &= A(t) \cdot x(t) + B(t) \cdot u(t) \\ y(t) &= C \cdot x(t) + D \cdot u(t)\end{aligned}\quad (1)$$

Пошто се ради о дигиталном систему у реалном времену, сасвим је оправдано коришћење дискретизованог модела и фиксне периоде интеграције. На систем једначина којим се описује погон може се применити нека од следећих Ојлерових метода дискретизације:

$$x(n) \approx \begin{cases} (I + Ts \cdot A) \cdot x(n-1) + Ts \cdot B \cdot u(n-1); & \text{Forward (2)} \\ (I - Ts \cdot A)^{-1} \cdot (x(n-1) + Ts \cdot B \cdot u(n)); & \text{Backward} \\ (I - \frac{Ts}{2} A)^{-1} \cdot \left(\frac{Ts}{2} A \cdot x(n-1) + Ts \cdot B \cdot u(n) \right); & \text{Trapezoidd} \end{cases}$$

Изабрана је метода “форвард Ојлер” јер је тиме избегнута операција инверзије матрица, која захтева додатно време и успорава рад читавог система. Након дискретизације, добија се модел такав да се читав систем своди само на производ матрице и вектора који у себи обједињује вектор стања и улаза.

НАПОМЕНА:

- a) Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Nikola Čelanović.
- b) Rad je prethodno publikovan na Simpozijumu Energetska elektronika, Novi Sad, Oktobar 2009.

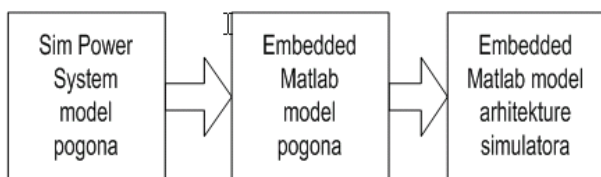
Тиме је омогућено изузетно брзо извођење рачунских операција захваљујући технологији ФПГА кола, оптимизованој специјално за ову сврху.

$$\begin{bmatrix} x(n) \\ y(n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K(n-1) & M(n-1) \\ C & D \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x(n-1) \\ u(n-1) \end{bmatrix} \quad (3)$$

Како матрица реалног система поседује само око једну деветину ненултих елемената, елиминацијом нултих елемената постижу се драматичне уштеде у ФПГА ресурсима потребним за реализацију задатог алгоритма. Приликом елиминације нултих елемената потребно је на коректан начин сачувати све вредности ненултих елемената и њихове позиције у оригиналној матрици система.

3. МАТЛАБ/СИМУЛИНК МОДЕЛ АРХИТЕКТУРЕ СИМУЛАТОРА У РЕАЛНОМ ВРЕМЕНУ

Матлаб/Симулинк моделу архитектуре симулатора претходи је развој неколико Матлаб модела електромоторног погона различите сложености. Модела погона у Матлаб-у изведен помоћу готових модела појединачних компоненти означен је као модел типа 1 и резултати симулације служили су као референца каснијим моделима. С обзиром да такав модел није погодан за имплементацију у оквиру архитектуре симулатора у реалном времену, у следећем кораку је формиран Матлаб модел типа 2, заснован на дискретизованом моделу погона у простору стања. Овај модел подлога је за спецификацију архитектуре симулатора јер даје информације о димензијама математичког модела у простору стања и сложености рачунских операција које се изводе. На основу њега, изведен је модел типа 3, Матлаб модел архитектуре симулатора, који врши исте операције као и модел типа 2, али се начин и редослед извршавања операција разликују.

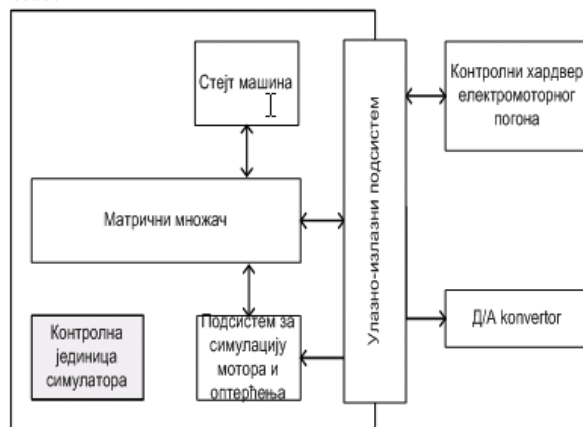


Сл. 1. Кораки у развоју модела архитектуре симулатора.

Слика 2. приказује функционалне делове архитектуре симулатора. То су: контролна јединица симулатора, матрични множач, стејт машина, улазно-излазни подсистем и подсистем за симулацију мотора и оптерећења.

Потреба за моделом архитектуре симулатора јавила се у фази спецификације архитектуре. Овакав модел дозвољава да се испитају могућности

реализације предложене архитектуре и да се ФПГА

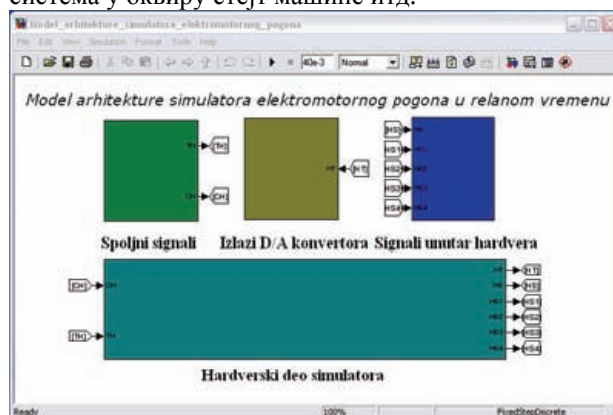


Сл. 2. Блок шема симулатора у реалном времену.

графички представи понашање релевантних сигнала током времена. На тај начин добија се јасна слика начина рада блокова који ће бити имплементирани у следећим корацима развоја система применом ФПГА технологије. Осим тога, овај модел служи за верификацију програма који од приказане матрице система димензија одређених конкретним моделом електромоторног погона формира векторе с којима оперише контролна јединица матричног множача. У случају да се у процесу развоја система прескочи овај корак, врло је тешко проверити исправност рада поменутог програма.

3.1. Опис Матлаб/Симулинк модела архитектуре симулатора

Посебан подсистем у моделу приказан на слици 3 симулира сигнале које хардверски део симулатора добија из спољног света, где спадају управљачки сигнали на гејтове прекидача, напон мреже, као и вредност момента оптерећења електричне машине. Одатле су сигнали прослеђени подсистему који представља хардверски део симулатора. Модел хардверског дела симулатора служи за формирање вектора улаза, множење матрица у сврху добијања променљивих стања и излаза, одређивање стања система у оквиру стејт машине итд.



Сл. 3. Структура модела у Матлаб/Симулинк-у

Ту су још два подсистема, за посматрање излаза из хардверског дела симулатора који су предвиђени да буду улази у Д/А конвертор, након чега су на располагању за даље посматрање и анализу, и други

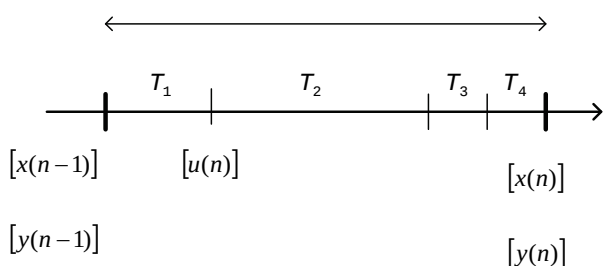
чија је функција да омогући посматрање сигнала унутар хардверског дела симулатора. То су сигнали контролне јединице које она размењује са осталим блоковима и сигнали на излазима множака-аккумулятора.

3.1.1. Контролна јединица симулатора

Контролна јединица је део одговоран за управљање редоследом догађаја унутар симулатора. Она има врло једноставан задатак, да у одређеном временском тренутку проследи сигнал оном блоку који је на реду да изврши своје операције.

3.1.2 Редослед операција током периоде система

Неколико операција одвија се секвенцијално током сваке периоде система. На почетку периоде излазно-улазни подсистем прикупља одбирке потребних спољних сигнала, и на основу њих и вектора излаза из претходне периоде формира вектор улаза. Све операције које врши овај подсистем завршавају током периода времена T_1 . Након тога са радом истовремено почињу матрични множач и стејт машина. Матричним множаку морају бити обезбеђени вектор улаза израчунат током T_1 и податак о стању система добијен у претходној периоди система. Стејт машини мора бити обезбеђен такође вектор улаза али и вектор излаза из претходне периоде. Рад матричног множака траје више времена него рад стејт машине због много захтевнијих рачунских операција које извршава. Време потребно за рад множака означено је са T_2 , а подсистем за симулацију мотора и оптерећења може да почне са радом тек након времена $T_1 + T_2$. Трајање рада овог подсистема је T_3 и након завршетка рада, ако је $T_1 + T_2 + T_3 < T_{sys}$, следи евентуална пауза током које се у систему не дешава ништа и чека се на почетак следеће периоде. Јасно је да редослед догађаја координира контролна јединица симулатора, тако што шаље сигнале сваком од подсистема који треба да почну са радом након што прими сигнал потврде од блокова који су завршили с радом.



Сл. 4. Периода одабирања система

3.1.3. Улазно-излазни подсистем

Улазно-излазни подсистем задужен је за контролу комуникације између функција унутар симулатора и спољног света, тј. контролера и Д/А конвертора. Овај подсистем је у Матлаб-у моделован тако да периодично узима информацију о управљачким сигнаlima за паљење и гашење прекидача унутар инвертора као и информацију о тренутном напону мреже. На основу њих и излазних сигнала из претходне периоде формира се унутар овог подсистема вектор улаза који ће бити искоришћен за рачунање излаза у текућој периоди.

3.1.4. Матрични множач

За рачунање променљивих стања и излаза у свакој периоди система задужен је изузетно брз, за множење и акумулацију оптимизован матрични множач. Матрични множач је најважнији део, језгро читавог система, па је и у Матлаб/Симулинк моделу архитектуре моделован детаљно, док су остали блокови моделовани само онолико детаљно колико је то потребно за исправан рад матричног множака. Задатак овог блока је множење матрица (4).

$$\begin{bmatrix} x(n) \\ y(n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K(n-1) & M(n-1) \\ C & D \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x(n-1) \\ u(n) \end{bmatrix} = \text{SYSM} \cdot \begin{bmatrix} x(n-1) \\ u(n) \end{bmatrix} \quad (4)$$

Да би се максимално убрзао рад матричног множака предузете су следеће мере:

1. елиминација нултих елемената матрице система
2. смањења кашњења одбирака управљачких сигнала
3. смањење времена потребног за рачунање излаза и стања система

Елиминацијом нултих елемената постигнуто је смањење броја множења и акумулација за отприлике две трећине у односу на случај када би се множење вршило и са нултим елементима. Смањење времена потребног за рачунање излаза је делимично постигнуто паралелним радом функционалног подсистема који представља стејт машину и матричног множака. Да би се смањило задржавање одбирака управљачких сигнала за гејтове прекидача у инвертору, које би се имало у случају да се вектори $x(n)$ и $y(n)$ рачунају на основу вектора $x(n-1)$ и $u(n-1)$, добијених у претходној периоди, показало се да се без икаквих проблема стања и излази у текућој периоди могу рачунати на основу стања из претходне периоде и улаза из текуће периоде. Оправданост овог приступа произилази из чињенице да је периода система довољно мала у односу на периоду управљачких сигнала, а поготово у односу на периоду напона мреже.

Сам множач матрица састоји се од неколико мањих функционалних подсистема. Он поседује сопствену контролну јединицу која координира рад осталих делова: множака-аккумулятора (МАК), меморије, мултиплексера и дела за конверзију

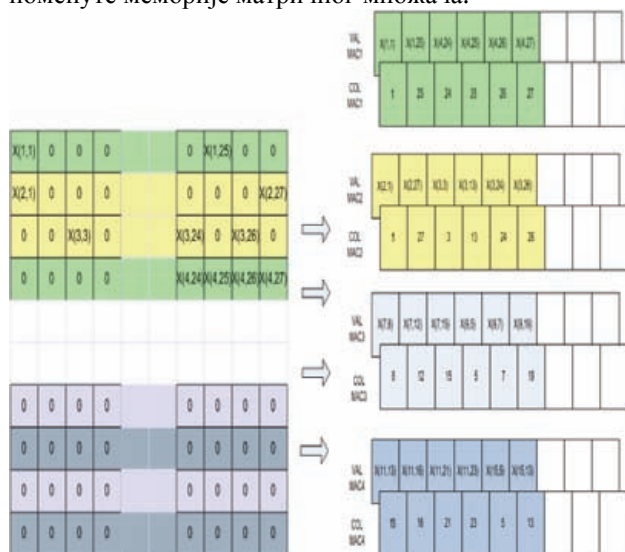
података из репрезентације са фиксним зарезом у ону са покретним зарезом. Архитектура матричног множака приказана је на слици 2. У Матлаб/Симулинк моделу архитектуре матрични множач је поједностављен, тако да мултиплексер и конвертор типа података нису моделовани.



Сл. 5. Блок шема архитектуре матричног множака

3.1.5. Организација меморије матричног множака

Матрични множач, чија је блок шема приказана на слици 3, поседује излазну, улазну и меморију контролне јединице. У улазној меморији налазе се вектори који садрже ненулте елементе матрица система за свако од могућа четири стања система. Истовремено са ишчитавањем ових елемената, из контролне меморије учитавају се елементи вектора који пружају информације о позицији ненултих елемената и елемената вектора излаза који се рачунају. С обзиром да је понашање матричног множака унапред тачно одређено током времена, а имајући у виду начине како најбоље поделити операције између четири МАК-а која се имају на располагању, добијен је алгоритам за формирање потребних вектора који ће бити смештени у поменуте меморије матричног множака.



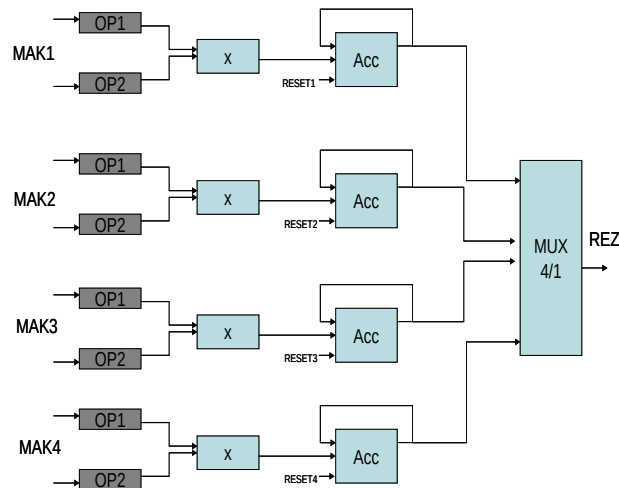
Сл.6 . Улазна меморија матричног множака

Овај алгоритам задовољава два основна захтева, при чему је први наметнут архитектуром самог матричног множака, тј. чињеницом да се не сме

десити таква ситуација да се истовремено на излазима два различита МАК-а појаве резултати које је потребно уписати у излазну меморију, јер је истовремено уписивање у меморију немогуће. Потребно је да се резултати уписују секвенцијално, један за другим, редоследом којим се појављују на излазима МАК-а, и то на тачно одређене локације предвиђене и унапред специфициране у поменутом вектору у меморији контролне јединице. Други од захтева наслатен је још из фазе дефинисања функционалности читавог система, када се јасно захтева да систем буде оптимизован по брзини.

3.1.6. Архитектура МАК-а

У [1] је спроведена анализа брзине рада неколико могућих структура множака-акумулатора. Наводи се да се због потребне велике брзине извођења рачунских операција, као оптимално решење намеће начин складиштења ретких матрица заснован на чувању само ненултих елемената и индекса врсте у којој се налазе. Од приказаних неколико структура МАК-а које је могуће остварити на бази ФПГА кола, одабрана је структура са слике 7.



Сл. 7. Структура МАК-а

3.1.7. Стејт машина

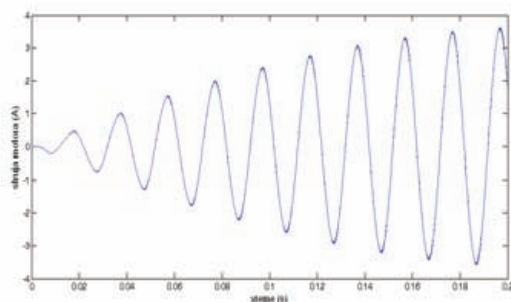
Стејт машина представља подсистем који на основу одређених величина система одређује у ком ће се од могућих стања налазити дати систем у посматраној периоди. Свако од стања одговара одређеној топологији претвараача који је моделован, а променом топологије, у зависности које од диода исправљача воде, преласком из једног стања у друго, мања се и матрица система.

3.1.8. Подсистем за симулацију мотора и оптерећења

Да би матрични множач имао тачан податак о елементима матрице који су зависни од брзине, подсистем за симулацију мотора и оптерећења треба да обезбеди податак о брзини. Брзина се добија на основу модела механичког подсистема мотора и податка о облику момента оптерећења који се обезбеђује овом подсистему споља, преко улазно-излазног подсистема.

3.2. Функција модела архитектуре симулатора у Матлаб/Симулинк-у

Слика 8 приказује један од излаза из Д/А конвертора, тј. Једну од величина у систему које је могуће посматрати.



Сл. 8. Сигнал струје мотора

Приказани модел помогао је приликом испитивања могућности реализације предложене архитектуре и омогућио графичко представљање одзива моделованог система и сигнала унутар самог хардвера симулатора. Иако даје слику о начину рада блокова који ће бити имплементирани у следећим корацима развоја система, модел није оптерећен свим детаљима рада реалног симулатора. Модел је онолико детаљан колико је то потребно за исправну верификацију програма који од оригиналне матрице система за свако могуће стање формира векторе с којима оперише матрични множач. Модел се показао као добро решење за проверу исправности поступка припреме података за упис у меморију матричног множача у даљим фазама развоја система.

4. ЗАКЉУЧАК

У овом раду приказан је модел архитектуре симулатора електромоторног погона у Матлаб/Симулинк-у. Након што је утврђена потреба за симулатором уређаја енергетске електронике, који ће радити неупоредиво брже у односу на већину других тренутно постојећих, описана је архитектура симулатора који би задовољио наметнуте потребе по питању брзине рада. Функционални модел такве архитектуре развијен је и тестиран на конкретном примеру електромоторног погона. Он омогућава прецизно дефинисање функционалних делова система, начина на који ти делови међусобно комуницирају, посматрање сигнала, али пре свега омогућава тестирање програма који описују електромоторни погон у облику који је погодан за

имплементацију стварног симулатора базираног на примени ФПГА технологије.

5. РЕФЕРЕНЦЕ

- [1] D. Majstorović, Z. Pele, A. Kovačević, N. Čelanović "Computer based emulation of power electronics hardware,"
- [2] P. Pejović, D. Maksimović "A method for fast time-domain simulation of networks with switches," IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 9, no. 4, July 1994, pp. 449-456
- [3] J. Sun, G. Peterson, O. Storaasli, "Mapping Sparse Matrix-Vector Multiplication on FPGAs," from the 2007 Proceeding on reconfigurable Systems Summer Institute (<http://rssi.ncsa.uiuc.edu/proceedings/>)

ARCHITECTURE OF A MOTOR DRIVE REAL TIME DIGITAL SIMULATOR

Abstract: In this paper, the architecture of a motor drive real time simulator based on FPGA technology is suggested. Matlab/Simulink model of a suggested architecture is shown for one specific motor drive. The main purpose of the model is to enable observation and analysis of signals inside the simulator in time with special accent on matrix multiplier, which is a core of the simulator.

Key words: Real time digital simulator, motor drive, the FPGA technology, model of the architecture of the simulator, matrix multiplier

PRIKAZ SADRŽAJA DOKUMENATA KROZ WEB BROWSER

DISPLAYING DOCUMENT CONTENT THROUGH WEB BROWSER

Đorđe Milić, Branko Milosavljević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Rad se bavi opisom strukture, implementacije i funkcionisanja aplikacije za prikaz sadržaja dokumenata različitih formata kroz web browser (Internet Explorer).

Abstract – This paper describes structure, implementation and functionality of application for displaying content of documents of various formats through web browser (Internet Explorer).

Ključne reči: Browser, Formati dokumenata, HTML, Parseri

1. UVOD

Velika raznovrsnost tipova dokumenata, sa kojima se korisnici kompjutera susreću u svakodnevnom radu, diktira potrebu za značajnim brojem programa, potrebnih za njihovo čitanje i pregledanje.

U najvećem broju slučajeva, neophodne aplikacije su na raspolaganju korisniku, međutim, postoje situacije, kada je potrebno obezbediti univerzalno rešenje ovog problema, koje će, sa jedne strane, zadovoljiti sve potrebe korisnika, a sa druge, smanjiti troškove i opterećenje samog sistema.

Pomenuti scenario se pre svega odnosi na velike računarske sisteme, u kojima bi preveliki broj aplikacija različitog tipa, značajno uvećao troškove instalacije i održavanja, uz dodatno zauzeće resursa svakog računara. Idealno rešenje bi predstavljao sistem, koji bi se izvršavao i održavao na jednoj mašini (serveru), dok bi svi korisnici, kojima su usluge ovakvog programa potrebne, koristili aplikaciju kroz samo jedan klijent (web browser). Na ovaj način, eliminiše se potreba za dodatnim programima na svakom računaru, pri čemu se i smanjuje njihovo opterećenje, odnosno zadržavaju zadovoljavajuće performanse.

U različitim okruženjima i scenarijima upotrebe dokumenata, mogu se javiti potrebe za podrškom određenom tipu ili grupi tipova fajlova, što rezultuje dodatnom osobinom, koju pomenuta aplikacija treba da poseduje. Sposobnost konfigurisanja sistema, u cilju podrške specifičnim tipovima dokumenata, uvodi mogućnost kontrole rada korisnika i preciznijeg upravljanja.

Osnovni uslov, koji aplikacija za pregled dokumenata kroz web browser treba da zadovolji, je prikaz kompletnog sadržaja fajla, uz održavanje, što približnijeg prikaza originalnom dokumentu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Branko Milosavljević.

2. O APLIKACIJI

Veb čitač - *FileViewer* je aplikacija, čiji je cilj realizacija ideje o kojoj je bilo reči u prethodnom poglavlju.

Sistem podržava veliki broj ulaznih formata, od kojih je većina u širokoj primeni, nezavisno od oblasti kojom se korisnik aplikacije bavi.

Osnovni zadatak *FileViewer*-a jeste konverzija ulaznih dokumenata u HTML[1][2], koji će biti prikazan korisniku kroz browser.

S obzirom da je HTML format ograničen po mogućnostima u određenim oblastima (pozicioniranje elemenata, fontovi, podela na stranice...), tako i sama konverzija nekih dokumenata neće dati prezentaciju fajla "1 na 1". To se pre svega odnosi na složenije formate fajlova (Word, Excel, PowerPoint, PDF). U slučaju ovakvih dokumenata, glavni cilj *FileViewer* programa je prikazivanje kompletnog sadržaja, u formi, maksimalno približnoj originalnom fajlu.

2.1. Vizuelizacija u HTML

U cilju ispunjavanja osnovnog zadatka, odnosno prikaza dokumenta kroz web browser, *FileViewer* aplikacija kreira HTML prezentaciju fajla, na osnovu njegovog sadržaja i atributa.

Proces kreiranja HTML-a se obavlja u nekoliko faza, i zavisi od tipa i sadržaja dokumenta. Ove faze se mogu grupisati u dve osnovne kategorije:

1. kreiranje XML deskriptora fajla
2. kreiranje HTML sadržaja XSL[4] transformacijom nad XML deskriptorom

XML deskriptor dokumenta sadrži sve informacije potrebne za prikaz korisniku. Dobija se procesom parsiranja fajla, odnosno fajlova, ukoliko se radi o kontejnerima. U slučaju dokumenata sa tekstualnim sadržajem (Word, Excel, PowerPoint, PlainText...), u odgovarajućem node-u XML-a će biti smeštena HTML prezentacija pomenutog sadržaja. Ako se radi o dokumentima baziranim na slikama, u XML-u će biti smeštene putanje do tih slika. Za kontejner fajlove, XML deskriptor će posedovati listu internih dokumenata, koja se koristi za slanje zahteva za njihovu konverziju i prikaz. Kreiranje HTML koda se zasniva na upotrebi funkcionalnosti koje nudi Java programski jezik i biblioteke namenjene konkretnom tipu dokumenta.

Formiranje konačnog HTML sadržaja, koji će biti prezentovan korisniku se bazira na izvršavanju XSL transformacije nad XML deskriptorom dokumenta. I ovo je funkcionalnost Java programskog jezika, koja, pored pomenutog XML-a, zahteva i postojanje odgovarajućeg XSL stylesheet dokumenta, kojim se definiše izgled rezultujućeg HTML-a. Kako se različiti tipovi dokume-

nata karakterišu i različitim sadržajem i osobinama, *FileViewer* aplikacija raspolaze kolekcijom XSL fajlova, namenjenih odgovarajućoj grupi tipova. Upotrebom XSL-a se definišu sve potrebne informacije za prikaz dokumenta kroz veb browser, koje se ne nalaze u XML deskriptoru (css, java script). Na ovaj način se obezbeđuje mogućnost jednostavne promene izgleda HTML prezentacije, bez intervencija u samom Java kodu, kao i mogućnost održavanja više stilova prikaza, pri čemu se izbor željenog stila vrši izborom odgovarajućeg XSL-a.

Prethodno pomenuta procedura formiranja HTML prezentacije dokumenta se odnosi na pojedinačne fajlove. U slučaju konverzije kontejnera, proces se razlikuje u tome što se navedeni koraci izvode iterativno, za svaki od fajlova u kontejneru. Kako broj internih fajlova može biti veliki, u cilju održavanja zadovoljavajućih performansi sistema, broj prikazanih dokumenata u kontejneru je ograničen na osnovu konfiguracije aplikacije. Ipak, za svaki od fajlova, procedura formiranja HTML prikaza je identična.

3. SPECIFIKACIJA SISTEMA

FileViewer aplikacija predstavlja klijent-server program, namenjen konverziji dokumenata različitih formata u HTML i njihovom predstavljanju kroz web browser.

Sistem se odlikuje n-tier arhitekturom, prilagođenom zahtevima koji su postavljeni pred sistem. Svaki od slojeva aplikacije obavlja, logički zaokružen, skup operacija, koje generišu različite tipove izlaznih informacija. S obzirom da su mogućnosti izmene i nadogradnje aplikacije, bile među glavnim ciljevima postavljenim pre početka razvoja programa, modularnom organizacijom aplikacije je obezbeđena mogućnost ispunjenja pomenutih zahteva.

Aplikacija podržava rad sa dokumentima koji su smešteni na lokalnom fajl-sistemu, kao i dokumentima kojima se pristupa preko mreže (UNC). Takođe, stabilnost, brzina i pouzdanost, kojima se sistem odlikuje, omogućavaju obradu velikog broja zahteva, koji istovremeno mogu stizati sa klijenata.

Nezavisnost funkcionisanja aplikacije od izvora zahteva za obradu dokumenata, omogućava korišćenje sistema u oba predviđena scenarija upotrebe (unutar proizvoljnog programa i kao stand-alone aplikacije).

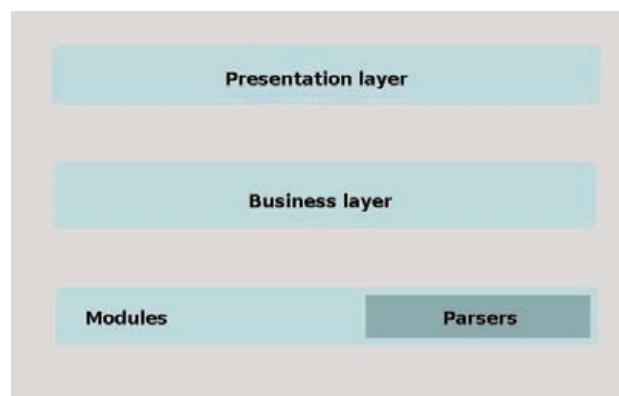
4. IMPLEMENTACIJA SISTEMA

U toku razvoja, korišćen je Internet Explorer 6 kao ciljni klijent (browser), Microsoft Windows XP, kao ciljni operativni sistem i Apache Tomcat 6.0.18 kao ciljni server. Razvijeni sistem ima mogućnost nezavisnog (stand-alone) funkcionisanja, kao i mogućnost povezivanja sa proizvoljnom aplikacijom u kojoj postoji potreba za funkcionalnošću koju *FileViewer* pruža.

U toku razvoja aplikacije, korišćene su OpenSource Java biblioteke, namenjene realizaciji određenih zadataka u sklopu zahtevane funkcionalnosti

Aplikacija je modularno organizovana, u cilju zadržavanja mogućnosti daljih izmena i nadogradnji. Takođe je obezbeđena mogućnost izmene formata izlaznih podataka programa, kako bi se umesto browser-a, za prezentaciju mogla koristiti druga aplikacija.

4.1. Organizacija aplikacije



Slika 1. Osnovne komponente sistema

Na slici 1. je prikazana osnovna struktura *FileViewer* aplikacije, uz akcenat na parsere u okviru komponente modula. Protok informacija između komponenti se odvija u oba smera, u zavisnosti od toga da li se radi o request-u ili response-u.

Kako je slaba međusobna zavisnost komponenti (low coupling) neophodna za održavanje mogućnosti proširenja ili izmena aplikacije, konkretne klase, iz različitih delova sistema, se inicijalizuju ClassLoader mehanizmom.

Na ovaj način omogućena je konfigurabilna komunikacija između layer-a i jednostavna promena toka podataka kroz aplikaciju. Takođe, mapiranje tipova fajlova na odgovarajuće konvertore (parsere), realizovano je na sličan način, o čemu će biti reči u nastavku.

Presentation layer, u fazi prihvatanja zahteva, ima zadatak da interpretira parametre request-a, inicijalizuje odgovarajuću klasu iz business sloja i pokrene proces konverzije. S obzirom na postojanje zahteva različitog tipa, prezentacioni sloj programa poseduje više objekata namenjenih njihovoj obradi.

Ipak, prethodno pomenuti proces se odvija na isti način u svim klasama koje prihvataju zahtev sa klijenta. Kada ja proces obrade fajla završen, objekti prezentacionog sloja imaju zadatak da preuzmu fajl deskriptor u XML formatu, aktiviraju XSL transformaciju u cilju dobijanja HTML sadržaja, i prezentuju rezultat obrade klijentu.

Glavna namena business sloja aplikacije jeste interpretacija zahteva, preuzetih iz prezentacionog bloka, inicijalizacija odgovarajućih komponenti modula, neophodnih za obradu pomenutog zahteva, i startovanje procesa konverzije. Nakon završetka parsiranja ulaznog fajla, formira se XML prezentacija dokumenta (deskriptor), na osnovu podataka dobijenih parsiranjem.

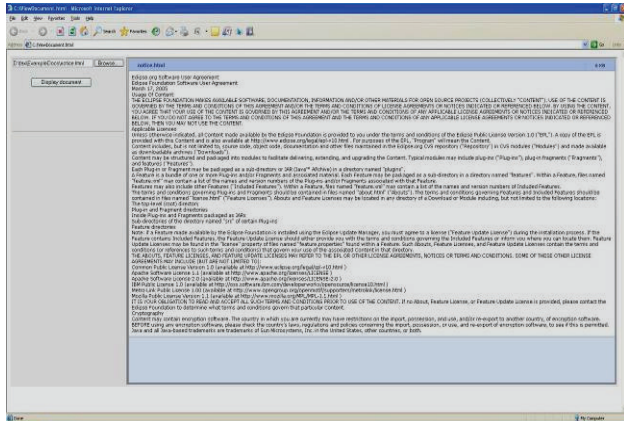
Moduli aplikacije, pored pomenutih parsera, sadrže i utility komponente, neophodne za izvršavanje dodatnih zadataka u toku procesa konverzije fajla.

Ovakva organizacija programa, ima i dodatnu prednost. Moguće je ostvariti različite procese obrade fajlova istog tipa u zavisnosti od karakterističnih potreba (grupa korisnika, zaštićenih dokumenata...). Dovoljno je imati različite konvertore za iste tipove fajlova, koji bi se inicijalizovali i koristili u skladu sa potrebom.

5. PRIMERI KORIŠĆENJA

Obzirom da *FileViewer* aplikacija podržava veliki broj tipova fajlova, demonstracija funkcionisanja programa će biti izvršena na dokumentima koji pripadaju svakoj od karakterističnih grupa podržanih formata.

5.1. PlainText dokumenti

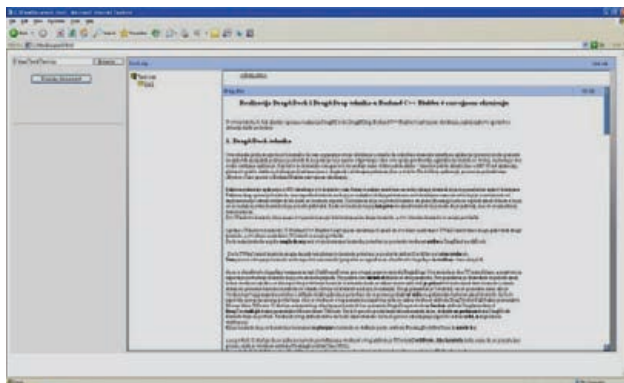


Slika 2. *Prikaz sadržaja tekstualnog dokumenta*

Korisniku je predstavljan sadržaj izabranog fajla, uz zadržavanje elementarnog formatiranja, u cilju brzog odziva aplikacije.

Isti način formiranja prezentacije dokumenta je u upotrebi, za sve PlainText tipove fajlova.

5.2. Arhive



Slika 3. Prikaz sadržaja ZIP fajla

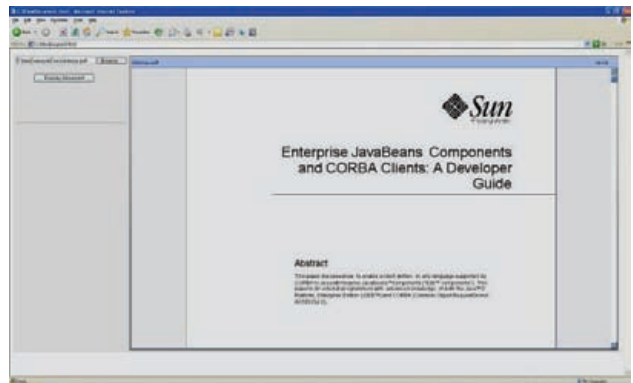
Fajlovi koji predstavljaju arhive su karakteristični po tome, što sadrže proizvoljan broj internih dokumenta, koji pri tome mogu biti različitih tipova.

Zbog ove osobine, obrada arhiva se zasniva na sekvencijalnom procesu obrade svakog od internih fajlova.

S obzirom da se u arhivama mogu nalaziti i folderi, *FileViewer* aplikacija nudi mogućnost navigacije kroz stablo direktorijuma unutar kontejnera.

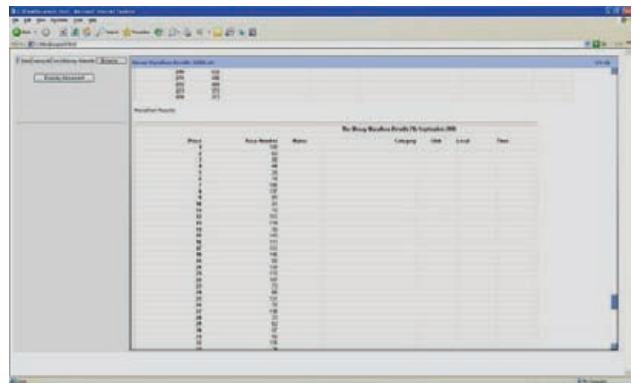
5.3. PDF

Svaka stranica PDF fajla predstavljena je slikom. Ovakav pristup obradi PDF fajlova, eliminiše potrebu za direktnim kreiranjem HTML sadržaja. Takođe, dobijeni izlaz je gotovo identičan originalnom dokumentu.



Slika 4. Prikaz sadržaja PDF dokumenta

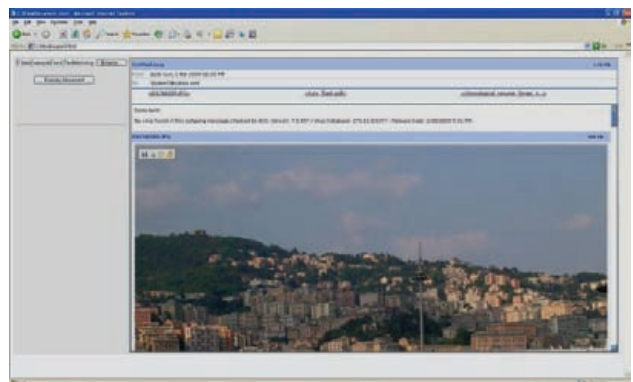
5.4. Microsoft Office Excel



Slika 5. Prikaz sadržaja MS Excel dokumenta

Pri formiranju HTML reprezentacije fajla, zadržavaju se informacije o tabelama i sadržaju ćelija u okviru njih. Takođe, svaki od sheet-ova je prikazan zasebno, kako bi se očuvala preglednost dokumenta. Kreiranje HTML sadržaja se bazira na upotrebi Apache POI[3] biblioteke. Prikaz sadržaja dokumenata ostalih Microsoft Office formata (Word, PowerPoint), se obavlja na isti način.

5.5. Email

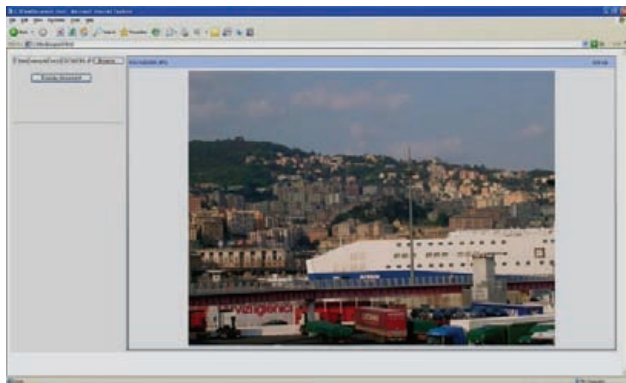


Slika 6. Prikaz sadržaja mail-a

S obzirom da su Email fajlovi, po osobini da sadrže attachment-e, kontejneri, proces obrade i kreiranja HTML reprezentacije gotovo je identičan kao kod arhiva. I kod ovih dokumenata, svaki od internih fajlova se može pregledati pojedinačno (u zasebnom prozoru).

5.6. Slike

Na slici 7. prikazan je izgled prozora u kome je korisniku predstavljen izgled slike (u JPG formatu). *FileViewer* aplikacija, u slučaju obrade slika, uzima veličinu površine, namenjene prikazu sadržaja, kako bi slika bila poravnata po manjoj dimenziji (operacija fit). Ova operacija se obavlja pri svakom slanju zahteva za prikaz slike. Isti pristup obradi se koristi za sve podržane formate slika.



Slika 7. Prikaz slike

6. ZAKLJUČAK

Zahtevi koji su postavljeni pred *FileViewer* program, diktirali su proces razvoja aplikacije u svim njegovim fazama.

Kompletna aplikacija je napisana u Java programskom jeziku, čime je zadržana nezavisnost programa od konkretnog operativnog sistema, kao i veb servera.

Pri razvoju, korišćen je modularni dizajn, odnosno organizacija komponenti, kako bi se uvela mogućnost jednostavnih izmena/nadogradnji aplikacije.

Program se odlikuje velikom brzinom i stabilnošću, što omogućava obradu velikog broja zahteva u malim vremenskim intervalima, uz zadržavanje kvaliteta prikazanog sadržaja.

Jedan od osnovnih razloga za upotrebu programa ovog tipa, može biti eliminisanje potrebe za postojanjem različitih aplikacija, namenjenih pregledu dokumenata odgovarajućeg tipa, na klijentskim kompjuterima.

S obzirom da se kompletna obrada obavlja na serverskoj strani, opterećenje klijenta je svedeno na minimum. Takođe, na klijentskoj strani, veb browser je jedini program, neophodan za prikaz fajlova.

7. LITERATURA

- [1] Paul Heine *HTML Mastery: Semantics, Standards and Styling*, 1st edition. Friends of ED, 2006. ISBN 1590597656
- [2] Dave Ragget. *W3C HTML 4.01 Specification*.
<http://www.w3.org/TR/html401/>
- [3] Apache POI
<http://poi.apache.org/>
- [4] Steven Holzner *Inside XSLT*, 1st edition. Que, 2001. ISBN 0735711364

Kratka biografija



Đorđe Milić rođen je u Kraljevu 1983. godine. Fakultet tehničkih nauka upisao je 2002. godine. Diplomski-master rad iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo - Računarske nauke i informatika, odbranio je 2009. god.



Branko Milosavljević rođen je u Novom Sadu 1973. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2003. godine, a od 2004. je u zvanju docenta. Oblasti interesovanja su elektronsko poslovanje i upravljanje dokumentima.

AJAX METODOLOGIJA KAO SREDSTVO ZA RAZVOJ VISOKO INTERAKTIVNIH VEB APLIKACIJA

AJAX METHODOLOGY AS A MEAN OF HIGHLY INTERACTIVE WEB APPLICATIONS

Velibor Čepić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad bavi se proučavanjem AJAX metodologije i načinima na koje AJAX metodologija doprinosi visokoj interaktivnosti veb aplikacija. Kao primer visoko interaktivne veb aplikacije, implementirana je „Movie Shop“ veb aplikacija sa tematikom onlajn kupovine filmova.

Abstract – This paper is studying AJAX methodology and the ways in which AJAX contributes to high interactivity of web applications. As an example of highly interactive web application, “Movie Shop” web application was implemented, with a theme of movies online shopping.

Ključne reči: AJAX - Asynchronous Javascript And XML
1. UVOD

Pojava veb aplikacija i potreba prenosa podataka između klijentske i serverske strane, donela je problem povratne veze. Kod desktop aplikacija, korisnik brzo dobija povratnu vezu uz stalno prisutan grafički interfejs, a kod klasične izvedbe veb aplikacije, grafički interfejs se povremeno gubi u vremenu pristizanja podataka sa servera. Ovakvi prekidi su u suprotnosti sa Normanovim pravilom uzročnosti [2], koje insistira na što bržem odgovoru sistema na korisnikovu aktivnost. U desktop aplikacijama brza povratna veza predstavlja uobičajenu pojavu, ali u veb aplikacijama predstavlja pravi izazov.

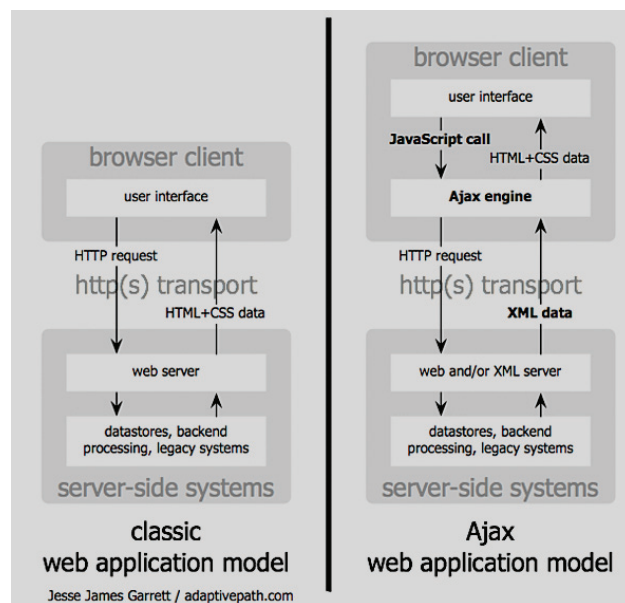
2. OSNOVE AJAX METODOLOGIJE

Postizanje brze povratne sprege u veb aplikacijama se postiže upotrebom AJAX metodologije [6, 7, 8, 9, 10]. AJAX se oslanja na već poznate i korišćene tehnologije veb okruženja. Termin AJAX predstavlja skraćenicu od „Asynchronous Javascript And XML“. Skraćenica je načinjena od početnih slova tehnologija na koje se AJAX oslanja. Međutim, uz pomenute tehnologije, u sastav AJAX metodologije ulaze i mnoge druge kao što su: XHTML, CSS, DOM, JSON itd.

2.1. Klasični i AJAX model veb aplikacija

U članku „Ajax: A new Approach to Web Applications“ [1] Jasse James, koji se smatra za idejnog tvorca AJAX-a, govori o inovacijama koje AJAX donosi veb okruženju. James je predstavio arhitekturu AJAX-a i dao poređenje klasičnog modela veb aplikacija u odnosu na AJAX model (slika 1.). Po klasičnom modelu, većina

korisničkih akcija neposredno šalju HTTP zahtev veb serveru. Server procesira zahtev, a nakon toga vraća odgovor klijentskoj strani u obliku HTML stranice. Za vreme obavljanja serverskih radnji, veb čitač prikazuje praznu veb stranicu. Korisnik u tim trenucima nije u mogućnosti da vidi interfejs veb aplikacije, što izuzetno negativno utiče na korisnikovu pažnju i memoriju [2].



Slika 1. Poređenje klasičnog i Ajax veb aplikacionog modela

Na desnoj polovini slike 1. prikazan je AJAX model veb aplikacija. Osnovna ideja je da se pri potrebi dobavljanja podataka sa servera i menjanja izgleda veb stranice, ne vraća kompletna veb stranica sa izmenama na klijentsku stranu. Sa servera se šalju samo podaci u obliku XML dokumenata, na osnovu kojih će se izvršiti dinamička promena trenutno prikazane veb stranice.

AJAX aplikacija eliminiše „start-stop-start-stop“ prirodu interakcije u veb aplikacijama time što se između klijentske i serverske strane umeće jedan dodatni sloj nazvan „AJAX engine“. U većem broju slučajeva, umetanjem „AJAX engine“ sloja se dobija na ubrzanju interakcije.

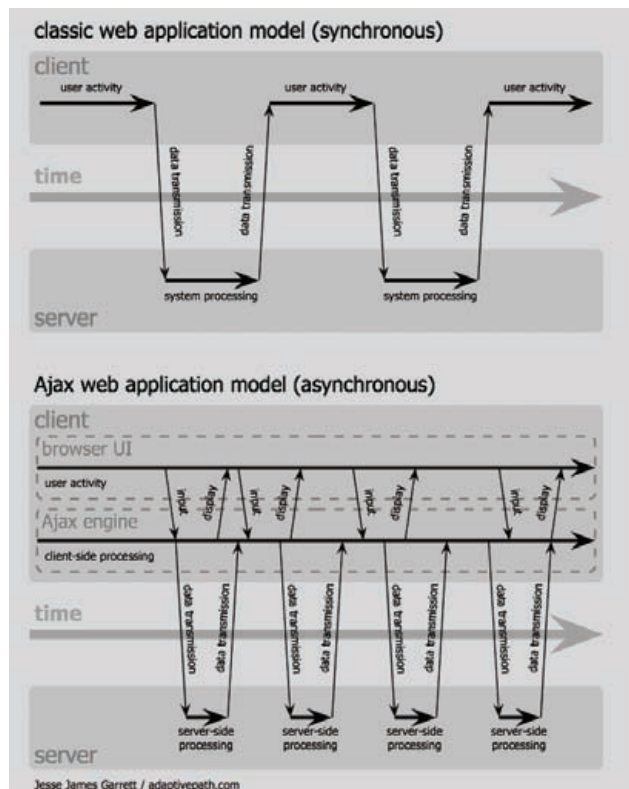
AJAX engine ima dvojaku ulogu. Sa jedne strane je zadužen za prikaz interfejsa veb aplikacije koju korisnik vidi, a sad druge strane komunicira sa serverom. AJAX engine se može programirati tako da ne primorava korisnika da sačeka odgovor servera da bi nastavio sa radom u veb aplikaciji. Ovakav način rada u veb aplikaciji se postiže asinhronom komunikacijom.

NAPOMENA:

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

2.2. Asinhrona komunikacija

AJAX engine prihvata svaku korisnikovu akciju, a neke od njih obavlja na klijentskoj strani. U slučaju da AJAX engine ima potrebu dobavljanja nekih podataka sa servera da bi odgovorio korisniku, AJAX engine to radi asinhrono, bez prekidanja interakcije između korisnika i veb aplikacije.



Slika 2. Sinhrona i asinhrona komunikacija između klijentske i serverske strane

Na donjoj polovini slike 2. vidi se da se klijentska strana sastoji iz dva sloja. Prvi sloj je „browser UI“ koji predstavlja korisnički interfejs veb aplikacije, a drugi sloj je „Ajax engine“. Sloj „browser UI“ je predstavljen neprekidnom linijom, što ukazuje na to da je interfejs veb aplikacije stalno prisutan. U okviru „browser UI“ sloja su strelicama sa naptisom „input“ predstavljene korisnikove akcije. Te akcije obrađuje „AJAX engine“, a strelicama sa natpisom „display“ su predstavljene povratne veze koje su proizvod obrade događaja koje je korisnik inicirao.

Korisnik može vršiti interakciju sa veb aplikacijom bez potrebe da čeka odgovor, jer „AJAX engine“ daje povratnu vezu, nezavisno od toga da li su podaci pristigli sa serverske strane. Ako podaci u nekom trenutku još nisu dostupni na klijentskoj strani, „AJAX engine“ daje povratnu vezu u vidu neke animacije ili progressa učitavanja koji korisniku nagoveštava da podaci još nisu dostupni. U trenutku kada podaci pristignu sa serverske strane, „AJAX engine“ vrši prezentaciju tih podataka dinamičkom promenom „browser UI“ sloja.

3. AJAX TEHNOLOGIJE

Sloj „AJAX engine“ upotrebljava mnogo postojećih veb tehnologija. Neke od tih tehnologija su modifikovane i

prilagođene potrebi AJAX metodologije, dok se druge koriste na standardan način.

3.1. HTML i CSS

HTML (Hypertext Mark-up Language) predstavlja prezentacijski sloj, odnosno HTML nosi elemente veb stranice koje korisnik vidi i sa kojima direktno vrši interakciju.

Izgled i poziciju elemenata na interfejsu AJAX bazirane veb aplikacije dodatno definiše CSS standard. CSS (Cascading Style Sheets) predstavlja jezik kojim se definišu stilovi elemenata u dokumentima pisanim nekim jezikom za markiranje teksta poput HTML-a. Upotreba CSS jezika u AJAX metodologiji je bitna najviše zbog definisanja veličine i pozicije za elemente koji će biti kontrolisani JavaScript jezikom.

3.2. JavaScript

JavaScript [3, 4, 5] je programski jezik, koji omogućava manipulaciju objektima u DOM hijerarhiji. Prvenstveno ima ulogu dodavanja funkcionalnosti veb stranicama, a pored toga se koristi i za validaciju formi, detektovanje veb čitača, dodavanje vizuelnih efekata elementima interfejsa veb aplikacije i drugo.

JavaScript se umeće u HTML da bi se povećala dinamika prikaza na klijentskoj strani. Bez upotrebe JavaScript programskog jezika, HTML je veoma statičan i za sve promene prikaza je zadužen server.

3.3. XML i JSON

U veb aplikacijama izgrađenim pomoću AJAX-a, od serverske do klijentske strane se podaci prenose u obliku XML dokumenata. Obično se na serverskoj strani nalazi relaciona baza podataka, pa je podatke iz baze podataka pre transfera potrebno preoblikovati u XML dokument.

Kao alternativno rešenje za prenos podataka (umesto XML-a) se često koristi JSON, što je skraćenica od JavaScript Object Notation. JSON je format podataka koji služi za jednostavnu prezentaciju struktura podataka i asocijativnih nizova, koji se još zovu i objekti.

Radi boljeg uvida u to koja je tehnika efikasnija, može se napraviti jednostavan eksperiment prenosa 2000 imena ljudi sa serverske na klijentsku stranu. U prvom slučaju imena se prenose XML dokumentom, a u drugom slučaju JSON dokumentom. Rezultati poređenja dati su u tabeli 3.1.

Tabela 3.1. Rezultati poređenja XML i JSON tehnike prenosa podataka

	Response size	Connection time	Response time
XML	121,931	00:00:5550	00:00:5550
JSON	157,787	00:00:2240	00:00:2240

XML dokument ostvaruje manji protok u odnosu na JSON, ali je vreme odziva više nego duplo duže. JSON dokument, osim kraćeg vremena odziva, nosi više informacija o prenošenim podacima, kao što je tip podataka. JSON dokument je pogodnije koristiti ako je veza ka internetu dovoljno brza i količina protoka podataka nije od presudnog značaja.

3.3.1. XMLHttpRequest

U AJAX metodologiji se umesto HTTP zahteva koristi XMLHttpRequest [6, 7], što predstavlja srž funkcionalnosti AJAX metodologije. XMLHttpRequest je objekat koji omogućava asinhronu komunikaciju klijentske i serverske strane. Za izvedbu asinhronne komunikacije se koriste atributi i metode koje pripadaju XMLHttpRequest objektu.

3.4. DOM

DOM (Document Object Model) povezuje XML definiciju podataka koji se moraju prikazati unutar nekog HTML opisa veb stranice. DOM je interfejs nezavisan od platforme i programskog jezika, koji omogućava programima i skriptama da dinamički menjaju sadržaj, strukturu i osobine elemenata HTML ili XML dokumenata. Drugim rečima, dokument koji je prikazan kao veb stranica u veb čitaču je sastavljen od objekata.

4. AJAX OKRUŽENJE

AJAX okruženje (framework) su programske biblioteke koje rešavaju tipične zadatke koji se javljaju tokom razvoja AJAX veb aplikacija. Gradnja AJAX veb aplikacija iz početka predstavlja mukotrpan posao, a posebno zbog toga što se neki tipični zadaci, pri izgradnji AJAX veb aplikacija, programiraju na isti ili sličan način. Takve delove programskog koda je neko već napisao i publikovao, pa nije loša ideja to iskoristiti.

Osnovni razlozi postojanja velikog broja AJAX biblioteka su:

1. Nema potrebe za ponovnim pisanjem istog koda.
2. Vreme razvoja AJAX veb aplikacija je skraćeno.
3. Kod je već debugiran i testiran.
4. Postoji podrška i uputstva za korišćenje biblioteka.
5. Pojednostavljaju probleme kompatibilnosti različitih veb čitača.
6. Programeri žele razviti svoju biblioteku koji odgovara njihovim potrebama.

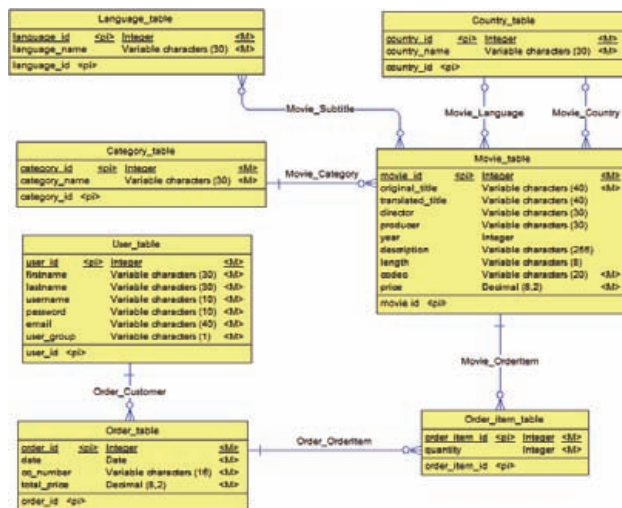
Neke od najpopularnijih i najčešće korišćenih AJAX biblioteka su: Prototype, jQuery, Yahoo UI, Dojo i ASP.NET AJAX.

Postojanje velikog broja AJAX biblioteka ima za negativnu posledicu to što je potrebno mnogo vremena utrošiti na proučavanje i pronalaženje odgovarajućih AJAX komponenti koje bi rešile određeni zadatak. Neki programeri se iz tog razloga opredeljuju da reše zadatak razvijanjem sopstvenog koda ili čak čitave AJAX biblioteke.

5. PRIMER IMPLEMENTACIJE INTERAKTIVNE VEB APLIKACIJE „MOVIE SHOP“

Kao izvor podataka „Movie Shop“ veb aplikacije korišćena je baza podataka. Konceptualni model baze podataka dat je na slici 3.

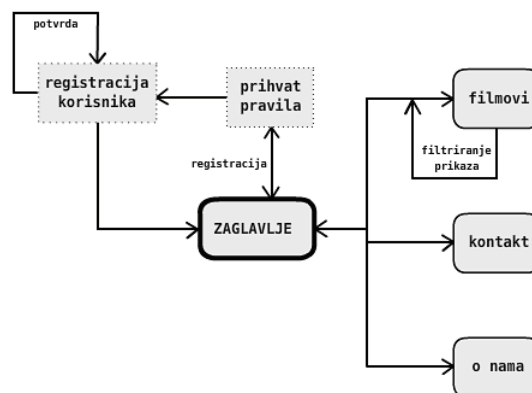
Veb aplikacija „Movie Shop“ prepoznaje tri vrste korisnika: posetioce, klijente i administratora. Moguće je prijavljivanje već postojećih korisnika ili registracija novih. Grafički interfejs veb aplikacije dinamički se prilagođava prijavljenom korisniku.



Slika 3. Konceptualni model baze podataka interaktivne veb aplikacije „Movie Shop“

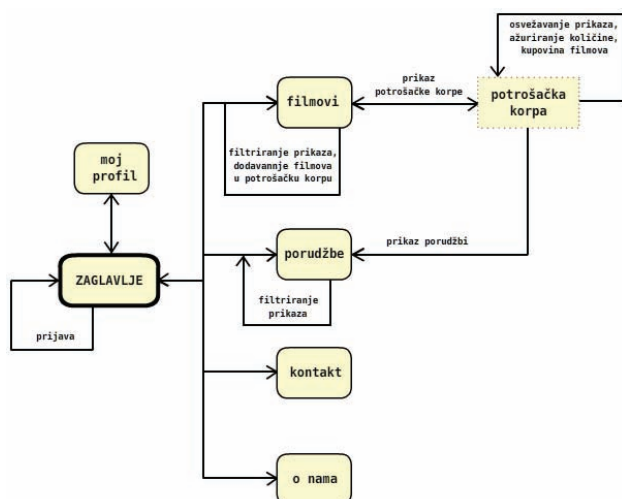
Za prikaz mogućnosti veb aplikacije „Movie Shop“, dati su dijagrami prelaza veb stranica po ulogama korisnika (slike 4, 5. i 6.). Na dijagramima su tačkastim linijama uokvireni elementi koji predstavljaju pop-up dijaloge veb aplikacije. Svaki dijagram sadrži element „zaglavlje“ kao polazno mesto sa kojeg počinje prelazak veb stranica.

Radi smanjenja složenosti prikaza funkcionalnosti, na dijagramima prelaza veb stranica nisu predstavljene poruke o greškama, koje korisnik dobija u vidu jednostavnih pop-up dijaloga.



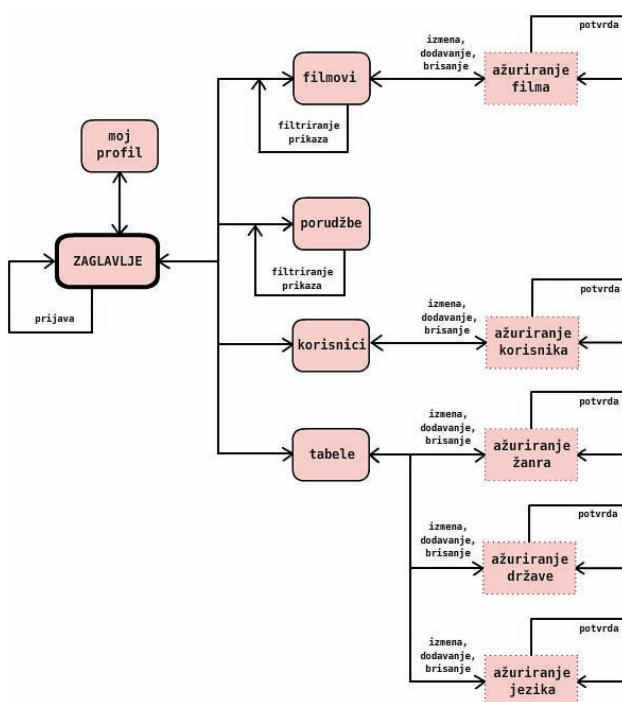
Slika 4. Dijagram prelaza veb stranica za posetioca

Na slici 4. prikazan je dijagram prelaza veb stranica za posetioca. Sa dijagrama se vidi da posetilac iz zaglavlja veb aplikacije „Movie Shop“, može preći na veb stranice: „Filmovi“, „Kontakt“ i „O Nama“. Posetioču su omogućene transformacije prikaza filmova, odnosno filtriranje. Na veb stranicama „Kontakt“ i „O Nama“ ne postoje interakcije, tako da nisu interesantne za razmatranje sa stanovišta AJAX metodologije. Pored toga, posetioču je omogućena registracija pomoću pop-up dijaloga „Registracija korisnika“. Posetilac ostaje na dijalogu za registraciju sve dok se uspešno ne registruje. Nakon uspešne registracije, posetilac dobija prava klijenta i biva automatski prijavljen i redirektovan na „zaglavlje“, odakle mu je omogućen prelazak veb stranica namenjen klijentu.



Slika 5. Dijagram prelaza veb stranica za klijenta

Dijagram za klijenta je prikazan na slici 5. Na dijagramu se vidi da klijent, nakon uspješne prijave, iz zaglavlja može preći na stranice: „Filmovi“, „Porudžbe“, „Kontakt“, „O Nama“ i na veb stranicu „Moj Profil“. Takođe mu je omogućeno filtriranje prikaza filmova, kao i dodavanje filmova u potrošačku korpu. Potrošačka korpa je na dijagramu predstavljena kvadratom sa tačkastim obodom, što znači da se radi o pop-up dijalogu. Omogućeno je osvežavanje prikaza potrošačke korpe, ažuriranje količina dodatih filmova u korpu i obavljanje kupovine dodatih filmova. Nakon obavljene kupovine filmova prelazi se na stranicu „Porudžbe“, gde su prikazane sve porudžbe trenutno prijavljenog korisnika (uključujući i poslednje obavljenu porudžbu). Prikaz porudžbi se može filtrirati, što se takođe vidi sa dijagrama sa slike 5.



Slika 6. Dijagram prelaza veb stranica za administratora

Na slici 6. dat je dijagram za administratora. Nakon uspješne prijave, administrator ima mogućnost prelaska na veb stranice: „Filmovi“, „Porudžbe“, „Korisnici“, „Tabele“ i „Moj Profil“. Pored filtriranja filmova, omogućeno mu je i ažuriranje filmova pomoću pop-up dijaloga. Na dijagramu sa slike 6. vidi se da veb stranica „Tabele“ daje mogućnost za ažuriranje entiteta: žanrova, država i jezika. Ažuriranje je implementirano takođe pomoću pop-up dijaloga, tako da nema potrebe za postojanjem posebnih stranica za svaki pomenuti entitet. Na veb stranici „Korisnici“, administrator može obavljati ažuriranje korisnika pomoću pop-up dijaloga „Ažuriranje korisnika“. Administrator na stranici „Porudžbe“ vidi prikazane obavljene porudžbe svih klijenata, a omogućeno mu je i filtriranje prikaza porudžbi.

6. ZAKLJUČAK

Sa stanovišta kvaliteta interakcije, veb aplikacije koje koriste AJAX, imaju prednost u odnosu na veb aplikacije gde se AJAX ne koristi. Ta prednost se najviše ogleda u tome što se uz pomoć AJAX metodologije može izbeći osvežavanje kompletne veb stranice. Veb aplikacije izgrađene pomoću AJAX metodologije zahtevaju manju propusnu moć mreže, jer se u slučaju velikih kolekcija podataka, dobavljaju samo podaci koji su trenutno vidljivi na interfejsu veb aplikacije. Ako se AJAX metodologija koristi na pravi način, moguće je postići da veb aplikacija izgleda i ponaša se gotovo isto kao desktop aplikacija.

7. LITERATURA

- [1] J. J. Garrett, „Ajax: A New Approach to Web Applications“, (online) www.adaptivepath.com
- [2] D. Ivetić, „Interakcija Čovek Računar“, skripta, FTN, Novi Sad, 2006.
- [3] S. Powers, „Learning JavaScript“, O'Reilly, 2006.
- [4] D. Flanagan, „JavaScript: The Definitive Guide, 5th Edition“, O'Reilly, 2006.
- [5] D. Goodman, M. Morrison, „JavaScript Bible, 5th Edition“, Wiley, 2004.
- [6] S. Holzner, „AJAX for Dummies“, Wiley, 2006.
- [7] D. Crane, E. Pascarello, D. James, „AJAX in Action“, Manning, 2006.
- [8] A. T. Holdener, „Ajax: The Definitive Guide“, O'Reilly, 2008.
- [9] P. J. Deitel, H. M. Deitel, „AJAX, Rich Internet Applications, and Web Development For Programmers“, Prentice Hall, 2008.
- [10] R. Asleson, N. T. Schutta, „Foundations of Ajax“, Apress, 2006.



Velibor Čepić, rođen je u Novom Sadu 1978. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika, odbranio je 2009. god.

REALIZACIJA SCA ARHITEKTURE POMOĆU APACHE TUSCANY BIBLIOTEKE

REALIZATION OF SCA USING APACHE TUSCANY LIBRARY

Tihomir Borčić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisani su osnovni koncepti Service Component Architecture (SCA), način implementacije SCA na Java platformi, kao i opis distribuiranog sistema biblioteka, koji je implementiran koristeći SCA model pomoću Apache Tuscany biblioteke.

Abstract – This work describes main concepts of Service Component Architecture (SCA), means of implementation SCA on Java platform, and description of distributed library sistem, which is implemented by SCA model using Apache Tuscany library.

Ključne reči: SCA, Apache Tuscany, distribuirani sistem biblioteka.

1. UVOD

SCA (Service Component Architecture) daje model programiranja za izradu aplikacija i rešenja baziranih na Service Oriented Arhitecture. Zasnovan je na ideji da je poslovna funkcija data u obliku niza servisa, koji su sklopljeni zajedno da bi kreirali rešenje koje zadovoljava određenu poslovnu potrebu.

Ove kompozitne aplikacije mogu sadržati i nove sevice, kreirane specijalno za aplikaciju, kao i poslovne funkcije postojećih sistema i aplikacija, ponovo upotrebljenih kao deo kompozicije. SCA pruža modele za kompoziciju servisa, kao i za pravljenje komponenti servisa, uključujući ponovnu upotrebu postojećih funkcija koje su u sastavu SCA kompozicija.

Trenutno postoji više *open source* implemetacionih biblioteka za SCA, kao što su *Apache Tuscany*, *Frascati*, *Fabric3*... U ovom slučaju za realizaciju je korišćena *Apache Tuscany 1.4* biblioteka.

2. OSNOVNI KONCEPTI SCA

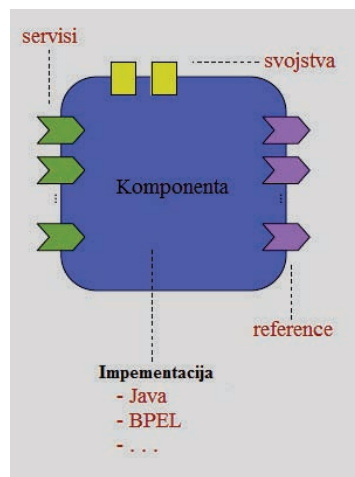
SCA konstrukcioni model se sastoji od niza elemenata koji definišu konfiguraciju SCA domena u obliku kompozicija koji sadrže opise načina kreiranja servisnih komponenti i veza između njih, kao i elemenata koji opisuju kako su oni međusobno povezani. Jedan od osnovnih elemenata SCA je komponenta (*component*), koja je jedinica građe SCA modela.

NAPOMENA:

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

2.1. SCA Komponenta

Komponenta se sastoji od konfigurisane instance implementacije, gde je implementacija deo programskog koda koji sadrži poslovnu funkciju. Poslovna funkcija je postavljena za upotrebu ostalim komponentama u vidu servisa. Na slici 1. prikazan je simbol komponente koji se koristi za prikaz komponente u konstrukcionom dijagramu:



Slika 1. Simbol SCA komponente

Implementacija može zavisiti od servisa ponuđenih od strane drugih komponenti, a ove zavisnosti se nazivaju reference. Implementacija može imati podesiva svojstva (*properties*), koje su podaci koji utiču na poslovnu funkciju. Komponenta podešava implementaciju postavljajući vrednosti svojstava i povezivanjem referenci sa servisima ponuđenih od strane drugih komponenti. SCA podržava različite implementacione tehnologije, uključujući "tradicionalne" programske jezike kao što su Java, C++ i BPEL, ali i skript jezike, kao što su PHP i Java Script, kao i deklarativne programske jezike poput XQuery i SQL.

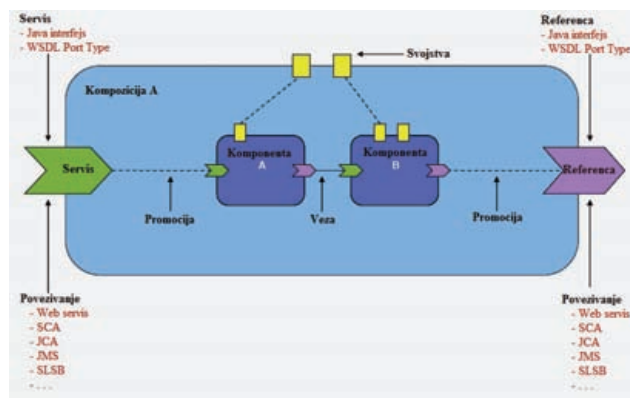
2.2. SCA Kompozicija

SCA opisuje sadržinu i povezanost aplikacije u elementima zvanim *composites* (kompozicije). Kompozicije mogu sadržati komponente, servise, reference, svojstva, kao i veze koje opisuju povezanost između ovih elemenata. Kompozicije mogu grupisati i povezivati komponente koje su izrađene u različitim implementacionim tehnologijama, omogućavajući upotrebu najpovoljnije tehnologije za svaki pojedinačan poslovni zadatak.

Kompozicija takođe može biti upotrebljena kao kompletna komponenta pružajući servise, zaviseći od referenci i sa podesivim svojstvima. Takva kompozicija može biti korišćena u okviru drugih kompozicija, pružajući tako mogućnost hijerarhijskog projektovanja rešenja, gde su servisi visokog nivoa interno sastavljeni od više servisa nižeg nivoa.

Kompozicije su postavljene u okviru SCA domena, koji predstavlja skup servisa koji pružaju skup poslovnih funkcija koje su u okviru određene organizacije.

Slika 2. prikazuje neke odlike SCA kompozicije sastavljene od više komponenti :



Slika 2. Primer dijagrama SCA kompozicije

Servis kompozicije predstavlja javni servis koji nudi kompozicija, i njemu se može pristupiti izvan kompozicije. Referenca kompozicije predstavlja zavisnosti kompozicije od servisa koji se nalaze izvan kompozicije. Veze opisuju povezanosti između servisa i referenci komponenti unutar kompozicije. Ukoliko kompozicija uključuje neku drugu kompoziciju, ona automatski uključuje i sve elemente uključene kompozicije.

Servisi kompozicije zahtevaju promociju jednog servisa neke komponente u okviru kompozicije, što znači da je servis kompozicije u stvari servis neke komponente u okviru kompozicije. Reference kompozicije zahtevaju promociju jedne reference jedne ili više komponenti. Različite reference komponenti mogu biti promovisane u istu referencu kompozicije ukoliko su sve reference komponenti uzajamno kompatibilne. U tom slučaju reference komponenti dele istu konfiguraciju, uključujući iste potrebne servise.

2.3. Interfejs

Interfejs (*interface*) definiše jednu ili više poslovnih funkcija. Ove poslovne funkcije pružaju servise i koriste se putem referenci. Servis nudi poslovnu funkcionalnost tačno jednog interfejsa, koji koriste druge komponente. Svaki interfejs definiše jednu ili više servisnih operacija i svaka operacija ima nula ili jednu poruku sa zahtevom (*request message*) i nula ili jednu poruku sa odgovorom (*response message*). Poruke sa zahtevom i odgovorom mogu biti prosti tipovi kao što su *string* ili mogu biti složenog tipa.

SCA trenutno podržava sledeće tipove interfejsa : Java interfejs, WSDL 1.1 *portTypes* i WSDL 2.0 interfejs.

2.4. Povezivanje (*Binding*)

Povezivanja koriste servisi i reference. Reference koriste povizivanja da opišu pristupni mehanizam koji se koristi za pozivanje servisa. Servisi koriste povezivanja da opišu pristupni mehanizam koji klijenti moraju koristiti da bi pozvali servis.

SCA podržava više različitih tipova povezivanja, kao što su SCA servisi, Web servisi, EIS servisi, uskladištene procedure baze podataka... Izvršni mehanizam SCA mora podržavati SCA i Web servise tipove povezivanja.

Kada u okviru jednog servisa postoji više tipova povezivanja to zači da je servis dostupan preko bilo kog specificiranog povezivanja. Tehnika kojom izvršni mehanizam SCA vrši izbor između ponuđenih povezivanja je prepuštena implementaciji i može sadržati dodatna podešavanja.

3. IMPLEMENTACIJA SCA NA JAVA PLATFORMI

U ovom poglavlju opisano je kako Java klasa implementira SCA komponentu, uključujući i njene atribute kao što su servisi, reference i svojstva.

3.1. Servisi

Implementacija komponente pomoću Java klase može pružati jedan ili više servisa. Ti servisi mogu imati interfejs definisan na jedan od sledećih načina : kao Java interfejs, kao Java klasa ili kao Java interfejs generisan pomoću WSDL (*Web Service Description Language*).

Implementacija pomoću Java programskog jezika može specificirati servise koje pruža eksplicitno upotrebom `@Service` anotacije. Budući da Java klasa može implementirati više interfejsa, od kojih neki ne definišu SCA servise, `@Service` anotacija se koristi da ukaže na servise date implementacijom i njihove odgovarajuće interfejsse. Sledi primer Java interfejsa servisa i Java implementacije, koja pruža servis koristeći taj interfejs :

Interfejs :

```
public interface HelloService {
    String hello(String message);
}
```

Implementaciona klasa :

```
@Service(HelloService.class)
public class HelloServiceImpl implements
HelloService {
    public String hello(String message) {
        ...
    }
}
```

Java servis definisan interfejsom ili implementacionom klasom može koristiti `@Remotable` anotaciju da ukaže na to da je servis koji sledi udaljen. Sledeći primer demonstrira upotrebu `@Remotable` anotacije :

```
package services.hello;
@Remotable
public interface HelloService {
    String hello(String message);
}
```

Ukoliko ne postoji `@Remotable` anotacija, servis definisan Java implementacionom klasom ili interfejsom se tretira kao lokalni.

3.2. Reference

Java implementacioni tip može eksplicitno definisati reference upotrebom `@Reference` anotacije, kao što je dato u sledećem primeru :

```
public class ClientComponentImpl implements Client {
    private HelloService service;

    @Reference
    public void setHelloService( HelloService
service) {
        this.service = service;
    }
}
```

Ukoliko `@Reference` anotacija obeležava `public` ili `protected setter` metodu, izvršni mehanizam SCA treba da obezbedi odgovarajuću implementaciju reference servisa specificiranu tipom parametra metode. Ovo se mora uraditi pozivom `setter` metode implementacione instance. Ovo će se uvek desiti pre poziva prve metode servisa.

Ukoliko `@Reference` anotacija obeležava `public` ili `protected polje`, izvršni mehanizam SCA treba da obezbedi odgovarajuću implementaciju reference servisa specificiranu tipom polja. Ovo se mora uraditi podešavanjem polja u implementacionoj instanci.

Ukoliko `@Reference` anotacija obeležava parametar ili konstruktor, izvršni mehanizam SCA treba da obezbedi odgovarajuću implementaciju reference servisa specificiranu parametrom konstruktora tokom instanciranja implementacione instance.

3.3. Svojstva

Java implementacioni tip može eksplicitno definisati svojstva upotrebom `@Property` anotacije, kao što je dato u sledećem primeru :

```
public class ClientComponentImpl implements
Client {
    private int maxRetries;

    @Property
    public void setRetries(int maxRetries) {
        this.maxRetries = maxRetries;
    }
}
```

Ukoliko `@Property` anotacija obeležava `public` ili `protected setter` metodu, izvršni mehanizam SCA treba da obezbedi odgovarajuću vrednost svojstva. Ovo se mora uraditi pozivom `setter` metode implementacione instance.

Ukoliko `@Property` anotacija obeležava `public` ili `protected polje`, izvršni mehanizam SCA treba da obezbedi odgovarajuću vrednost svojstva.

Ukoliko `@Property` anotacija obeležava parametar ili konstruktor, izvršni mehanizam SCA treba da obezbedi odgovarajuću vrednost svojstva tokom instanciranja implementacione instance.

3.4. Instanciranje implementacije

Java implementaciona klasa mora obezbediti `public` ili `protected` konstruktor koji može iskoristiti izvršni mehanizam SCA da instancira implementaciju. Konstruktor može biti parametrizovan i ako parametri postoje SCA kontejner će obezbediti potrebna svojstva ili reference prilikom poziva konstruktora.

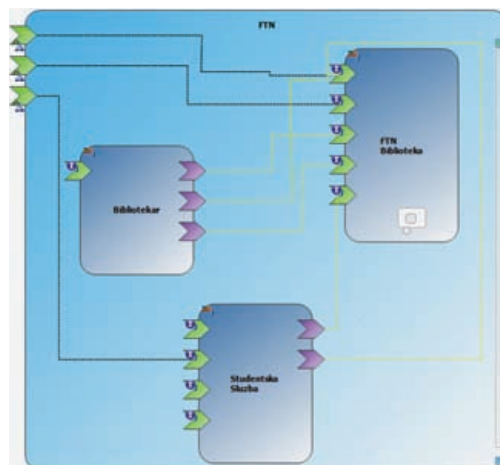
4. OPIS DISTRIBUIRANOG SISTEMA BIBLIOTEKA

U ovom poglavlju je dat opis distribuiranog sistema biblioteka, koji je implementiran koristeći SCA model pomoću *Apache Tuscany* biblioteke.

Zadatak je realizacija distribuiranog sistema biblioteka fakulteta jednog univerziteta, kao i njegovo pretraživanje i rezervisanje knjiga.

Distribuirani sistem je u ovom slučaju podeljen na tri veće celine odnosno SCA kompozicije, koje predstavljaju dva odvojena sistema biblioteka fakulteta (u ovom primeru to su, bez umanjavanja opštosti, FTN i PMF u Novom Sadu), kao i SCA kompoziciju koja predstavlja poseban sistem za pretragu i rezervaciju knjiga na pomenutim fakultetima, a oslanja se na servise koji nude kompozicije fakulteta.

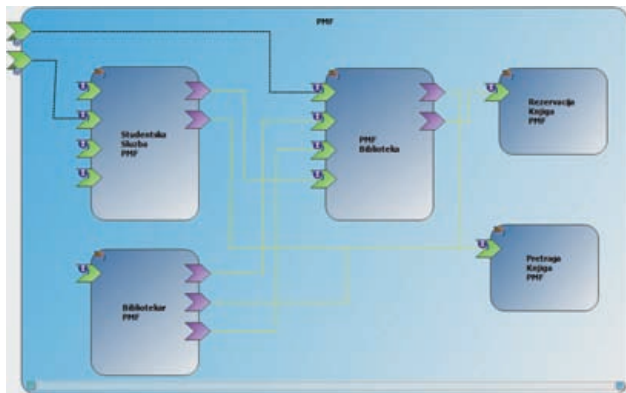
Na slici 3. prikazana je SCA kompozicija koja predstavlja sistem FTN-a koji u sebi sadrži podsistem biblioteke i studentske službe :



Slika 3. Izgled FTN kompozicije

Servisi na koje se oslanja sistem za pretragu i rezervaciju knjiga su promovisani i ponuđeni drugim sistemima u vidu *web servisa*.

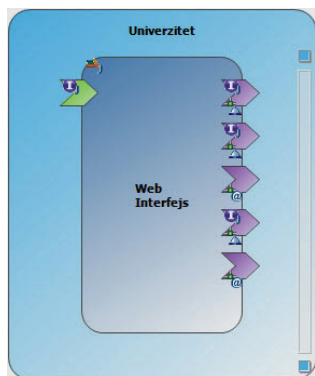
Na slici 4. je prikazana SCA kompozicija koja predstavlja sistem PMF-a koji u sebi sadrži podsistem biblioteke i studentske službe :



Slika 4. Izgled PMF kompozicije

Servisi na koje se oslanja sistem za pretragu i rezervaciju knjiga su promovisani i ponuđeni drugim sistemima u putem RMI (*Remote Method Invocation*) servisa.

Na slici 5. prikazana je SCA kompozicija koja predstavlja sistem za pretraživanje i rezervisanje knjiga.



Slika 5. Izgled kompozicije za pretragu i rezervaciju knjiga

Web interfejs SCA komponenta se oslanja na prethodna dva sistema i koristi njihove promovisane servise, pomoću kojih pretražuje i rezerviše knjige na fakultetima.

5. ZAKLJUČAK

Service Component Architecture (SCA) definiše generalni pristup za kreiranje komponenti i mehanizam koji opisuje kako su te komponente povezane da bi vršile neku poslovnu funkciju.

SCA je pojednostavljeni model programiranja baziran na komponentama za implementaciju servisa, koji mogu biti implementirani u različitim tehnologijama kao što su: EJB, Java POJO, BPEL proces, COBOL, C++, PHP... SCA omogućava izbegavanje pisanja mnogih detalja specifičnih za odabranu tehnologiju i omogućava fokusiranje na poslovnu logiku.

Ključne prednosti SCA su:

- Fleksibilnost – komponente se lako mogu zameniti drugim komponentama.
- Servisi se lako mogu pozivati bilo sinhrono ili asinhrono.
- Produktivnost – laka integracija komponenti u kompoziciju.
- Daje programerima jedinstveni programski model za korišćenje servisa u svim fazama životnog ciklusa servisa: kreiranje, povezivanje i postavljanje za upotrebu.
- Heterogenost – podržava više tehnologija i više programskih jezika.

6. LITERATURA

[1] *SCA Assembly Specification* :
http://www.osoa.org/download/attachments/35/SCA_AssemblyModel_V100.pdf

[2] *SCA Java Component Implementation Specification*:
http://www.osoa.org/download/attachments/35/SCA_JavaComponentImplementation_V100.pdf

Kratka biografija:



Tihomir Borčić rođen je u Užicu 1984. god. Apsolvent je na Fakultetu tehničkih nauka, Departman za računarstvo i automatiku.

RAZVOJ GEOGRAFSKOG INFORMACIONOG SISTEMA ZA RAD U REALNOM VREMENU

DEVELOPMENT OF A REAL - TIME GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

Mladen Pećanac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Tema rada je realizacija jednog geografskog informacionog sistema u realnom vremenu. U prvom poglavlju rada dat je kratak opis osnova GIS sistema sa naglaskom na zahteve rada u realnom vremenu. Zatim sledi opis realizovanog sistema i njegovih podсистема za unos, čuvanje i manipulaciju podacima; i na kraju, podсистема korisničke sprege. Rešenje je u potpunosti implementirano korištenjem Microsoft-ovih tehnologija: .NET Framework, SQL Server 2008 i Silverlight 2.0.

Abstract – The subject of this paper is realization of one real-time based geographic information system. The first chapter shortly describes basics of geographic information systems, with emphasis on real-time enabled systems. Afterwards, this paper describes realized system and its subsystems: data input subsystem; data storing and management subsystem; and finally, at the end, user interface subsystem. Solution is completely implemented by using Microsoft technologies: .NET Framework, SQL Server 2008 and Silverlight 2.0.

Ključne reči: GIS, prostorni podaci, realno vreme, .NET, Silverlight.

1. UVOD

Tema rada je realizacija jednog uopštenog GIS-a (Geografskog Informacionog Sistema) razvijenog sa namerom da se omogućiti i njegova primena u realnom vremenu, u okviru akviziciono upravljačkog sistema GAUS. U toku razvoja, kao adekvatan primer primene, novi GIS je iskorišćen za prikaz gasne mreže na području Novoga Sada. Kad se kaže "uopšten" misli se na postavljanje modela sistema tako da uz manje, ili nikakve modifikacije bude sposoban da odgovori na širok skup zahteva koji se postavljaju pred geo-informacione sisteme. Realizovani GIS ne poseduje ogroman broj funkcija, kao komercijalni sistemi, ali se velika većina tih funkcija može veoma lako dodavati, po želji korisnika. Pri tome, implementirane funkcije su optimizovane radi što efikasnijeg i bržeg izvršenja.

Ceo sistem realizovan je kao klijent-server aplikacija, gde se korisnička sprema prikazuje kao internet stranica u pretraživaču. Ovakav sistem u mnogome olakšava instalaciju, održavanje i korišćenje sistema.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof.dr Branislav Atagić.

Unutar preduzeća sa dosta korisnika GIS-a, dovoljno je instalirati ceo sistem na samo jedan računar pa da on bude dostupan svima koji su TCP/IP mrežom povezani sa njim. Sve promene na sistemu odmah postaju vidljive i krajnjim korisnicima.

2. TEORIJSKE OSNOVE

U ovom poglavlju dat je kratak pregled pojmova i opis osnova geografskih informacionih sistema.

2.1. Prostorni podaci

Podaci ili informacije koje indentifikuju geografske lokacije objekata i granice na Zemlji nazivaju se prostorni podaci (eng. *spatial data*, takođe poznati i kao geografsko-prostorni podaci ili geografske informacije).

Glavni metod za identifikaciju i prikazivanje lokacija geografskih svojstava na zemljinoj površini su karte. Karta je geografski prikaz položaja objekata, apsolutno ili relativno u odnosu na položaj nekog drugog objekta. Svaki objekat je definisan svojom **pozicijom i oblikom** u prostoru (tzv. *prostorni podaci*) i svojim **karakteristikama** (tzv. *atributima*).

Legenda karte je ključ povezivanja atributa sa geografskim osobinama. Atributi, npr. biološke vrste na nekoj šumskoj parceli, grafički se predstavljaju korišćenjem različite simbolike i/ili boja. Za sam GIS, atributi moraju biti kodovani u oblik pogodan za analizu podataka. Ovo podrazumeva smeštanje atributskih podataka u sistem baza podataka i povezivanje sa grafičkim elementima.

Sva geografska svojstva na Zemljinoj površini mogu biti podeljena na i definisana kao tri osnovna tipa objekata. To su **tačka, linija i oblast**.

2.2. Geografsko informacioni sistemi

Geografski informacioni sistem je alat zasnovan na računaru za mapiranje i analizu geografskih fenomena koji postoje, i događaja koji se pojavljuju, na Zemlji. GIS obezbeđuje alate za prikupljanje podataka, rukovanje podacima, manipulaciju i analizu podataka i prikaz podataka u geografskom obliku kao i u obliku izveštaja, sa naglaskom na čuvanju i korištenju geografskih podataka. Sposobnost da objedinjuje, rukuje i analizira prostorne podatke i odgovara na prostorna pitanja, izdvaja GIS od drugih informacionih sistema.

Geografski informacioni sistem predstavlja integrisani skup hardverskih i programskih alata koji se koriste

za manipulaciju i rukovanje digitalnim prostornim podacima i njima pripisanim atributima.

GIS se sastoji iz četiri glavna funkcionalna podsistema:

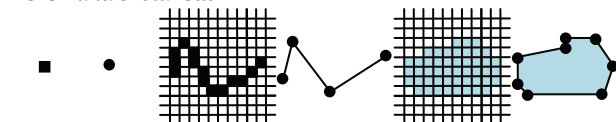
- Podsystem za učitavanje podataka
- Skladištenje podataka i preuzimanje podataka
- Podsystem za rukovanje podacima i analizu podataka
- Podsystem za izveštavanje i podsystem za prikaz

Podsystem za **učitavanje podataka**, ili bolje rečeno **ulazni podsystem**, omogućuje korisniku da snimi, prikupi i transformiše prostorne i tematske (atributske) podatke u pogodnu digitalnu formu. Ulazni podaci se najčešće uzimaju iz kombinacije čvrstih karata, snimanja iz vazduha, izveštaja, mernih dokumenata itd..

"Papirna karta sveta" zadrži:

Tačkaste elemente Linijske elemente Oblasne elemente

"GIS karta sveta" sadrži:



Tačke - pojedinačne ćelije u matrici(rasterski) ili kao pojedinačni parovi X,Y koordinata (vektorski)

Linije - niz povezanih ćelija ili niz matematički povezanih X,Y koordinata

Oblasti -skup susednih ćelija koje definišu unutrašnjost ili skup matematički povezanih koordinata koje definišu granicu

Slika 1. Načini čuvanja GIS podataka

Podsystem za **skladištenje podataka** i preuzimanje podataka organizuje podatke, i prostorne i atributske, u formu koja dozvoljava brz pristup korisniku za analizu, brzo i tačno ažuriranje. Ova komponenta najčešće uključuje korišćenje sistema za rukovanje bazama podataka (*eng. DBMS Data Base Management Systems*) za rukovanje atributskim podacima. Prostorni podaci su najčešće kodirani i održavani u posebnim datotekama, mada najnoviji trendovi uključuju posebne **prostorne baze podataka** optimizovane za skladištenje i rukovanje prostornim podacima.

Podsystem za **analizu i manipulaciju** omogućuje korisniku da definiše i izvrši prostorne procedure radi generisanja rafiniranih informacija. Ovaj deo GIS-a smatra "srcem" GIS-a i izdvaja GIS od sistema baza podataka i sistema za projektovanje podržanih računarom (*eng. CAD Computer-Aided Design*).

Podsystem za izveštavanje omogućuje korisniku da generiše grafički prikaz, obično mape i tabelarne izveštaje.

GIS čuva podatke o svetu kao kolekciju slojeva (*engl. layer*) koji mogu međusobno biti povezani geografijom.

Osnovni tipovi podataka u GIS-u ne razlikuju se od onih na tradicionalnim kartama:

- **Prostorni podaci** – opisuju apsolutnu ili relativnu lokaciju geografskih svojstava.
- **Atributski podaci** – opisuju osobine prostornog svojstva. Ove osobine mogu biti kvalitativne ili

kvantitativne po svojoj prirodi. Atributski podaci često se nazivaju i tabelarnim podacima.



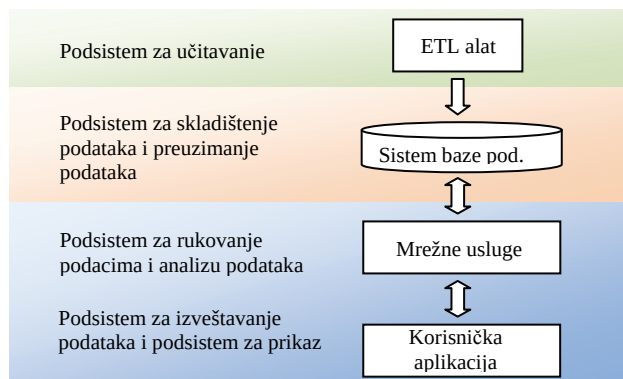
Slika 2. Slojevi GIS podataka

Geografski informacioni sistem se izdvaja od informacionih sistema po tome što naglašava prostornu informaciju svojstva. GIS u realnom vremenu predstavlja GIS kod koga je i vremenska informacija veoma bitna. Ukratko rečeno, pored pitanja *gde?* imamo i pitanje *kada?*

Ovakav sistem treba da omogući unos i ažuriranje prostornih i atributskih podataka u realnom vremenu, praćenje istorije stanja objekata, i na kraju osvežavanje prikaza i generisanje poruka korisniku o bitnim promenama. Primene ovakvih sistema su veoma široke, od npr. praćenja pozicije automobila pomoću globalnog pozicionog sistema (*eng.global positioning system*), praćenja klimatske cirkulacije do integracije unutar sistema za merenje, praćenje i kontrolu industrijskih sistema (*eng. supervisory control and data acquisition - SCADA*).

3. REALIZOVANI GIS SISTEM

U poglavlju o teorijskim osnovama GIS-a nabrojani su podsystemi GIS-a. Ovde ćemo pokazati koncepte podsystema realizovanog GIS-a koji su prilagođeni potrebama da se korisnička sprema realizuje unutar internet aplikacije.



Slika 3. Odnos postavljenog modela i realizovanih komponenti sistema

Rešenja svih podsystema realizovana su korištenjem Microsoft-ovih tehnologija: .NET Framework 3.5, ASP.NET 3.5, Silverlight 2.0 i Microsoft SQL sistema za rukovanje bazom podataka. Opis geografskih svojstava na

svim nivoima je obavljen je korištenjem WKT (eng. *Well Known Text*) i WKB (eng. *Well Known Binary*) standarda definisanih od strane OGC (eng. *Open Geospatial Consortium*), neprofitabilne, internacionalne organizacije koja donosi standarde u oblasti geografsko-prostornih usluga.

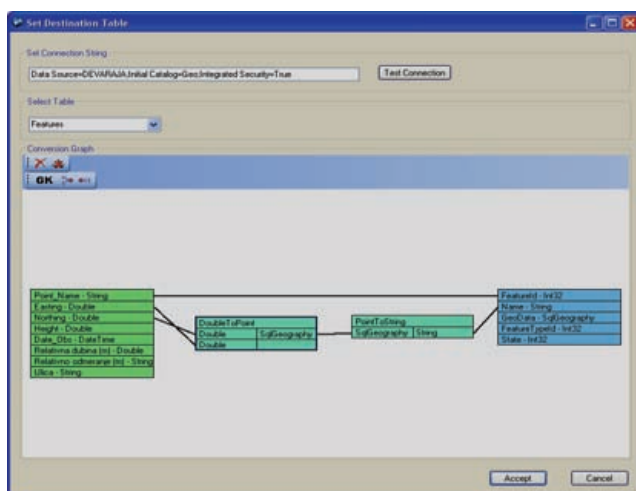
Sva svojstva su predstavljena u vektorskoj formi, u svim fazama. Pozadinska karta se preuzima sa stranice <http://www.openstreetmap.org/> u obliku pločica u GIF formatu, mada je moguće promeniti pozadinsku kartu da koristi neki drugi izvor, npr. <http://www.bing.com/maps/>. Za komunikaciju između korisničke aplikacije i aplikacije servera koristi se SOAP protokol, koji se bazira na XML-u.

3.1. ETL alat

Pošto su prostorni i atributski podaci gasne mreže dati u digitalnoj formi u obliku skupa tačaka u excel datoteci, kao podsistem za unos realizovan je prostorni ETL (eng. *spatial Extract Transform and Load*) alat. Kordinate tačaka su date u Gaus-Krigerovoj projekciji. Bilo je potrebno konvertovati ih u svetsku

Merkatorovu projekciju kako bi se poklapale sa pozadinskom kartom. Ovaj alat je realizovan kao uopšteni alat za konverziju vrednosti iz jedne u drugu tabelu. Dodatno, alat je u mogućnosti da od niza kolona koje predstavljaju tačke kreira liniju, spoji više linija u jednu i slično. Ovo je bilo neophodno jer su podaci dati kao skup tačaka i kod opisa deonice vodova, koje su po prirodi svojstva linijskog tipa.

Alat je implementiran upotrebom ADO.NET arhitekture. ADO.NET predstavlja softverskih komponenti za rad sa podacima i sastavni je deo .NET Framework-a. ADO.NET omogućava rad sa podacima iz velikog broja različitih formata datoteka i baza podataka, a ne samo excel datoteke.

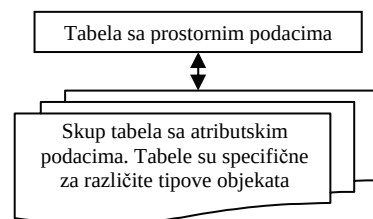


Slika 4. Dijalog ETL alata za definisanje transformacije pri učitavanju ulaznih podataka

Korisniku se pruža grafičko okruženje u kojem se definiše transformacija ulaznih podataka i način čuvanja u bazi podataka.

3.2. Baza podataka

Podsistem za skladištenje i preuzimanje podataka je realizovan relacionom bazom podataka. Danas veliki broj DBMS-a podržava smeštanje i vršenje upita nad prostornim podacima. Pored SQL upita kao nad običnim podacima, sistemi za rukovanje bazama nude široku lepezu ugrađenih procedura (eng. *stored procedures*) za analizu prostornih podataka. Ovim je u velikoj meri olakšan razvoj analitičkih funkcija jer je dat gotov skup primitiva. Sve geografske informacije se čuvaju u jednoj tabeli, dok se dodatni atributi čuvaju u posebnim tabelama, specifičnim za klase objekata.



Slika 5. Prikaz strukture baze podataka

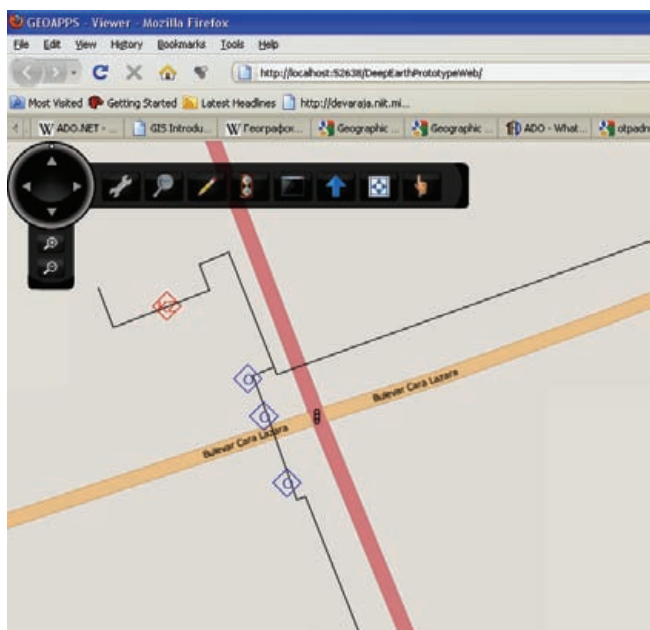
Dodatno implementirana je tabela sa opisom klasa objekata. Pored opisa klase objekata u ovoj tabeli se čuvaju podaci potrebni za prikaz: Na kom će nivou uveličavanja biti vidljivi objekti koji pripadaju toj klasi, kako će se iscrtati objekti u različitim stanjima i slično.

3.3. Korisnička aplikacija

Podsistem za rukovanje podacima i analizu kao i podsistem za prikaz su realizovani razvojem internet aplikacije koja se izvršava u pretraživaču. Sprega između baze podataka i korisničke aplikacije ostvarena je mrežnom uslugom. Mrežna usluga predstavlja skup funkcija koje korisnički program može da pozove na uzlužnom računaru preko mreže. Kada stigne zahtev korisnika, aktivira se proces na strani uslužnog računara, koji izvršava pozvanu funkciju i vraća odgovor. Korisnički zahtev i odgovor se prenose mrežom u XML (eng. *Extensible Markup Language*) formatu što omogućava laku čitljivost podataka.

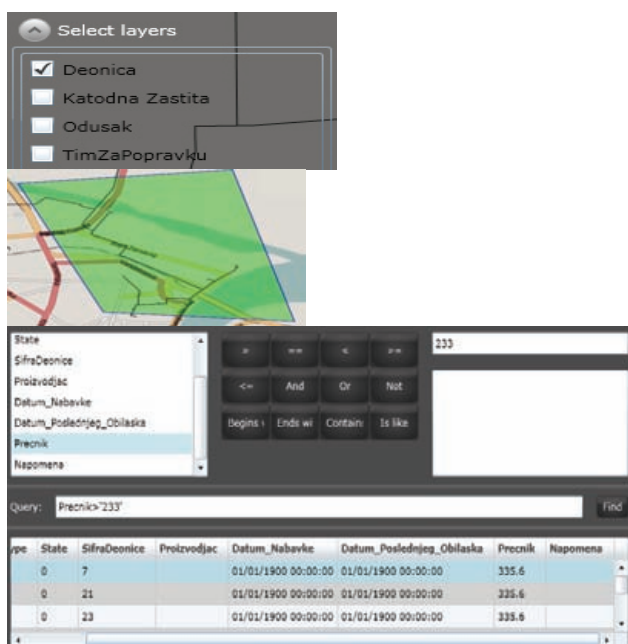
U aplikaciji klijenta izvršava se prikaz karte sa objektima i nudi se korisniku sprega za tabelarni pregled atributskih podataka, zatim dodavanje i izmenu atributskih i prostornih podataka objekata kao i analiza putem pretrage, reklasifikacije i generalizacije. Dodatno omogućeno je korisniku da uključi periodično osvežavanje ekrana kako bi se prikazale promene u realnom vremenu.

U korisničkoj aplikaciji se u svakom trenutku čuvaju samo prostorni podaci o objektima prikazanim na ekranu. Kako korisnik menja poziciju ekrana u odnosu na kartu, tako se poziva odgovarajuća funkcija mrežnog servisa, sa pozicijom ekrana i nivoom uveličavanja kao parametrima, koja vraća sadržaj koji treba iscrtati. Da bi se korisniku pružio osećaj trenutnog iscrtavanja prilikom pomeranja pozicije ekrana, unapred se iscrtava nešto veća površina nego što je to potrebno.



Slika 6. Izgled korisničke aplikacije u Mozilla Firefox pretraživaču

Da bi se smanjio nivo saobraćaja između uslužnog računara i korisničke aplikacije, atributski podaci se ne prenose sa prostornim već kada korisnik izabere neki objekat za pregled ili zatraži neku analitičku uslugu.



Slika 7. Izgled delova sprege za najčešću analizu: prostornu pretragu po nekom kriterijumu.

Analitičke funkcije vrše se upotrebom SQL (eng. *Structured Query Language*) jezika, mada korisnik nužno ne mora da ga poznaje zahvaljujući bogatoj grafičkoj sprezi.

4. ZAKLJUČAK

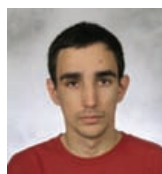
U prošlosti, GIS tehnologija je bila veoma skupa i dostupna samo velikim kompanijama i državnim institucijama. Međutim ovaj trend se veom brzo menja. GIS tehnologija postaje sve dostupnija iz sledećih razloga:

1. Pojavom sve većeg broja snabdevača potpuno besplatnih karata na internetu. Ovo je navelo i mnoge komercijalne snabdevače da pruže brojne besplatne usluge (često uz neka manja ograničenja).
2. Razvojem prostornih baza podataka. Najnoviji trend je da baze podataka poseduju tipove za opis prostornih podataka i podržavaju prostorno indeksiranje, koje u velikoj meri ubrzava analizu podataka.
3. Prethodne dve stavke su dovele do velikog broja rešenja sa dostupnim izvornim kodom, na koje se oslanjao i autor ovog sistema.

5. LITERATURA

- [1] David Buckey – “Introduction to GIS”
- [2] Alastair Aitchison – “Beginning Spatial with SQL server 2008”
- [3] Mathew MacDonald – “Pro Silverlight 2 in C# 2008”
- [4] Andrew Troelsen – “Pro C# 2008 and the .NET 3.5 Platform”
- [5] Stevan Radojčić – “Transformacija koordinata između Gaus-Kriggerove projekcije i svetske poprečne Merkatorove projekcije za teritoriju Srbije”, Vojnotehnički glasnik 4/08

Kratka biografija:



Mladen Pećanac rođen je u Splitu 7.10. 1984. god. Apsolvent na Fakultetu tehničkih nauka, smer računarstvo i automatika, odsek računarska tehnika i računarske komunikacije

Jedno rešenje dinamičkog prilagođenja integrisanog razvojnog okruženja na različite ciljne DSP platforme

Bojan Čulafić, Branislav Rankov, Miodrag Đukić, Jelena Kovačević

Sadržaj — U radu je prikazano jedno rešenje prilagođenja razvojnog okruženja dinamičkom rekonfigurisanju u zavisnosti od izabrane platforme. Razvojno okruženje se zasniva na *Eclipse* platformi. U radu je dat kratak prikaz razvojnog okruženja, kao i prikaz potrebnih prilagođenja koja su izvršena da bi se postigao željeni cilj zadatka. U kratkim crtama je objašnjen sistem za testiranje i rezultati koji su dobijeni testiranjem.

Cljučne reči — DSP, dinamičko ponašanje razvojnog okruženja, XML.

I. UVOD

DINAMIKA razvoja DSP procesora nameće zahtev za brzim razvojem alata u vidu razvojnih okruženja pomoću kojih će se obezbediti razvoj programske podrške za njih. Prilikom razvoja integrisanih razvojnih okruženja za DSP procesore teži se tome da razvojno okruženje podrži što širi spektar klasa ovih procesora. Podaci o podržanim DSP procesorima ili ciljnim platformama su obično upisani direktno u izvorni kod razvojnog okruženja.

Cilj ovog rada je prilagođenje izvornog koda razvojnog okruženja tako da se ono dinamički rekonfiguriše u zavisnosti od dobijenih podataka o izabranoj platformi za koju se razvija programska podrška. Realizacijom rada je omogućeno da se podaci o podržanim platformama

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Bojana Čulafića. Mentor je bio prof.dr Miroslav Popović.

b) Rad je prethodno publikovan na Konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2009.

Bojan Čulafić, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Srbija,
(email: bojan.culafic@rt-sp.com)

Branislav Rankov, RT-SP, Vojvode Šupljikca 26, Novi Sad, Srbija,
(email: branislav.rankov@rt-sp.com)

Miodrag Đukić, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Srbija,
(email: miodrag.djukic@rt-sp.com)

Jelena Kovačević, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Srbija,
(email: jelena.kovacevic@rt-sp.com)

dobijaju dinamički i da se koriste u celom razvojnom okruženju sa jednog centralnog mesta. Ovakav pristup razvoju razvojnog okruženja omogućuje rad sa različitim ciljnim platformama bez menjanja izvornog koda samog okruženja.

II. PREGLED ARHITEKTURE DSP PROCESORA

DSP procesori predstavljaju specijalizovani dizajn procesora namenjenih prvenstveno obradi digitalnih signala. Njihova upotreba se poslednjih godina drastično povećala, a samim tim su postali i ključne komponente u raznim korisničkim, komunikacijskim, medicinskim i industrijskim uređajima. Uzrok ovome je manja cena u odnosu na klasične procesore i veća energetska efikasnost, kao i [1].

Arhitektura DSP procesora donosi veću propusnu moć u odnosu na klasične procesore. Njihova arhitektura je obično zasnovana na Harvard arhitekturi. Harvard arhitektura rešava problem „uskog grla“ prilikom učitavanja podataka iz memorije odvajanjem memorije podataka i programske memorije i dodavanjem posebnih magistrala za obe memorije [2]. Arhitektura ovih procesora obično sadrži i razna unapređenje na fizičkom nivou, kao što su:

- Brze množačke jedinice,
- Više množačkih jedinica,
- Efikasan pristup memoriji,
- Rad sa brojevima u nepokretnom zarezu,
- Specijalizovan set instrukcija,
- Programske petlje,
- Direktan pristup memoriji, itd.

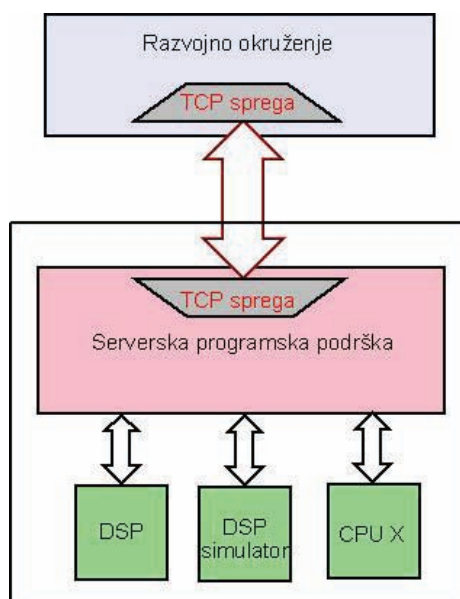
Veći zahtevi za obradom zvuka i video slike u visokoj rezoluciji, kao i nagli razvoj telekomunikacionih uređaja, pre svega mobilnog interneta, usmerio je razvoj DSP procesora ka povećanju broja procesorskih jezgara, registara i memorije koja je sadržana u samom procesoru u cilju povećanja propusne moći [3].

III. OPIS RAZVOJNOG OKRUŽENJA

Razvojno okruženje se zasniva na *Eclipse* platformi i namenjeno je prvenstveno za razvoj programske podrške na jednoj klasi DSP procesora, uz mogućnost proširenja i za druge ciljne platforme. *Eclipse* platforma pruža

mogućnost lakog proširivanja postojeće funkcionalnosti putem komponenti (*plugin*). Komponente su međusobno povezane putem priključnih tačaka (*extension point*) i priključaka (*extension*). Komponente mogu da sadrže više priključnih tačaka i priključaka. Uparivanjem priključaka je moguće povezati dve komponente [5]. Na ovaj način je obezbeđena laka proširivost i fleksibilnost razvojne platforme.

Razvojni sistem se sastoji od dve odvojene celine povezane putem TCP sprege, kao što je to prikazano na Sl. 1.



Sl. 1. Blok šema celina razvojnog okruženja. Blok pod nazivom *CPU X* predstavlja jedno moguće proširenje serverske programske podrške.

Razvojno okruženje dobija sve potrebne podatke koji su neophodni za kontrolisano izvršenje realizovane programske podrške putem TCP sprege.

Serverska programska podrška za pružanje podataka o podržanim platformama (u daljem tekstu server) predstavlja spregu između ciljnih platformi (razvojnih ploča, simulatora) i razvojnog okruženja. U serveru su sadržani svi podaci o platformama za koje je moguće razvijati programsku podršku. Preko servera je moguće dobiti podatke o trenutno podržanim platformama, o trenutno aktivnoj platformi, kao i podatke o vrednostima upisanim u procesorske registre i memorijske lokacije aktivne platforme. Server je razvijen u programskom jeziku C++. Podaci o podržanim simulatorima se nalaze u posebnoj DLL biblioteci koja se dinamički učitava kada se pojavi potreba za simulatorom. Na ovaj način je obezbeđen jednostavan mehanizam za dodavanje novih simulatora u vidu DLL biblioteka koji ne moraju biti vezani samo za DSP procesore.

Razvojno okruženje i server su pokrenuti na istom računaru.

IV. OPIS REALIZACIJE

Realizacija se sastoji iz više koraka:

- Definisanje sadržaja XML datoteka za opis ciljnih platformi;

- Prilagođenje izvornog koda razvojnog okruženja;
- Prilagođenje izvornog koda servera.

Pored toga je realizovan i skup klasa za opis platformi koje su implementirane u izvorni kod razvojnog okruženja.

A. Definisanje XML datoteka

Za potrebe zadatka definisane su datoteke koje sadrže podatke o podržanim platformama sa kojima se može raditi u razvojnom okruženju. Bilo je potrebno obezbediti dobru čitljivost i laku proširivost tih datoteka. Za opis podataka u datotekama izabran je XML jezik zbog svoje proširivosti i tekstualnog formata koji je lako čitljiv. XML (*Extensible Markup Language*) je proširivi jezik za označavanje (*markup*) tekstualnih dokumenata [6].

Definisane su dve XML datoteke koje sadrže podatke o platformama

Na Sl. 2. je prikazan format XML datoteke koja sadrži podatke o podržanim platformama u razvojnom okruženju.

U ovoj datoteci definišu se:

- Sve podržane platforme,
- Nazivi tih platformi,
- Jezgra svake platforme,
- Ime za svako navedeno jezgro.

```
<targetinfo_list>
<target>
<target_name>ime_uređaja</target_name>
<cores>
<core>
<core_name>ime_jezgra</core_name>
</core>
<core>
<core_name>ime_jezgra</core_name>
</core>
</cores>
</target>
</targetinfo_list>
```

Sl. 2. Format XML datoteke koja opisuje podržane platforme u razvojnom okruženju

Sa Sl. 2. se vidi da je početak i kraj datoteke označen XML tagom `<targetinfo_list>` između kojih se definišu podržane platforme. Svaka novi opis platforme počinje tagom `<target>`. Između ovih tagova se definišu osnovni podaci o platformi. Naziv platforme se definiše između tagova `<target_name>`, a između tagova `<cores>` se definišu jezgra platforme. Svaka platforma može imati proizvoljan broj jezgara koja se definišu između tagova `<core>`. Jedini podatak o jezgri podržane platforme je njegovo ime, koje se upisuje između tagova `<core_name>`.

Na Sl. 3. je prikazan format XML datoteke koja sadrži detaljniji opis platforme.

Podaci koji se definišu u ovoj datoteci su:

- Ime uređaja na koji se odnosi datoteka,
- Definicija svakog jezgra platforme,
- Ime definisanog jezgra,
- Memorijski prostor svakog jezgra,
- Memorijski segmenti unutar memorijskog

- prostora,
- Podaci o svakom memorijskom segmentu,
- Registri sadržani u jezgru,
- Grupe registara,
- Nazivi navedenih grupa,
- Registri u okviru navedene grupe,
- Ime svakog registra,
- Tip navedenih registara.

```

<target_info>
  <target_name>ime</target_name>
  <core_info>
    <core_name>ime_jezgra</core_name>
    <memory_map>
      <memory_segment>
        <zone>mem_zona</zone>
        <kind></kind>
        <start_addr>početna_adresa</start_addr>
        <end_addr>krajnja_adresa</end_addr>
      </memory_segment>
    </memory_map>
    <registers>
      <group>
        <group_name>ime_grupe</group_name>
        <register>
          <reg_name>ime_registra</reg_name>
          <reg_type>tip_registra</reg_type>
        </register>
      </group>
    </registers>
  </core_info>
</target_info>

```

Sl. 3. Format XML datoteke koja sadrži šire podatke o platformi

Datoteka počinje i završava se tagom `<target_info>` između kojih se nalaze detaljni podaci o platformi. U ovoj datoteci je moguće definisati memorijske segmente za svako jezgro, kao i njegove registre. Definisanje memorijskog segmenta predviđeno je između tagova `<memory_segment>`. Bliži opis memorijskog segmenta kao što je navođenje zone memorije kojoj pripada, tipa memorije, početne i krajnje adrese memorijskog segmenta, kao i navođenje da li je moguće upisivati sadržaj u memorijski segment se obavlja između tagova `<zone>`, `<kind>`, `<start_addr>`, `<end_addr>` i `<writeable>`, respektivno. Svako jezgro može imati više ovakvih memorijskih segmenata koji su definisani između tagova `<memory_map>`. Na ovaj način je omogućen opis strukture memorije raznih ciljnih platformi.

Pored memorijskih segmenata svako jezgro se opisuje i skupom registara. Registri se definišu između tagova `<registers>` i podeljeni su u grupe. Svaka grupa ima svoj naziv koji se stavlja između tagova `<group_name>`. Unutar svake grupe se definišu registri. Svaki registar je opisan svojim imenom i tipom između tagova `<reg_name>` i `<reg_type>`.

Koristeći format XML datoteke prikazane na Sl. 3 moguće je opisati sva jezgra ciljne platforme sa memorijskim prostorom i registrima koje određena jezgra sadrže i na taj način koji omogućiti rad sa tom platformom u okviru razvojnog okruženja.

B. Prilagođenje razvojnog okruženja i serverske programske podrške

Cilj prilagođenja razvojnog okruženja je da se podaci o ciljnim platformama dobijaju putem TCP sprege od zastupničke programske podrške i da se uz pomoć dobijenih podataka izvrši dinamičko rekonfigurisanje razvojnog okruženja za svaku ciljnu platformu posebno.

Prilikom pokretanja kontrolisanog izvršenja programske podrške, razvojno okruženje prima znakovni niz uređen po XML specifikaciji od servera putem TCP sprege koji sadrži podatke o izabranoj platformi. On se razvojnom okruženju parsira pomoću realizovanog parsera XML datoteka, a podaci dobijeni parsiranjem se učitavaju u realizovan skup klasa za opis platforme. Implementacija klasa za opis platforme je izvršena tako da im se pristupa statički iz izvornog koda razvojnog okruženja, odnosno u svakom trenutku postoji samo jedna instanca klase koja daje podatke o platformama. Na ovaj način su podaci o platformama centralizovani unutar izvornog koda razvojnog okruženja čime je otklonjena potreba za višestrukim postojanjem ovih podataka.

Podaci o registrima i memorijskim segmentima se učitavaju samo u instancu klase koja opisuje izabranu platformu. Po zaustavljanju kontrolisanog izvršenja programske podrške ovi podaci se brišu iz instance klase.

U okviru razvojnog okruženja su sadržani preglednik registara i preglednik memorije. Ovi preglednici se rekonfigurišu, prilikom pokretanja kontrolisanog izvršenja programske podrške, naspram učitanih podataka o izabranoj platformi.

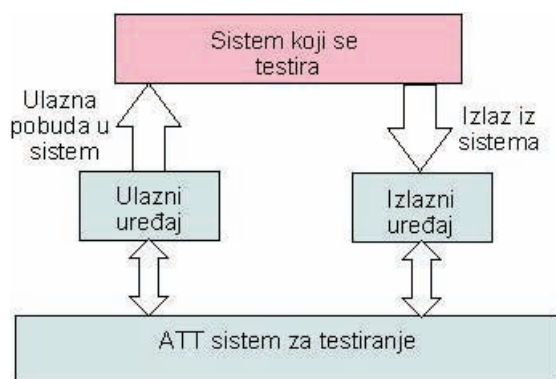
Preglednik registara, putem realizovane klase, učitava podatke o registrima iz instance klase koja opisuje trenutno izabranu platformu i upisuje ih u stabla (*tree*) koja se potom prikazuju u pregledniku. Preglednik može prikazati bilo koji skup registara opisan u dobijenim podacima. Po prekidu kontrolisanog izvršenja programske podrške, podaci o registrima se brišu, pa samim tim i preglednik registara ne prikazuje registre.

Preglednik memorije omogućuje pregled sadržaja memorijskih segmenata koji su sadržani u nekoj platformi. Podaci o memorijskim segmentima koji mogu da se prikažu u pregledniku memorije se čitaju iz instance klase koja opisuje trenutno aktivnu platformu. Prekidom kontrolisanog izvršenja programske podrške za izabranu platformu se gubi mogućnost pregleda memorijskih segmenata usled nedostatka podataka o njima.

Prilagođenje zastupničke programske podrške se odnosi na realizaciju funkcije koja obezbeđuje podatke ciljnoj platformi. Ova funkcija treba da se realizuje u svim trenutno podržanim platformama u okviru zastupničke programske podrške. Zadatak funkcije je učitavanje svih podataka o izabranoj platformi i smeštanje tih podataka u znakovni niz uređen po XML specifikaciji. Dobijeni znakovni niz se šalje razvojnom okruženju prilikom pokretanja kontrolisanog izvršenja programske podrške za izabranu platformu.

V. TESTIRANJE

Testiranje realizovanog rešenja je vršeno pomoću programske podrške ATT (*Automatic Test Tool*) koja je razvijena na odseku za računarsku tehniku i računarske komunikacije Fakulteta Tehničkih Nauka u Novom Sadu. ATT platforma je razvijena na principu crne kutije što znači da je moguće testirati razne sisteme bez poznavanja njihove unutrašnje strukture. Platforma za testiranje se sastoji od uređaja koji predstavljaju osnovnu jedinicu funkcionalnosti sistema, a ujedno su i sprega sistema za testiranje sa sistemom koji se testira. Uređaji su realizovani u obliku DLL biblioteka, što omogućuje lako proširenje sistema za testiranje novim uređajima. Na Sl. 4. je prikazan princip testiranja pomoću ATT sistema za testiranje.



Sl. 4. Princip testiranja pomoću ATT sistema za testiranje.

Testiranje je izvršeno pomoću ATT sistema za testiranje i programske podrške *diff.exe*. Programska podrška *diff.exe* služi za poređenje sadržaja dve datoteke. Pošto je funkcija realizovanih klasa isključivo opis uređaja i pružanje podataka o njima, testiranje je obavljeno upravo u ovim sferama, učitavanju i pružanju učitanih podataka.

Napravljene su dve grupe testova od kojih se prvi odnosi na podatke koji se učitavaju iz XML datoteke koja sadrži osnovne podatke o podržanim uređajima, a drugi skup testova se odnosi na šire podatke o uređaju, koji se takođe dobijaju u XML formi. Za potrebe testiranja realizovana je konzolna programska podrška koja omogućuje učitavanje podataka u realizovane klase, a kao izlaz daje XML formatiranu datoteku dobijenu iščitavanjem podataka iz tih klasa. Pored toga ona vrši i poređenje ulazne i izlazne datoteke pomoću *diff.exe* programske podrške. Prilikom pokretanja ove programske podrške potrebno joj je proslediti putanju do ulazne XML datoteke, putanju do izlazne XML datoteke i putanju do datoteke u koju će se upisivati rezultati poređenja (*log*).

Obe grupe testova se sastoje od po dva skupa testova od kojih rezultat prvih treba da bude pozitivan, a drugih negativan. Za obe grupe testova su napravljeni testni koraci u ATT sistemu za testiranje, koristeći uređaj *CmdLine*. Putem uređaja *CmdLine* moguće je pozivati proizvoljne konzolne programske podrške iz ATT sistema. Testovi se pokreću u ATT sistemu, a zatim se vrši provera

dobijenih rezultata koji se nalaze u datoteci sa rezultatima. Za svako uspešno poređenje dve datoteke programska podrška upisuje *true* u datoteku sa rezultatima, a za neuspešno poređenje *false*.

Rezultati testiranja su u predviđenim okvirima. Ulazne XML datoteke koje su pravilno formatirane se učitavaju u klase i na izlazu iz programske podrške imamo izlaznu XML datoteku identičnu ulaznoj. Nepravilno formatirane ulazne XML datoteke prouzrokuju generisanje izuzetka od strane korišćenog parsera XML dokumenata, podaci o uređajima nisu učitani u klase, što dovodi do ne postojanja podataka u izlaznoj XML datoteci, a samim tim i negativnog rezultata testa.

VI. ZAKLJUČAK

Prednost realizovanog rešenja u odnosu na slična je ta što se na ovaj način dobilo dinamičko rekonfigurisanje razvojnog okruženja naspram podataka koje razvojni okruženje dobija o izabranoj platformi. Ovo znači da je moguće izmeniti postojeću ili dodati potpuno novu platformu u okviru servera i ona će biti automatski podržana i u razvojnem okruženju bez potrebe za menjanjem samog izvornog koda razvojnog okruženja. Dobijenim rešenjem je omogućen rad razvojnog okruženja i sa višezgarnim sistemima.

Realizacijom ovog zadatka je značajno ubrzan proces dodavanja novih platformi koje su podržane razvojnim okruženjem i smanjena je mogućnost greške u podacima koje opisuju platformu jer su ovi podaci centralizovani.

LITERATURA

- [1] Jennifer Eyre, Jeff Bier, *The Evolution of DSP Processors*, IEEE Signal Processing Magazine, 2000.
- [2] V. Kovačević, M. Popović, M. Temerinac, N. Teslić, *Arhitekture i algoritmi digitalnih signal procesora I*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2005.
- [3] Lina J. Karam, Ismail AlKamal, Alan Gatherer, Gene A. Frantz, David V. Anderson, Brian L. Evans, *Trends in multi-core DSP platforms*, IEEE Signal Processing Magazine, 2009.
- [4] Branislav Rankov, *Jedan pristup proširenju sistemskih programskih alata na osnovu standarda DWARF 2*, diplomski – master rad, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2009.
- [5] Wayne Beaton, Jeff McAffer, *Eclipse Rich Client Platform*, Eclipse Foundation, Inc, 2006.
- [6] James Duncan Davidson, *Java API for XML Parsing*, Sun Microsystems, Inc, 2000.

ABSTRACT

This paper presents one solution of changing Eclipse based IDE to achieve dynamic behavior dependent on chosen platform. It gives basic information about developed IDE and changes made to fulfill demands of dynamic behavior. Last part of this paper explains testing system which is used and testing results.

ONE IMPLEMENTATION OF IDE WITH CAPABILITY OF DYNAMIC ADAPTATION TO DIFFERENT TARGET DSP PLATFORMS

Bojan Čulafić, Miodrag Đukić, Jelena Kovačević

ISPITIVANJE KARAKTERISTIKA UZORKA STAKLA DOPIRANOG ERBIJUMOM ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF THE ERBIUM DOPED GLASS SAMPLE

Dejan Cvijović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su prikazani rezultati merenja pojačavačkih karakterika uzorka dopiranog erbijumom. Opisan je postupak povezivanja opreme koja je korišćena prilikom merenja. Merenja su vršena u dva koraka:

1. ispitivana je transparentnost uzorka na različitim talasnim dužinama.

2. merena je snaga propuštenog multipleksiranog signala kroz uzorak.

Grafički i tabelarno su pokazani i analizirani rezultati merenja.

Abstract – The paper presents the measurement results of Erbium doped sample amplification characteristics. Described the procedure for connecting the equipment used during the measurements. Measurements were carried out in two steps:

1. studied the transparency of the sample at different wavelengths.

2. measured the transmit power of multiplexed signal through the sample.

Graphics and tables are displayed and analyzed results of measurements..

Ključne reči: erbijum, pojačavači, laserski izvor, optički spektralni analizator, merenje snage.

1. UVOD

Zbog neminovno prisutnog slabljenja, optički signali [1] se prenose na određenu daljinu. Primenom optičkih pojačavača, daljine za prenos optičkih signala se mogu povećati. Ključna je primena pojačavača sa vlaknima dopiranih erbijumom za prenos DWDM optičkih signala na veće daljine.

Pojačavač sa vlaknom dopiranim erbijumom (Erbium-Doped Fiber Amplifier) predstavlja nezaobilazan element u projektovanju optičkih linkova srednje i velike dužine, pošto ima skoro idealne osobine za takvu primenu: polarizaciono nezavisno pojačanje, malo međukanalno preslušavanje, širok propusni opseg, neosetljivost na protokole u mreži itd.

Erbijum je redak element, koji pobuđen emituje svetlost talasne dužine 1540 nm, a to je talasna dužina na kojoj je najmanje slabljenje i koja se koristi u DWDM [2] sistemu. Slab signal ulazi u erbijumom dopirano vlakno, u koje se ubacuje svetlost, pomoću lasera za upumpavanje. Ova svetlost pobuđuje atome erbijuma, kako bi oslobodili

sakupljenu energiju kao dodatnu svetlost talasne dužine oko 1550 nm. Kako se ovaj proces nastavlja kroz vlakno, signal postaje sve jači.

2. OPREMA ZA MERENJA

Za ova merenja korišćena su dva promenljiva laserska izvora TLS-55C (1528 nm – 1564 nm) [3] i Agilent 81949A (1520nm-1630nm)[4]. Agilentov promenljivi izvor je modul platforme za testiranje fiber-optičkih komponenti - Agilent 8164B.



Slika 1. Agilent 8164B sa modulom 81949A

Snagu signala smo merili pomoću merača snage PM300 na koji je montiran optički senzor S122B[5].



Slika 2. PM300 sa optičkim senzorom S122B

Za proveru multipleksiranih signala smo koristili Optički spektralni analizator FTB-5230[6] sa opsegom talasnih dužina: od 1250 do 1650 nm. Optička spektralna analiza predstavlja merenje optičkih signala u funkciji frekvencije i vremena.

Optički spektralni analizator FTB-5230 se može koristiti za: testiranje laserskih izvora (spektralna karakteristika i raspodela snage), testiranje karakteristika prenosa optičkih uređaja, praćenje parametara CWDM signala i merenje talasnih dužina i snage laserskih izvora.

3. MERENJA

3.1. Povezivanje opreme

Prvo smo kompaktni podesivi laser - Agilent 81949A, preko *patch cord* monomodnog optičkog vlakna povezali sa aparaturom za merenje snage kao na **slici 3**, kako bismo ispitali apsorpcione karakteristike uzorka.

NAPOMENA:

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



Slika 3. Aparatura za merenje snage

Za merenje snage signala smo koristili optičku glavu S122B, opsega optičke snage od 35 nW do 35 mW i talasne dužine od 700nm do 1800nm, i optički merač snage PM300E. Na **slici 4.** je prikazan uzorak hemijskog sastava: $[(As_2S_3)_{30}(GeS_2)_{70}]_{1-y}(Er_2S_3)_y$, koji smo koristili u merenjima.



Slika 4. Uzorak

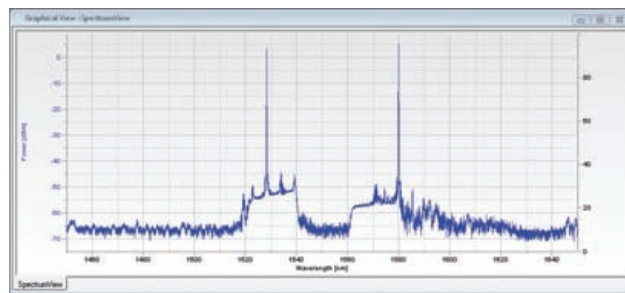
Zatim smo kompaktni podesivi laser - Agilent 81949A i optički podesivi laser TLS-55C povezali, korišćenjem dva monomodna *patch-cord-a* sa PC-SC konektorima, na multiplekser (**slika 5**). Multiplekser korišćen u ovim merenjima ima predviđena 4 ulaza za multipleksiranje signala. Da bi ih multiplekser propustio, oni moraju da uđu u opsege filtarskog prozora svakog ulaza, a to su 1510 ± 10 nm, 1530 ± 10 nm, 1550 ± 10 nm i 1570 ± 10 nm, respektivno. Sve vrednosti van tih opsega bivaju snažno oslabljene pojedinačnim filtrom.

Podesivi laser TLS-55C smo podesili na talasnu dužinu 1528 nm, simulirajući pumpanje, dok smo talasnu dužinu podesivog lasera podesili na vrednost 1580 nm, što simulira koristan signal. Zbog toga smo signale lasera TLS-55C i kompaktnog podesivog lasera Agilent 81949A propuštali kroz ulaze 1530 ± 10 nm i 1570 ± 10 nm multipleksa, respektivno.



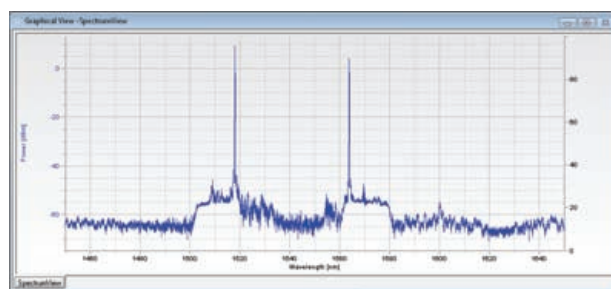
Slika 5. Multiplekser

Multipleksiran signal smo potom doveli na optički spektralni analizator FTB-5230, takođe pomoću *patch cord-a* sa monomodnim vlaknom. Izgled spektra multipleksiranog signala prikazan je na **slici 6**.



Slika 6. Izgled spektra dva multipleksirana laserska signala

U poslednjem merenju smo talasnu dužinu signala podesivog lasera podesili na vrednost 1518 nm, dok smo signal lasera TLS-55C podesili na talasnu dužinu 1564 nm. Tako da smo signale kompaktnog podesivog lasera Agilent 81949A i lasera TLS-55C propuštali kroz ulaze 1520 ± 10 nm i 1570 ± 10 nm multipleksa. Izgled spektra ovako dobijenog multipleksiranog signala prikazan je na **slici 7**.



Slika 7. Izgled spektra multipleksiranog signala

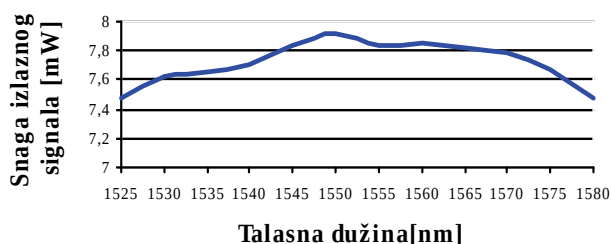
Ovim smo izvršili proveru signala koje šaljem na uzorak. Nakon toga smo merili snagu multipleksiranog signala bez i sa prolaskom kroz uzorak, takođe pomoću aparature prikazane na **slici 6.1**.

3.2. Rezultati merenja

Na početku smo izvršili merenja na 13 različitih talasnih dužina u opsegu od 1520 nm do 1580 nm signala snage 10 mW iz podesivog laserskog izvora. Pre toga smo izmerili stvarnu snagu signala laser, koja iznosi 9.6 mW, što je posledica slabljenja signala na konektorima. U **tabeli 1.** su prikazani rezultati ovih merenja.

λ [nm]	1525	1530	1535	1540	1545	1550
P[mW]	7,48	7,62	7,65	7,7	7,83	7,92
λ [nm]	1555	1560	1565	1570	1575	1580
P[mW]	7,84	7,86	7,82	7,79	7,67	7,48

Tabela 1. Snaga izlaznog signala propuštenog kroz uzorak

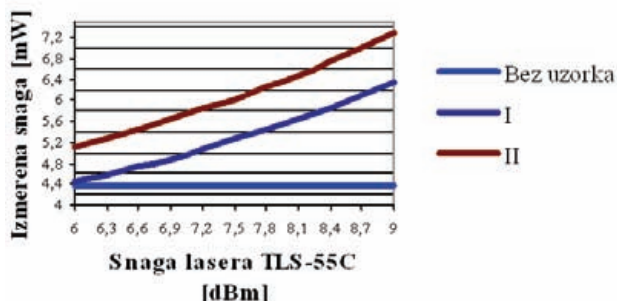


Slika 8. Snaga izlaznog signala propuštenog kroz uzorak

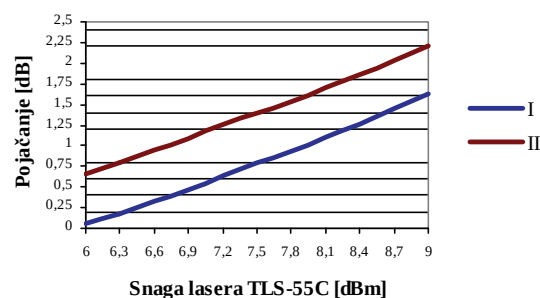
U sledećim merenjima (**tabela 2.**) prvo smo izmerili snagu signala kompaktnog podesivog lasera maksimalne talasne dužine 1580 nm, snage 10 mW, koji smo propustili kroz multiplekser. Potom smo priključili i laser TLS-55C minimalne talasne dužine 1528 nm, kome smo menjali snagu. Zatim smo merili snagu multipleksiranog signala, koji smo propustili kroz uzorak. Merenja smo izvršili za deset različitih vrednosti snage u opsegu od 6 do 9 dBm (od 3.98 do 7.9 mW).

Laserski izvori			Izlazna snaga [mW]		
Agilent 81949A	TLS-55C		Bez uzorka	Sa uzorkom	
P [mW]	P [dBm]	P [mW]		I	II
10	6	3,98	4,38	4,44	5,1
10	6,3	4,26	4,38	4,57	5,27
10	6,6	4,57	4,38	4,73	5,45
10	6,9	4,89	4,38	4,88	5,63
10	7,2	5,25	4,38	5,08	5,86
10	7,5	5,62	4,38	5,26	6,03
10	7,8	6,03	4,38	5,43	6,25
10	8,1	6,46	4,38	5,66	6,48
10	8,4	6,92	4,38	5,86	6,74
10	8,7	7,41	4,38	6,12	7,01
10	9	7,94	4,38	6,36	7,28

Tabela 2. Rezultati merenja snage signala bez i sa prolaskom kroz uzorak (koristan signal 1580nm, pumpajući signal 1528nm)

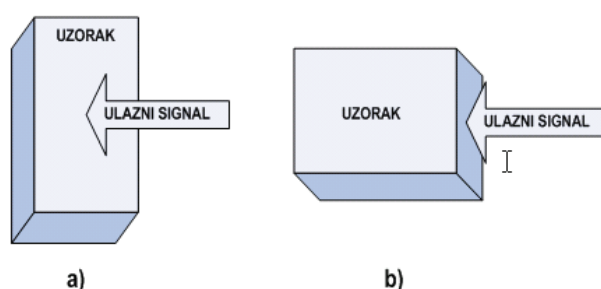


Slika 9. Zavisnost izlazne snage od snage pumpanog signala



Slika 10. Zavisnost pojačanja snage od snage pumpanog signala

Kolone I i II predstavljaju rezultate merenja dobijenih propuštanjem multipleksiranog signala kroz uzorak na dva načina. U drugom slučaju signal duže putuje kroz uzorak.



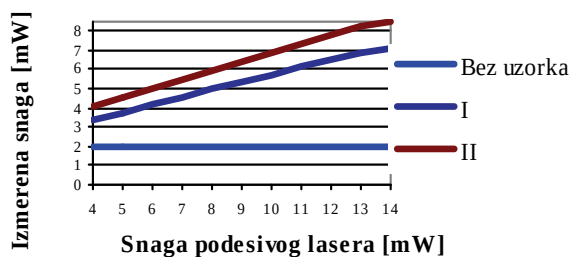
Slika 11. Propuštanje signala kroz uzorak a) I način, b) II način

Na kraju (**tabela 3.**) ponovili smo prethodno merenje sa tom razlikom što smo signal lasera TLS-55C podesili na maksimalnu talasnu dužinu 1564 nm i snagu na 6 dBm (3.98 mW).

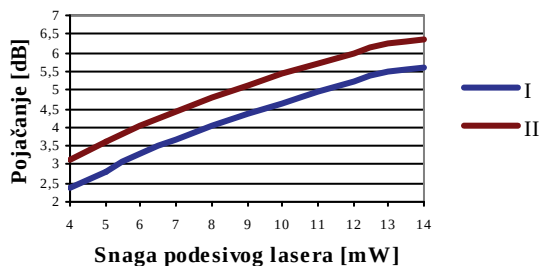
Takođe smo talasnu dužinu signala izvora Agilent 81949A podesili na minimalnu vrednost 1518 nm, dok smo snagu menjali u opsegu od 4 do 14 mW, sa korakom od 1 mW.

Laserski izvori			Izlazna snaga [mW]		
Agilent 81949A	TLS-55C		Bez uzorka	Sa uzorkom	
P [mW]	P [dBm]	P [mW]		I	II
4	6	3,98	1,96	3,37	4,04
5	6	3,98	1,96	3,76	4,51
6	6	3,98	1,96	4,17	4,99
7	6	3,98	1,96	4,56	5,45
8	6	3,98	1,96	4,95	5,93
9	6	3,98	1,96	5,34	6,39
10	6	3,98	1,96	5,74	6,86
11	6	3,98	1,96	6,14	7,34
12	6	3,98	1,96	6,53	7,79
13	6	3,98	1,96	6,92	8,26
14	6	3,98	1,96	7,09	8,46

Tabela 3. Rezultati merenja snage signala bez i sa prolaskom kroz uzorak (koristan signal 1564nm, pumpajući signal 1518nm)



Slika 12. Zavisnost izlazne snage od snage pumpanog signala



Slika 13. Zavisnost pojačanja snage od snage pumpanog signala

4. ZAKLJUČAK

Merenja u optičkim sistemima su osetljiva i potrebno je praktično i teorijsko znanje da bi se postigli dobri rezultati. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da uzorak stakla dopiran erbijumom koji smo ispitivali ispunjava zahteve na osnovu kojih bi se napravio optički pojačavač. Iz prvih merenja smo utvrdili da pri prolasku signala kroz uzorak do najmanjeg slabljenja dolazi na talasnoj dužini od 1550 nm, što se poklapa sa teorijskom analizom. U sledećim merenjima, kada smo propuštali multipleksirane signale kroz uzorak, simulirajući koristan signal i pumpanje, dobili smo pojačan signal na izlazu. Signal smo propuštali na dva načina kroz uzorak i dobili za prosečno 0,5 mW veće signale, pri tri puta dužem prolasku.

Ovim smo pokazali da pojačanje zavisi od dužine pojačavača. Iz ovih rezulta se vidi i da pojačanje raste sa povećanjem snage pumpanja, ali do neke određene vrednosti, kada dolazi do zasićenja.

Takođe, možemo zaključiti da se u poslednjim merenjima dobije veće pojačanje, kao posledica prostiranja korisnog signala na talasnoj dužini bliže 1550 nm, gde je manje uneseno slabljenje.

Sledeći korak bilo bi izvlačenje vlakna od ovog materijala i laboratorijsko ispitivanje karakteristika tako dobijenog optičkog pojačavača.

5. LITERATURA

- [1] Miloš B. Živanov, Miloš P. Slankamenac, "Optoelektronika, praktikum za laboratorijske vežbe", Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Edicija: Univerzitetski udžbenik, Novi Sad, 2006.
- [2] Optoelektronika, Miloš B. Živanov, Novi Sad, 2001.
- [3] TLS-55C/55L Smart Optical Tunable Laser Source manual, www.jdsu.com.
- [4] Agilent 8164B, 81949A user manual, www.agilent.com
- [5] PM300, S122B user manual, www.thorlabs.com
- [6] FTB-5230 manual, www.exfo.com.

Kratka biografija:



Dejan Cvijović rođen je u Užicu 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Optoelektronika odbranio je 2009.god.

ANALIZA S&C INTELLITEAM II AUTOMATSKE RESTAURACIJE SISTEMA

ANALYSIS OF S&C INTELLITEAM II AUTOMATIC RESTORATION SYSTEM

Radovan Tomić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazan je i objašnjen INTELLITEAM II patentiran sistem automatske restauracije u DES-u (distributivni električni sistem) koji koristi distributivnu inteligenciju i *peer-to-peer* komunikaciju da prekine i izolira sekciju u kvaru i povрати napajanje sekcijama koje nisu zahvaćene kvarom.

Abstract – This paper deals with IntelliTEAM II as a patented automatic power restoration system that uses distributed intelligence and *peer-to-peer* communication to switch and isolate the faulted line section and restore power to unfaulted line sections.

Ključne reči: Restauracija, *peer-to-peer* komunikacija.

1. UVOD

Do 1990 godine tehnološki proboj [1] u automatizaciji DES-a tekao je sporo. Rani SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) sistemi su obezbeđivali poboljšanje pouzdanosti i mnogi od tih sistema su bili tek nešto više od dodatka SCADA-i izvan granica podstanice. Sa svojim relativno malim proračunima i mogućnostima komunikacije, ovi rani sistemi su tražili visok stepen ljudske intervencije i nudili su malo na stvarnom putu automatizacije. Kao rezultat toga očekivanja nisu bila uvek ispunjena, bila su praćena ograničenjima i ponovnim računanjem mnogih projekata. Uprkos tome tehnologija je napredovala i mnoge lekcije su naučene, posebno od 1990-te do sada. Razvijene su mnoge napredne automatske aplikacije, koje su mnogo praktičnije i lakše za korišćenje i primenu.

Tehnologija nastavlja da kreira okruženje povećanja očekivanja za pouzdanost delova električnog sistema.

U radu je ukratko opisan IntelliTEAM sistem za automatsku izolaciju kvara i restauraciju napajanja potrošača koji su tom prilikom ostali bez napajanja.

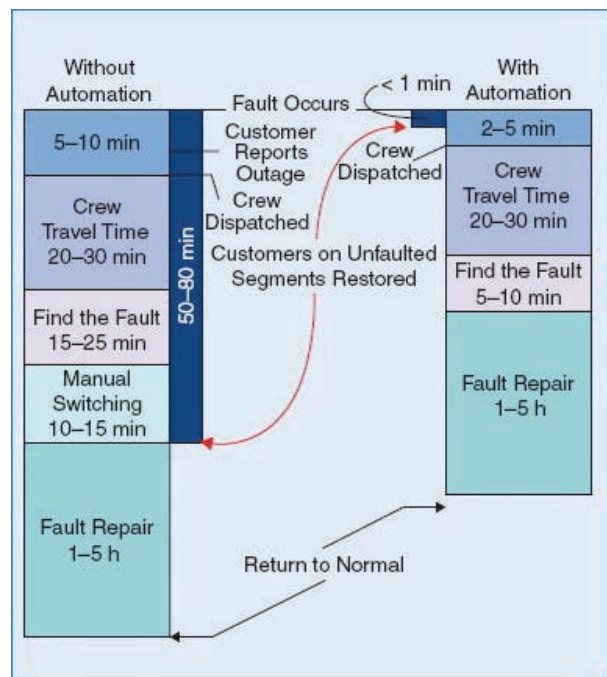
2. POTREBA ZA PRIMENOM DISTRIBUTIVNE AUTOMATIKE

Pre razmatranja “kako” postavlja se pitanje “zašto” se u DES želi automatizacija fidera. Razlozi za automatizacijom DES-a su različiti. Značajno poboljšanje pouzdanosti je prvi i najvažniji razlog. Smanjenje SAIDI (Sistem Average Interruption Duration Index-indeks prosečnog trajanja otkaza sistema) je ključni razlog. U nekim državama postoji javna komisija koja je ovlašćena za izvođenje poboljšanja, bilo kroz direktni nalog, bilo davanjem podsticaja (ili kažnjavanjem). Najvažnije, kada je odluka o povećanju pouzdanosti napravljena,

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji je mentor bio prof. dr Duško Bekut.

onda proračun relativnih troškova smanjenja SAIDI indeksa pokazuje da je automatizacija fidera najjeftinija i skoro najbrži put za postizanje tog cilja.



Slika 1. Restauracija nakon ispada sa i bez distributivne automatike

Na Slici 1 prikazan je vremenski tok restauracija dela DES-a sa i bez napredne automatizacije. Pokazano vreme može biti duže u slučaju nevremena i višestrukih ispada. U slučaju kada se koristi distributivna inteligencija primenjena na izvodima, restauracija delova izvoda koji nisu u kvaru traje manje od jednog minuta. Kada je fider podeljen sa više automatskih rastavljača snage, SAIDI indeks se poboljšava.

Ručno izvođenje složene restauracije bez preopterećenja zahteva izvesno vreme.

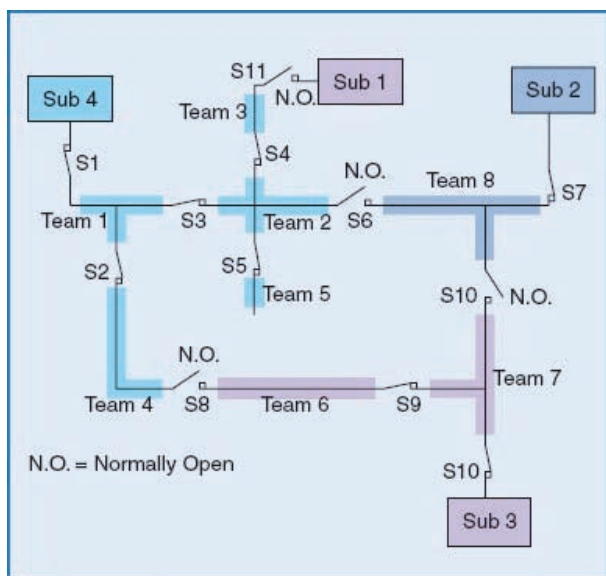
3. OSNOVNE TERMINOLOGIJE INTELLITEAM II

3.1. TEAM

TEAM je jedan linijski segment ograničen automatskim rastavljačima snage.

Neograničen broj TEAM-ova može biti povezan, formirajući tako automatizovani DES. Rastavljač može biti član jednog ili dva TEAM-a. Svaki TEAM ima svoj izvodni rastavljač snage (rastavljač koji je najbliži napojnoj transformatorskoj stanici koja napaja razmatrani izvod).

Na slici 2 prikazana je konfiguracija TEAM-a.



Slika 2. Konfiguracija TEAM-ova

3.2. COACH

COACH je softverski izvršilac koji se kreće između rastavljača snage TEAM-ova, prikupljajući i deleći informacije. U zavisnosti od veličine TEAM-ova, COACH-u treba oko 30 sekundi da poseti sve članove. Ako je odziv negativan, COACH inicira odgovarajuće akcije za svaki rastavljač. Na automatskim rastavljačima koji pripadaju dvoma TEAM-ova COACH deli informacije, a oni sami određuju svoje restauracijske odzive.

Svaki COACH nosi ID broj i povećava brojač poseta. Ako COACH nije posetio deo TEAM-a pre nego što istekne vreme za posetu, u TEAM-u se generiše novi COACH.

Ovom novom COACH-u se dodeljuje ID broj koji je za jedan veći od prošlog, takođe i nov brojač poseta. Novi COACH posećuje sve TEAM-ove, utvrđuje stanje u njima i pokreće akcije ako je to potrebno. Ako dolazeći COACH ima manji ID broj od prethodnog, kontrola rastavljača snage će ga zaustaviti.

3.3 READY

TEAM mora biti u stanju READY pre nego što učestvuje u restauraciji ili operaciji vraćanja-u-normalu. Faktori koji utiču na TEAM-ove da ne budu u stanju READY su:

1. Gubitak komunikacije između delova TEAM-ova.
2. Rastavljači snage čija je automatska operacija onemogućena ili ima operacijske probleme. Do ovakvih problema može dovesti loša baterija, greška u indikaciji položaja rastavljača snage ili proizvodno specifične indikacije kao što je otvorena vidljiva diskonekcija na SCADA Mate SWITCH, mali pritisak gasa na jedinici *Vista Underground Distribution Switchgear* ili je "lokalno-daljinsko" prekidanje na uređaju podešeno na lokalno. Onemogućavanje automatskih operacija takođe onemogućava automatsku sekcionalizacijsku logiku.
3. Ručna operacija na rastavljačima.

4. Ako se na jednom automatskom rastavljaču snage koji je deo dva TEAM-a pojavi problem nijedan od TEAM-ova neće biti u stanju READY.

5. Naravno, ako je TEAM u kvaru, te je izolovan.

Samo ispravno konfigurisan TEAM može biti u stanju READY. RTU (Remote Terminal Unit) adrese svakog člana moraju biti upisane u rastavljače svakog TEAM-a i jedan član mora biti definisan kao izvorni rastavljač za sekciju datog TEAM-a.

Tokom pripreme za rad može se namerno uzeti da je TEAM izvan stanja READY i na taj način onemogućiti automatske operacije. Ako susedni TEAM-ovi dele rastavljače i uzme se da je jedan TEAM izvan stanja READY bez pravljenja promena u deljenju rastavljačkih kontrola, drugi TEAM će ostati u stanju READY. „Zabranjena restauracija“ je jedna DNP (Distributed Network Protocol) komanda koja može biti poslata od strane SCADA sistema da onemogući restauracionu logiku INTELLITEAM II.

Automatska sekcionalizacija je još uvek omogućena.

3.4. Osnovne operacije INTELLITEAM II

U INTELLITEAM sistemima, DES je podeljen u TEAM-ove. Svaki TEAM je linijski segment ograničen čak i sa više od osam automatskih rastavljača snage upravljanih od strane *S&C Series Automatic Switch Controls*. Svaki rastavljač se može predstaviti kao različit strujni izvor. Rastavljači snage mogu biti raspoređeni u radijalnim kolima, u petljama ili u kombinaciji ova dva.

Kada se desi kvar INTELLITEAM II prvo odvaja TEAM u kvaru, kako bi se kvar izolovao, i onda nastavlja da vraća napajanje koliko god je to moguće segmentima koji nisu u kvaru, korišćenjem kapaciteta susednih TEAM-ova.

INTELLITEAM II može završiti sekcionalizaciju kvara pre nego što se prekidači i rekloseri isključe. Kao rezultat toga, još uvek je raspoloživo napajanje za vraćanje korisnicima koji ne pripadaju segmentu u kvaru. INTELLITEAM II koristi *peer-to-peer* [2] komunikaciju i distributivnu inteligenciju da bi napravio operativne odluke na rastavljačima.

Ovo ne zahteva obradu centralne SCADA ali ipak SCADA komande su u potpunosti podržane.

INTELLITEAM II može biti proširen da upravlja mnogim TEAM-ovima ako to dozvoljava linija napajanja. Vraćanje napajanja je zasnovano na napajanju u realnom vremenu i određeno je kapacitetom fidera, tako da više kola može biti napajano.

3.5. Detaljne operacije INTELLITEAM II

INTELLITEAM II operacije se sastoje iz tri etape:

1. Sekcionalizacija koristi strujna i naponska merenja na svakom rastavljaču snage da detektuje kvar i poveća LOSS-OF-VOLTAGE brojač. SWITCH CONTROL će doneti odluku kada treba otvoriti rastavljač u zavisnosti od automatskih sekcionalizacijskih podešenja na tom SWITCH CONTROL-u. Automatska sekcionalizacija kvara ne zavisi od komunikacija.

2. Restauracija napajanja koliko god je to moguće. Jednom kada je deonica u kvaru izolovana, INTELLITEAM II automatski pokreće rekonfiguraciju kola da povрати što je moguće više napajanja uzetog usled kvara, u saglasnosti sa konfiguracijskim ograničenjima. TEAM u kvaru zna da postoji kvar zato što oseća struju kvara na izvornom rastavljaču snage, koja ne postoji na ostalim rastavljačima. INTELLITEAM II koristi tu struju pre događaja, zajedno sa podstanicom izraženom od strane SCADA da utvrdi napajanje u realnom vremenu i aktuelne kapacitete fidera. Ako TEAM traži više kapaciteta nego što se na osnovu traženog alternativnog izvora može obehbediti, on će biti odbijen od tog izvora i moraće razmatrati druge izvore. Vreme restauracije fidera zavisi od nekoliko faktora:

- Podešenja prekidača
- Podešenja sekcionalizera
- Kašnjenja u komunikaciji
- Ugovora itd.

INTELLITEAM II može biti konfigurisan da završi restauraciju u roku od jedne minute od izolacije kvara ili gubitka napajanja.

3. Vraćanje sistema u svoje normalno stanje (RETURN TO NORMAL) INTELLITEAM II omogućava vraćanje TEAM-ova i rastavljača snage u normalno stanje, kakvo je bilo pre ispada ili događanja kvara. Za LOSS-OF-SOURCE (gubitak napajanja) događaj INTELLITEAM II će automatski početi sekvencu "vraćanje u normalu" jednog naponskog izvora koji će biti vraćen za određeni vremenski period. Za događaj koji uključuje segment u kvaru, potrebna je ručna intervencija da inicira RETURN TO NORMAL sekvencu. Izvodni rastavljač koji će izolirati kvar mora biti zatvoren ručno u polju ili pomoću SCADA kontrole.

Rekonfiguracija počinje na TEAM-u sa najbliže podstanice. TEAM sa jednim ili više povezanih rastavljača snage može biti konfigurisan za otvorenu ili zatvorenu tranziciju.

Otvorena tranzicija prekidanja otvara povezane rastavljače pre nego što se normalno zatvoreni rastavljači snage zatvore i koristi se kada spajanje dva izvora nije dozvoljeno.

Zatvorena tranzicija prekidanja zatvara normalno zatvorene rastavljače i otvara rastavljače u vezi. Zatvorena tranzicija se koristi kada je privremeno povezivanje dva izvora dozvoljeno.

4. KOMUNIKACIONI UREĐAJI ZA S&C INTELLITEAM II AUTOMATSKU RESTAURACIJU SISTEMA

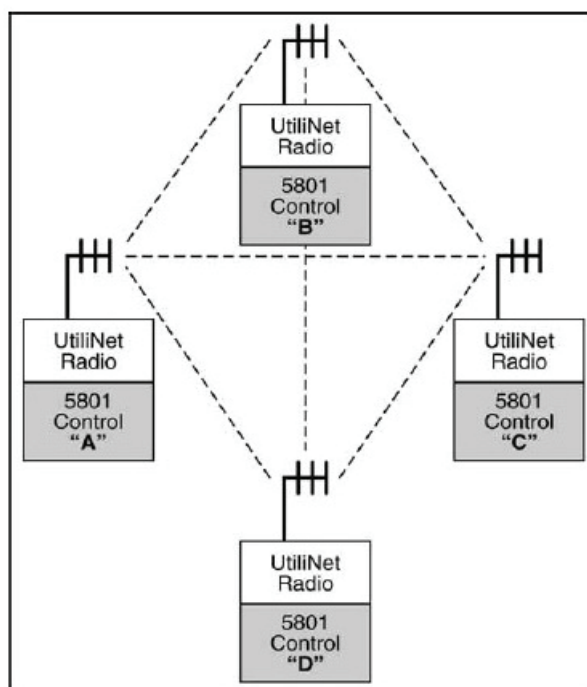
INTELLITEAM II – kao originalni INTELLITEAM radi na S&C ENERGY LINE 5800 SERIES AUTOMATE SWITCH kontroli. On se oslanja na visoko kvalitetnu *peer-to-peer* komunikaciju između kontrola, za ažuriranje informacija. Zbog ovog razloga, veoma je važan odabir pravog tipa komunikacijskih uređaja.

Ovde se diskutuje o komunikacijskim uređajima dostupnim za INTELLITEAM II.

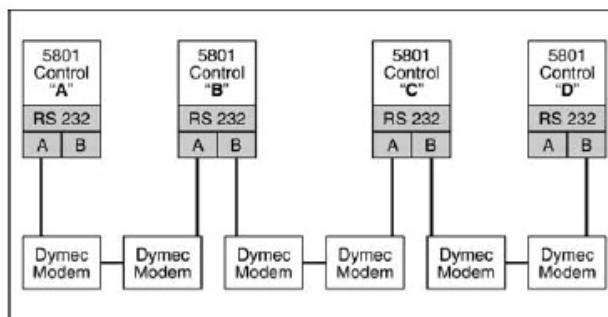
4.1. UTILINET SERIES II INTEGRATED WANGATE RADIO

On obezbeđuje visok nivo funkcionalnosti za bežičnu mrežu. Mrežna arhitektura obuhvata složen radio sistem koji može obezbediti osnovu *peer-to-peer* komunikacije u INTELLITEAM II AUTOMATIC RESTORATION SYSTEM.

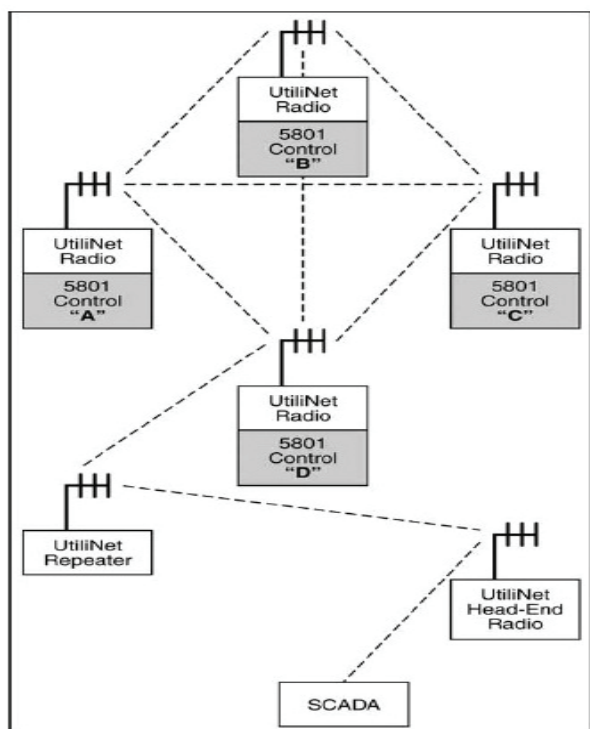
Ove programabilne radio sisteme karakteriše asinhrono širok spektar frekvencija u nadi za maksimalnim korišćenjem širine opsega, sa paketnim prebacivanjem za automatsku proveru grešaka, ponovni prenos, pamćenje i slanje. Oni rade na nelicenciranom opsegu frekvencija od 902MHz do 928MHz. Na Slici 3 prikazana je tipična mreža UTILINET radija primenjena sa INTELLITEAM II.



Slika 3. Mreža UTILINET radija primenjena sa INTELLITEAM II

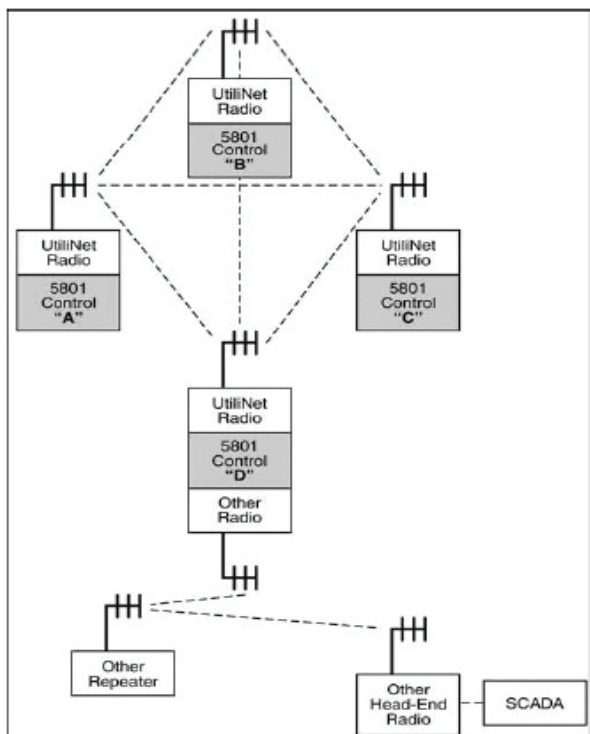


Slika 4. Sistem sa optičkim vlaknima primenjen na INTELLITEAM II



Slika 5. Utilinet radio primenjen kao SCADA interface

NON-Utilinet Radio SCADA Interface – u ovom rasporedu non-Utilinet radio ili modem sa optičkim vlaknima je instaliran u jednoj od rastavljačkih kontrola kao HEAD-END uređaj, da pristupa kontrolnim informacijama preko DNP. To je pokazano na Slici 6.



Slika 6. Non-utilinet radio primenjen kao SCADA interface

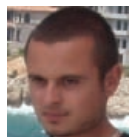
5. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog rada bio je da se pokaže potreba za primenom distributivne automatike koja povećava pouzdanost u DES-u. Kao primer distributivne automatike dat je INTELLITEAM II patentiran sistem automatske restauracije koji koristi distributivnu inteligenciju i *peer to peer* komunikaciju da prekine i izolira sekciju u kvaru i povratu napajanje sekcijama koje nisu zahvaćene kvarom. Planeri mogu koristiti ovu novu tehnologiju ne samo za rešavanje taktičkih problema već i za eliminaciju i smanjenje potrebnih troškova za nadogradnju sistema i obezbeđivanje optimalnog upravljanja.

6. LITERATURA

- [1]http://www.sandc.com/products/intelliteam/it2_pubs.asp
- [2]<http://en.wikipedia.org/wiki/Peer-to-peer>

Kratka biografija:



Radovan Tomić rođen u Kruševcu 1983. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti – Elektroenergetski sistemi braniće u 2009. godini.

LABORATORIJSKI MODEL PUNOUPRAVLJIVE VETROELEKTRANE

LABORATORY SETUP OF FULLY CONTROLLED WIND TURBINE APPLICATION

Aleksandar Savić, Stevan Grabić, Marko Vekić, Zoran Ivanović, Veran Vasić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj - U okviru rada predstavljen je koncept brzinskog i momentnog upravljanja u okviru laboratorijskog modela punoupvljive vetroelektrane. Posmatranjem brzine, momenta i snage kuplovanih mašina, sinhronu u brzinskom i asinhronu u momentnom radnom režimu formirali smo zaključak po pitanju metoda upravljanja i smera snaga, definišući kada koja od mašina radi u motorskom a kada u generatorskom režimu rada. Na kraju su dati rezultati oglada za slučaj brzinskog režima sinhronu i momentnog režima asinhronu mašine.

Abstract – Concept of speed and torque control on laboratory setup of fully controlled wind turbine application is presented in this paper. Observing the speed, torque and the power of speed controlled synchronous machine and torque controlled asynchronous machine, we defined in depend to the control type and the power direction when these machines work as motor and when as generator. Experimental results in the case of speed controlled synchronous and torque controlled asynchronous machines are given at the end.

Ključne reči: brzinski i momentni režimi rada, generisanje električne energije u mrežu, pogon vetroturbine

1. UVOD

Zadatak ovog rada bio je da se sastavi model punoupvljive vetroelektrane od opreme proizvođača Siemens, koji će se u laboratorijskim uslovima ispitivati. Tokom poslednjih godina, vetroelektrane promenljive brzine obrtanja postale su najčešće postavljani tip vetroelektrana. Posledica su primamljivih mogućnosti koje one pružaju, pre svega zbog prisustva pretvarača energetske elektronike.

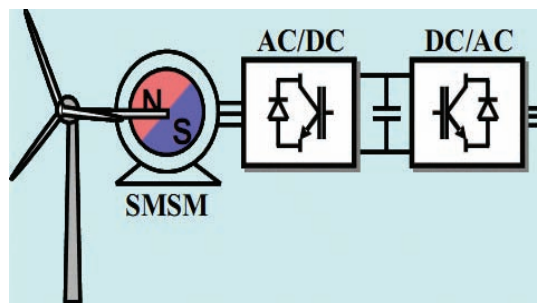
Pod modelom punoupvljive vetroelektrane ovde podrazumevamo pretvarače energetske elektronike, ispravljač i inverter sa tranzistorima, kao punoupvljive komponente. Ove komponente omogućavaju da u zavisnosti od režima rada vetrogeneratora, koji može da bude i motorski i generatorski, ispravljač može da radi i u inverter-skom a inverter takođe i u ispravljačkom režimu.

Cilj ovog rada jeste generisanje električne energije u mrežu pri širokom opsegu brzina, što je i osnovni zadatak vetroelektrana promenljive brzine obrtanja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Veran Vasić, vanredni profesor.

Na slici 1. prikazan je pogon vetroelektrane sa sinhronim generatorom sa stalnim magnetima koji je povezan na mrežu preko dvostrukog punoupvljivog pretvarača.

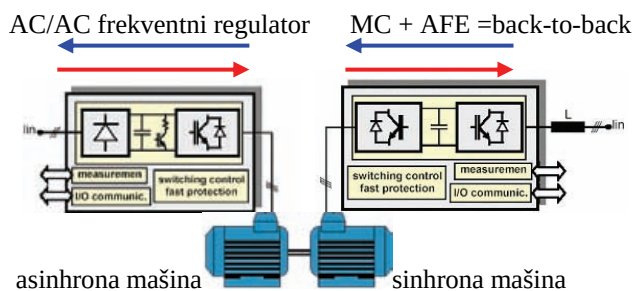


Slika 1. Vetroelektrana sa sinhronim generatorom sa stalnim magnetima

Frekventni regulator kao AC/AC pretvarač zajedno sa asinhronom mašinom koja će biti upravljana u momentnom režimu rada simulira vetar u jednom slučaju, odnosno opterećenje u drugom slučaju. Momenat koji se zadaje asinhronoj mašini preko frekventnog regulatora predstavljaće ulaznu mehaničku snagu vetra, tj. momenta opterećenja. Ova mehanička snaga se preko vratila asinhronu mašine prenosi na vratilo sinhronu, koje su prethodno mehanički spojene. Sinhrona mašina predstavlja vetrogenerator. On se upravlja u brzinskom režimu rada preko Motion Controla (DC/AC pretvarača) i AFE-a (Active Front End) koji predstavlja AC/DC pretvarač. Naponi koje generiše sinhrona mašina se dovode u Motion Control gde se preko DC link-a energija prenosi preko AFE-a nazad u mrežu. Naravno, prethodno je izvršena sinhronizacija sa mrežom uz pomoć ploče za sinhronizaciju-VSB (Voltage Sensing Board) i CUSA kontrolnog panela AFE-a, tako da energija koja izlazi iz AFE-a je mrežnog napona, mrežne frekvencije i faznih stavova koje odgovaraju faznim stavovima faznih napona mreže [1].

Na slici 2. prikazana je blok šema modela punoupvljive vetroelektrane sa smerovima toka energije u zavisnosti od režima rada sinhronu mašine. U prvom slučaju kada AC/AC pretvarač i asinhrona mašina simulira vetar, kada su smerovi obrtanja asinhronu i sinhronu mašine isti, sinhrona mašina radi u režimu generatora i smer energije je obeležen crvenom strelicom. U drugom slučaju, kada predstavljaju opterećenje i smerovi obrtanja asinhronu i sinhronu mašine su suprotni, sinhrona mašina radi u motorskom režimu i smer energije je obeležen plavom strelicom. Ovim se ostvaruje da Motion Control i AFE rade kao back-to-back [3].

Sinhronoj mašini brzina je zadavana preko PC-a uz korišćenje serijskog interfejsa RS485, i programa Drive-Monitor-a. Asinhronoj mašini je momenat zadavan preko OP1S operacionog panela.



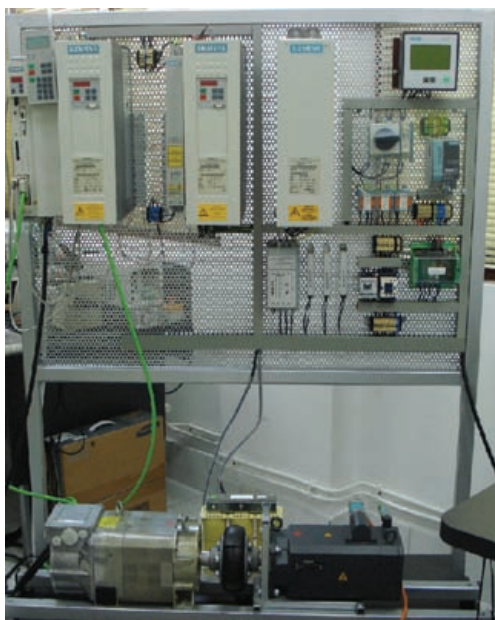
Slika 2. Blok šema laboratorijskog modela punoupvljive vetroelektrane

2. KORIŠĆENI PRETVARAČI U LAB. MODELU PUNOUPVLJIVE VETROELEKTRANE

Celokupna oprema korišćena za laboratorijski model vetroelektrane je oprema proizvođača Siemens. Svi pretvarači su izrazito visokih mogućnosti kako za rad sa asinhronim, tako i sa sinhronim mašinama.

U modelu punoupvljive vetroelektrane, vetrogenerator predstavlja sinhrona mašina sa stalnim magnetima. Najveća prednost ovog rešenja jeste što se ne mora koristiti reduktor zbog toga što sam generator ima veliki broj polova.

Na slici 2. vidimo da se sam generator vezuje na mrežu preko dvostrukog pretvarača koji se dimenzioniše na 100% snage mašine jer se sva snaga prenosi kroz njega, što je jedina mana ovog načina vezivanja [2]. Znači Motion Control i AFE moraju biti snage jednake snazi mašine što je u ovom slučaju 5.5kW. Maketa modela punoupvljive vetroelektrane prikazana je na slici 3.



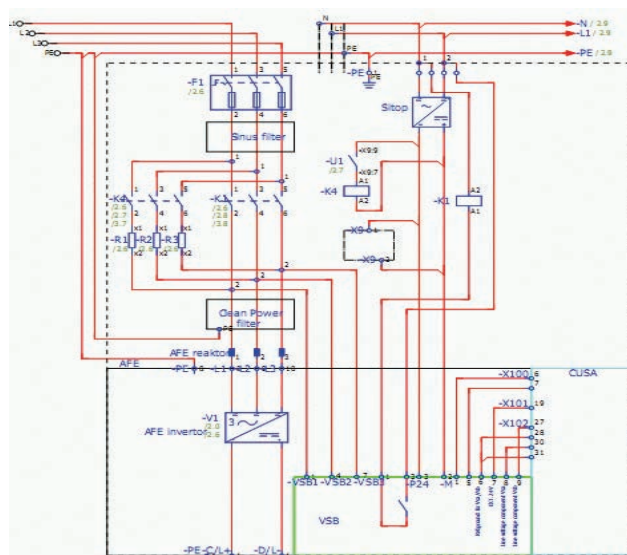
Slika 3. Izgled celokupnog laboratorijskog modela punoupvljive vetroelektrane

Svi pretvarači imaju mogućnost upravljanja preko sopstvenog panela, serijskog interfejsa i profibus-a.

U sinhronoj mašini, kao i u asinhronoj da bi se omogućilo merenje brzine obrtanja i rad u zatvorenoj petlji po brzini, postavljeni su enkoderni tipa-B20 2048 S/R inkrementalni sin/cos enkoderni.

3. PRAKTIČNA REALIZACIJA LAB. MODELA PUNOUPVLJIVE VETROELEKTRANE

Kada je sastavljena šema po tome kako će fizički oprema biti postavljena na panel uz poštovanje potrebnih rastojanja koje je propisao proizvođač, prelazi se na njenu realizaciju. Postavljaju se kanalnice, redne stezaljke, glavni prekidač, napojna jedinica, VSB, strujni transformatori, kontaktori, otpornici za predpunjenje, EMC filter, AFE reaktor, sinus filter i pretvarač zbog koga je potrebna sva ova oprema a to je AFE (Active Front End) - AC/DC pretvarač, slika 4.



Slika 4. Šema povezivanja AFE-a sa opremom potrebnom za njegov rad i sinhronizaciju na mrežu

Clean Power Filter-Radio Interference suppression filter služi da smanji visokofrekventne struje šuma emitovanih iz AFE-a, dok AFE reaktor služi za smanjivanje harmonika niskih učestanosti.

Zbog neophodnog napajanja jednosmernim naponom od 24V za AFE i VSB, potrebna je i napojna jedinica Sitop koja predstavlja ispravljač koji može da se poveže na fazni ili linijski napon mreže i daje 24V jednosmernog napona.

VSB se sa jedne strane povezuje na krajeve Clean Power Filter-a prema mreži, gde dobija podatke o vrednosti napona mreže kao i o faznim stavovima. Sa druge strane razmenjuje podatke sa CUSA kontrolnim panelom AFE-a i vrše sinhronizaciju. Sinhronizacija je neophodna kada sinhrona mašina radi kao generator. Tada se energija preko AFE-a predaje mreži, a naponi na izlazu iz AFE-a moraju biti jednake vrednosti sa naponima mreže kao i odgovarajućih faznih stavova. [4]

Treba naglasiti da je AFE pogodan za povezivanje sa nekoliko invertora na zajednički DC link, što omogućuje prenos energije između motorskog i generatorskog režima, omogućujući uštedu energije. U ovom radu na DC link AFE-a povezan je samo Motion Control (DC/AC pretvarač), s obzirom na to da je cilj ovog rada generisanje električne energije u mrežu. Ukoliko bi se i DC link AC/AC frekventnog regulatora povezao sa DC link-om AFE-a, tada bi energija samo kružila između pretvarača, ne bi bilo generisanja električne energije nazad u mrežu. Kako je Simeas P povezan u tački gde se

mere snage na ulazu u AFE sa strane mreže, ne bi bilo moguće da se nesto izmeri.

Signalni i energetski kablovi moraju biti odvojeni najmanje 20cm. Kontrolni i energetski kablovi mogu da se ukrštaju isključivo pod uglom od 90 stepeni.

Pre samog korišćenja AFE-a potrebno je proveriti koliko dugo nije bio korišćen, odnosno njegov DC link. Ukoliko DC link nije korišćen duže od godinu dana mora se formatirati toliko sati koliko godina nije bio u funkciji. Za vreme formatiranja AFE ne sme biti povezan sa Motion Control-om.

Po istom ovom kriterijumu potrebno je formatirati i DC link Motion Control-a.

Sada je još potrebno povezati DC linkove AFE-a i Motion Control-a kablom poprečnog preseka 4mm².

Za povezivanje Motion Control-a sa asinhronom i sinhronom mašinom koristi se oklopljeni kabel poprečnog preseka 4x2.5mm².

Da bi AFE i Motion Control bili zaštićeni od previsokog napona DC link-a prilikom generisanja električne energije u mrežu, potrebno ih je povezati sa jedinicom za kočenje. Preko prekidača S1 koji se nalazi na jedinici za kočenje, podešava se napon (*low*-673V, *high*-757V) pri kojem treba jedinica za kočenje da uključi otpornike za kočenje. S obzirom da je najviši radni napon DC link-a Motion Control-a 650V+10%, prekidač S1 se postavlja na *low*.

Kada su svi pretvarači postavljeni, povezani i osposobljeni za pravilan rad, potrebno ih je uključiti i izvršiti softverska podešavanja. Pod softverskim podešavanjem se podrazumeva da se parametri svih pretvarača postave na određene vrednosti u zavisnosti od pogona kakvog se želi ostvariti. [5]

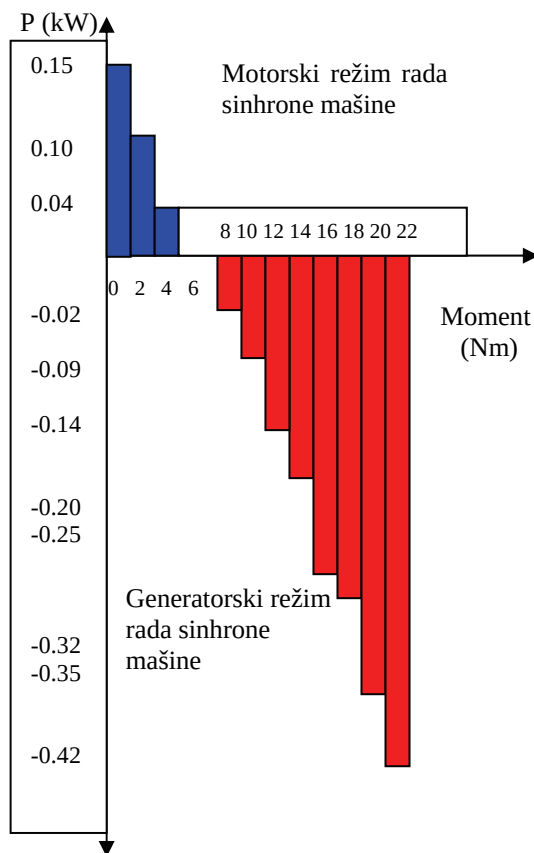
Zbog različitog opsega radnih napona DC link-a Motion Controla (510-650V) i AFE-a (580-740) u parametar P125 koji predstavlja koeficijent (1.42-1.90) i množi se sa ulaznim naponom P071=400V, potrebno je zadati vrednost koeficijenta tako da proizvod ova dva parametara bude u opsegu napona DC link-a oba pretvarača. U parametar P125 upisana je vrednost koeficijenta od 1.55, čime se napon DC link-a postavlja na 620V [1].

4. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

Za generisanje energije u mrežu, potrebno je da asinhrona mašina radi u momentnom režimu kao pogonska mašina upravljana preko OP1S operacionog panela, a sinhrona mašina da radi u brzinskom režimu kao generator i upravlja se preko računara uz pomoć programa *DriveMonitor-a*. Prvo se sinhrona mašina zavrti na željenu brzinu u praznom hodu a zatim se asinhronoj mašini zadaje momenat od 0 do 22 Nm za od po 2 Nm. Smerovi obrtanja asinhrona i sinhrona mašine su isti. Zadavanjem momenta asinhronoj mašini, mehanička snaga se preko vratila asinhrona prenosi na vratilo sinhrona mašine. Porastom vrednosti momenta koji se zadaje asinhronoj mašini omogućuje promenu smera toka snage pa sinhrona mašina prelazi u generatorski režim. Što je veća brzina obrtanja sinhrona mašine, i veći momenat zadavan asinhronoj mašini, veća je i količina energije generisane u mrežu.

Zaletanjem sinhrona mašine na brzinu 10% nazivne i zadavanjem momenta asinhronoj mašini od 0 do 22Nm u

razmacima od po 2Nm, dobijen je dijagram zavisnosti snage merene na Simeas P-u od momenta i brzine obrtanja prikazan na slici 5.



Slika 5. Grafik zavisnosti snage merene na SIMEAS P-u u odnosu na momenat asinhrona mašin

Nakon što su AFE i Motion Control uključeni, izmerena je snaga koju oni uzimaju iz mreže, koja iznosi oko 100W. Zatim je uključena sinhrona mašina i zaletena na brzinu 10% nazivne.

Potrošnja sinhrona mašine u praznom hodu iznosi oko 50W. Ovo su dominantno gubici trenja i ventilacije, pošto mašina radi u praznom hodu. S obzirom da su smerovi obrtanja sinhrona i asinhrona mašine isti, povećavanjem momenta asinhronoj mašini, smer toka energije je od asinhrona mašine preko vratila prema sinhronoj.

Od sinhrona mašine se energija prenosi preko Motion Control-a i AFE-a nazad u mrežu.

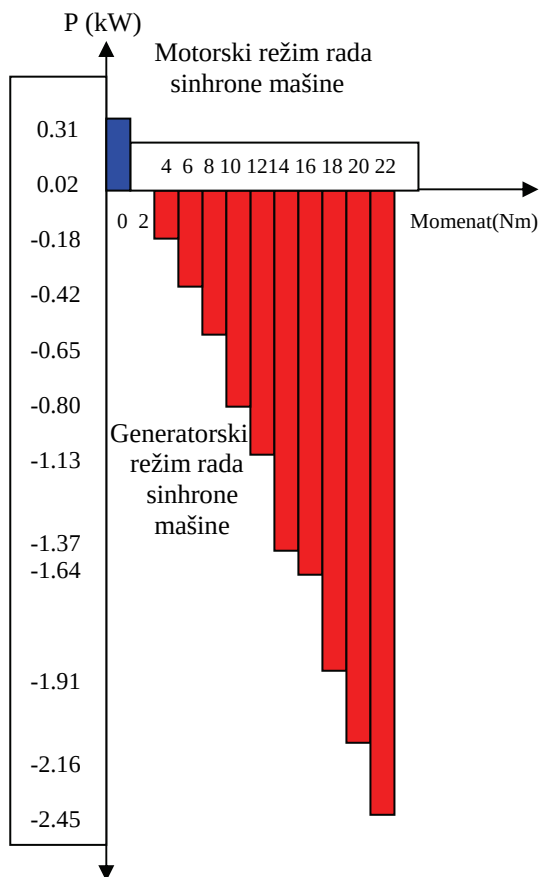
Porastom momenta zadavanog asinhronoj mašini smanjuje se snaga koja se uzima iz mreže i već pri momentu od 6Nm, pokriveni su svi gubici i vrši se generisanje električne energije nazad u mrežu.

Snaga, označena na grafiku crvenom bojom, koja se generiše u mrežu dobija se na osnovu sledeće jednačine:

$$P_{gen} = P_{meh} - P_{potrošnja \text{ AFE-a, Motion Control-a i sinh. mašine}} \quad (1)$$

$$P_{meh} = M_{meh} \cdot \omega \quad (2)$$

Dijagram zavisnosti snage od momenta i brzine obrtanja 70% nazivne, zadavanjem momenta asinhronoj mašini od 0 do 22Nm u razmacima od po 2Nm prikazan je na slici 6.



Slika 6. Grafik zavisnosti snage merene na SIMEAS P-u u odnosu na momenat asinhronne mašine

U ovom ogledu nakon što su AFE i Motion Control uključeni, izmerena je snaga kao u prethodnom slučaju, jer se uslovi rada nisu promenili.

Zatim je uključena sinhrona mašina i zaletena na brzinu 70% nazivne. Potrošnja sinhronne mašine u praznom hodu i pretvarača iznosi oko 310W.

Povećanje je nastupilo u kolima energetske elektronike i usled povećanih gubitaka na trenje i ventilaciju. S obzirom da se smerovi obrtanja sinhronne i asinhronne mašine nisu menjali, povećavanjem momenta asinhronoj mašini, smer toka energije je od asinhronne mašine prema sinhronoj.

Od sinhronne mašine se energija prenosi preko Motion Control-a i AFE-a nazad u mrežu.

Porastom momenta zadavanog asinhronoj mašini smanjuje se snaga koja se uzima iz mreže i već pri momentu malo većem od 2Nm, pokriveni su svi gubici i vrši se generisanje električne energije nazad u mrežu.

5. ZAKLJUČAK

U ogledu generisanja električne energije porastom brzine obrtanja sinhronne brzine i momenta asinhronne, osim što raste snaga generisana u mrežu, raste i napon DC link-a sa vrednosti 620V pri praznom hodu sinhronne mašine do 660V pri brzini 70% nazivne i momentu od 22Nm.

Kako napon od 670V, pri kojem jedinica za kočenje treba da uključi otpornike za kočenje, se neće dostići. Ova jedinica nije potrebna. Napon DC link-a raste usled toga što je smer snage preko Motion Control-a i AFE-a u mrežu. U slučaju kada sinhronu mašinu teretimo momentom asinhronne, tj. sinhrona je u ulozi pogonske mašine i radi u motornom režimu rada, smer energije je prema AC/AC frekventnom regulatoru usled čega napon njegovog DC link-a raste i pojavljuje se na OP1S operacionom panelu greška a ujedno i prestaje zadavanje momenta asinhronoj mašini. Zbog toga, ukoliko se žele raditi ovakvi ogledi pri punoj brzini i momentu potrebno je AC/AC frekventni regulator povezati sa drugom jedinicom za kočenje koja ima svoj otpornik za kočenje, ili je povezati za DC link AFE-a i Motion Control-a, ali tada će energija samo da kruži između pretvarača i nema generisanja električne energije u mrežu.

6. LITERATURA

- [1] <http://www.siemens.com>
- [2] Z. Ivanović, „Upravljanje vetrogeneratorom u slučaju nesimetričnih propada mrežnog napona“, Diplomski rad, FTN, Novi Sad, 2005.
- [3] E. Adžić, „Upravljanje punoupravljivim pretvaračem u pogonu vetroelektrana u slučaju propada napona“, Magistarski rad, FTN, Novi Sad, 2007.
- [4] F. Magueed, A. Sannino, „Design of Robust Converter Interface for Wind Power Applications, Wind Energy“, Jul. 2005.
- [5] G. Saccomando, J. Svensson, „Improving Voltage Disturbance Rejection for Variable Speed Wind Turbines“, Sep. 2002.

Kratka biografija:



Aleksandar Savić rođen je u Subotici 1983. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva - Energetska elektronika i električne mašine je odbranio 2009. god.

Veran Vasić magistrirao je 1996. god. na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. Doktorsku disertaciju je odbranio 2001. god. takođe na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. Oblast interesovanja su elektromotorni pogoni i automatizacija industrijskih procesa. Angažovan je kao projektant ili odgovorni projektant na većem broju glavnih projekata u industriji.

AUTENTIKACIJA KORISNIKA UPOTREBOM SMART KARTICE U .NET OKRUŽENJU

USER AUTHENTICATION USING SMART CARDS IN .NET ENVIRONMENT

Branislav Mrganić, Milan Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada predstavljene su tehnologije potrebne za realizaciju sistema za autentifikaciju korisnika u okviru ASP.NET aplikacije upotrebom Smart kartice. Pristup Smart kartici na klijentskoj strani je realizovan pomoću ActiveX kontrole koju je moguće preuzeti sa web stranice sajta na koji korisnik hoće da se prijavi.

Abstract – This paper presents one implementation of user authentication in the ASP.NET applications using Smart cards. Smart card access on the client side is implemented using ActiveX control that can be downloaded from the login web page.

Ključne reči: Autentikacija korisnika, Smart kartice, ASP.NET, ActiveX, Microsoft Internet Explorer, digitalni sertifikati, RSA, AES.

1. UVOD

Danas veliki broj aplikacija radi sa osetljivim podacima kao što su lični podaci korisnika, medicinska evidencija intelektualno vlasništvo, lozinke, konfiguracioni podaci. Ove "tajne" se čuvaju u različitim formatima, kao unosi u bazu podataka ili konfiguracione datoteke, i prenose se pomoću različitih protokola (HTTP, TDS i LDAP). Ovaj rad opisuje autentikaciju i autorizaciju korisnika radi omogućavanja pristupa poverljivim podacima u okviru ASP.NET aplikacije upotrebom Smart kartice i Microsoft .NET Framework-a.

2. PREPOZNAVANJE VRSTE NAPADA I IDENTIFIKOVANJE NAPADAČA

Podaci su dragocena imovina preduzeća i aplikacija koje ih koriste. Postoje razni vidovi pretnje na ovu imovinu:

- Obelodanjivanje podataka. Visoko poverljivi podaci bi trebalo biti vidljivi i izmenjivi samo od stanje ovlašćenih osoba. Za pristup poverljivim podacima smeštenim u bazu podataka ili na tvrdom disku mogu se iskoristiti mane koda koje omogućavaju napade kao što su *SQL injection* ili *directory traversal*. Do podataka je moguće doći i prisluškivanjem prilikom nezaštićenog prenosa podataka npr. preko HTTP ili neosigurane konekcije prema bazi podataka.

NAPOMENA:

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

- Falsifikovanje podataka. Falsifikovanje podataka se smatra štetnijim od obelodanjivanja. Ako napadač uspe presresti našu narudžbenicu za 5 knjiga na *Amazon.com* može biti loše, ali mnogo je gore ako napadač može neprimetno prepraviti našu narudžbenicu tako da umesto 5 knjiga naruči 50. Osetljivi podaci bi uvek trebalo biti smešteni na takav način da ih samo ovlašćene osobe ili procesi mogu modifikovati.

Sada kada smo se upoznali sa vrstama napada na osetljive podatke trebali bi jasno identifikovati napadače koji mogu izvesti ove napade. Razlikujemo spoljašnje i unutrašnje napadače.

- Spoljašnji napadači dolaze sa spoljašnje strane *firewall*-a. Oni koriste mane aplikacije i nedostatke bezbednosnih podešavanja operativnog sistema ili mreže. Ovi nedostaci se mogu ublažiti pisanjem robustnog koda, odgovarajućom validacijom ulaznih podataka i boljim bezbednosnim podešavanjima operativnog sistema i same mreže.

- Unutrašnji napadači su ljudi koji rade iza *firewall*-a i koji mogu imati opravdan pristup poverljivim podacima. Posebno je teško braniti se od ove vrste napadača jer oni mogu operisati iz dela mreže koji se smatra sigurnim.

3. KRIPTOGRAFIJA KAO REŠENJE

Kriptografija je tehnologija koja se bazira na matematici i obezbeđuje:

- Poverljivost podataka. Podatke može pročitati samo proces ili osoba kojoj su namenjeni.
- Integritet podataka. Podaci se ne mogu neprimetno menjati.
- Autentičnost podataka. Autentičnost podataka se odnosi na tačno obeležavanje ili pripisivanje podataka.
- Neporečivost. Jednom kada je poruka poslata njeno slanje pošiljalac ne može poreći.

Veoma je važno napomenuti da se šifrovanjem ne eliminiše tajna, ali problem čuvanja velikih tajni (npr. tajnih dokumenata) se svodi na čuvanje male tajne nazvane ključ. Nesigurno upravljanje ključem (generisanje, čuvanje i transport) je češće slabija tačka od samog kriptografskog algoritma. Kriptografija za postizanje svojih ciljeva koristi *hashing* i šifrovanje. *Hashing* se koristi kako bi se očuvao integritet podataka, šifrovanje obezbeđuje poverljivost podataka, a autentičnost se dobija njihovom kombinacijom.

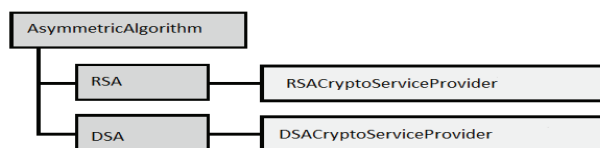
4. KRIPTOGRAFSKI ALGORITMI

Treba imati na umu da su javni ključevi dobri za šifrovanje male količine podataka, kao što su tajni ključevi ili *hash* podataka. Oni nisu dizajnirani tako da mogu raditi sa velikom količinom podataka. Tako se kao logično rešenje nameće korišćenje hibridnih sistema tj. tajni ključevi kojima se šifruju podaci generišu se korišćenjem nekog od simetričnih kriptografskih algoritama, najčešće se za koristi AES (Advanced Encryption Standard), a asimetrični kriptografski algoritam se koristi za šifrovanje tajnog ključa najčešće je to RSA.

Pre nego što šifrujemo podatke pomoću javnog ključa moramo generisati par ključeva. Ključevi se smeštaju u tzv. kontejner ključeva. U svaki kontejner ključeva može se smestiti do dva para javni/privatni ključ. Jedan par ključeva su tzv. ključevi za razmenu i služe za šifrovanje, dešifrovanje tajnog ključa simetričnim kriptografskim algoritmom. Drugi par ključeva se koristi za kreiranje i proveru digitalnog potpisa.

4.1. Asimetrični kriptografski algoritmi u .NET-U

.NET podržava uobičajene asimetrične kriptografske algoritme. Sve implementacije su izvedene od *AsymmetricAlgorithm* klase iz *System.Security.Cryptography* prostora imena [1] (slika 1).



Slika 1. Asimetrični kriptografski algoritmi u .NET-u

.NET Framework nam omogućava korišćenje široke palete *Crypto Provider*-a od kojih neki za smeštanje ključeva koriste hardverske uređaje, kao što su Smart kartice.

Smart kartica ima svoju memoriju i mikroprocesor tako da je sposobna za generisanje i čuvanje para ključeva što nam omogućava šifrovanje i dešifrovanje podataka pomoću ovih ključeva, a da oni nikada i ne napuste samu smart karticu. Kada privatni ključ nije prisutan nigde u sistemu šifrovani podaci su mnogo sigurniji.

5. DIGITALNI SERTIFIKAT

Digitalni sertifikat je zapravo ASN.1 (*Abstract Syntax Notation One*) kodirana datoteka koja sadrži javni ključ i druge dodatne informacije o javnom ključu i njegovom vlasniku.

Osim toga, on ima period važenja i potpisan je privatnim ključem izdavača sertifikata koji se koristi da pruži garanciju autentičnosti atributa i što je još važnije samog javnog ključa sertifikata. ASN.1 možemo posmatrati kao binarni XML.

Da bi ovakve datoteke bile razmenljive između različitih sistema definisan je standard X.509 (trenutno u verziji 3) koji je opisan u RFC-u 3280 [2].

5.1. Korišćenje sertifikata u .NET-U

.NET od verzije 2.0 sadrži potpuno opremljen API za asimetričnu kriptografiju i digitalne sertifikate. Funkcionalnost je podeljena u dva prostora imena [1]:

- *System.Security.Cryptography.X509Certificates* prostor imena sadrži klase za pristup, brisanje, dodavanje i pretragu kontejnera i sertifikata kao i mogućnost prikazivanja standardnog Windows dijaloga za pretragu sertifikata. Ako dobro pogledamo videćemo da se sertifikat klasi u ovom prostoru imena završava sa 2 (*X509Certificate2*) to je posledica postojanja klase *X509Certificate* u *.NET Framework 1.x* koja je imala ograničenu funkcionalnost i nije imala podršku za kriptografske operacije. Ova funkcionalnost je dodata klasi *X509Certificate2*. Iako je moguće vršiti konverziju iz jedne klase u drugu trebalo bi koristiti klasu *X509Certificate2* gde god je to moguće.
- *System.Security.Cryptography.Pkcs* prostor imena obuhvata klase koje implementiraju CMS (*Cryptographic Message Syntax*) i PKCS#7 algoritme za šifrovanje, generisanje i proveru digitalnog potpisa i autentifikaciju korisnika. Podaci obrađeni ovim klasama mogu se razmenjivati između različitih sistema koji implementiraju CMS/PKCS#7 standarde.

6. PERSONALIZACIJA SMART KARTICE

Personalizacija Smart kartice je operacija kojom se transformiše generička Smart kartica u specifičnu individualni Smart karticu koja se potom može koristiti u jednoj ili više aplikacija. Personalizaciju Smart kartice obavlja administrator. Da bi Smart kartica bila upotrebljiva za rad sa sistemom potrebno ju je prvo personalizovati za određenog korisnika. Ovaj proces obuhvata generisanje RSA para ključeva, njihov upis na Smart karticu, generisanje X.509 sertifikata potpisanog javnim RSA ključem izdavača sertifikata, njegov upis na Smart karticu, kao i definisanje PIN-a i Unblock PIN-a za tu Smart karticu. Repersonalizacija Smart kartice predstavlja brisanje podataka sa smart kartice, tj. njeno pražnjenje i ponovnu personalizaciju.

7. ACTIVEX KONTROLE

ActiveX [3] kontrole su u osnovi jednostavni OLE (*Object Linking and Embedding*) objekti. Drugim rečima ActiveX kontrole su COM (*Component Object Model*) objekti koji implementiraju *IUnknown* interfejs i poseduju mogućnost samoregistracije. OLE je tehnologija koju je razvio Microsoft i omogućava linkovanje i „usađivanje” dokumenata i objekata jedne u druge. ActiveX kontrole omogućavaju proširenje funkcionalnosti postojećih programa tako što pozivaju gotove komponente koje se integrišu u već postojeći program i ponašaju se kao deo njega.

Unutar konteksta web čitača koji podržava ActiveX moguće je linkovati ActiveX kontrole u web stranice. Umetanje ActiveX kontrole u web stranicu daje web strani funkcionalnost svojstvenu za desktop aplikacije i prebacuje deo posla koji bi se inače obavljao na serveru

na klijentski računar. Ovakve kontrole će web čitač, ukoliko su one dostupne, sam preuzeti sa servera sa minimumom intervencije od strane korisnika. Programeri ActiveX kontrolama mogu dati visok nivo kontrole nad sistemom što ih čini istovremeno veoma moćnim i veoma opasnim. Trenutno jedini web čitač koji dozvoljava umetanje ActiveX kontrola je IE (*Microsoft Internet Explorer*). Microsoft je predstavio niz sigurnosnih mera kako bi ActiveX kontrole učinio sigurnijim za korisnika:

- Instalacioni paketi ActiveX kontrola moraju biti digitalno potpisani
- Kontrole se eksplicitno deklariraju kao sigurne za izvršavanje
- Povećanje podrazumevanog nivoa sigurnosnih podešavanja u okviru *Internet Explorer-a*
- *Internet Explorer* sadrži liste poznatih opasnih kontrola, liste imaju mogućnost osvežavanja

7.1. Bezbednost i bezbednosne zone

Najveći problem prilikom korišćenja ActiveX kontrola predstavlja problem bezbednosti. Sa jedne strane ukoliko korisnik dozvoli da se pokrene kontrola koja nije bezbedna ona može naškoditi sistemu, a sa druge strane prevelik nivo bezbednosti može ometati korisnike u radu, naročito one manje iskusne, ili potpuno onemogućiti izvršavanje ActiveX kontrole.

U *Internet Explorer-u* postoji 5 različitih sigurnosnih zona, međutim samo 4 se mogu menjati preko korisničkog interfejsa [4]:

- *Internet Zone*. Podrazumevajuća zona za sve internet stranice osim onih koje se nalaze u *Trusted* ili *Restricted* zoni. Sigurnosna podešavanja ove zonu se mogu menjati preko korisničkog interfejsa. Podrazumevani nivo sigurnosti je srednji nivo.
- *Local Intranet Zone*. Ova zona je rezervisana za sve stranice koje se nalaze na lokalnom internetu tj. ova zona sadrži sve mrežne konekcije koje su uspostavljene preko UNC-a (*Universal Naming Convention*) putanja i sve web stranice kojima je pristupano preko *proxy-a*. Sigurnosna podešavanja ove zone se mogu menjati preko korisničkog interfejsa. Podrazumevani nivo sigurnosti je srednji niži nivo.
- *Trusted Sites Zone*. Sadrži spisak internet stranica kojima korisnik veruje da neće naškoditi podacima na računaru. Sigurnosna podešavanja ove zone se mogu menjati preko korisničkog interfejsa. Inicijalno ni jedan web sajt se ne nalazi u ovoj zoni i podrazumevani nivo sigurnosti je niski nivo.
- *Restricted Sites Zone*. Sadrži spisak internet stranica koje je korisnik označio kao opasne tj. za koje se veruje da njihov sadržaj može naškoditi računaru i podacima na njemu. Sigurnosna podešavanja ove zone se mogu menjati preko korisničkog interfejsa. Inicijalno ni jedan web sajt se ne nalazi u ovoj zoni i podrazumevani sigurnosni nivo je visok.

- *Local Machine Zone*, često zvana i *My Computer Zone*. Sadrži stranice koje se nalaze na lokalnom računaru. Sigurnosna podešavanja ove zone se mogu menjati jedino preko IEAK-a (*Microsoft ® Internet Explorer Administration Kit-a*), što znači da ova podešavanja nisu direktno dostupna preko interfejsa IE-a. Preporučeno je korišćenje podrazumevanih sigurnosnih podešavanja za ovu zonu, smanjenje sigurnosnog nivoa može dovesti do sigurnosnog rizika dok povećanje sigurnosnog nivoa može umanjiti funkcionalnost stranice koja se izvršava.

Sva sigurnosna podešavanja za svaku zonu se mogu promeniti i na taj način prilagoditi potrebama i željenom nivou sigurnosti.

Ako ActiveX kontrola nije propisno potpisana, zapakovana i ne sadrži implementaciju svih potrebnih interfejsa IE je neće označiti kao bezbednu i dozvoliti njeno izvršavanje. ActiveX kontrole su same po sebi veoma moćne i svestrane, ali u isto vreme mogu biti i veoma opasne te ih je potrebno potpisati kako bi korisnik imao informaciju o poreklu kontrole.

7.2. Kreiranje ACTIVEX kontrole

U ovom delu će biti opisano kako implementirati autentifikaciju korisnika pomoću Smart kartice u okviru Web sajta. Kako sam .NET Framework ne podržava ovu mogućnost moramo eksplicitno implementirati klasu koja omogućava autentifikaciju korisnika pomoću Smart kartice i predstaviti je kao ActiveX kontrolu. Ukratko treba kreirati klasu označenu atributima prikazanim u listingu 1.

```
[ProgId("Mrga.Web.ActiveX")]
[ClassInterface(ClassInterfaceType.AutoDual)]

[Guid("MyGUID")]
[ComVisible(true)]
public class Authentication
{
    ...
}
```

Listing 1. Atributi koji označavaju ActiveX klasu

- `[ProgId(ID)]` predstavlja jedinstveno ime klase koja će biti izložena kao COM objekat.
- `[ClassInterface(ClassInterfaceType)]` predstavlja tip COM interfejsa koji će obaviti našu klasu. Konkretno interfejs prikazan u listingu će biti vidljiv iz JavaScript-a.
- `[Guid(GUID)]` predstavlja jedinstveni GUID (*Globally Unique Identifier*) identifikator koji omogućava našoj klasi da bude korišćena kao COM objekat. *Microsoft ® Visual Studio* poseduje alat za kreiranje novog GUID-a.
- `[ComVisible(isVisible)]` govori da li klasa može biti korišćen kao COM objekat

Pre upotrebe COM objekta on mora biti registrovan na računaru na kom će se koristiti. Registracija COM

objekta podrazumeva određene unose u *Windows® Registry*. Ovi unosi se mogu uneti ručno ili možemo implementirati metode u okviru ActiveX-a koje će izvršiti potrebne unose prilikom registracije COM objekta alatom kao što je *Assembly Registration Tool* (regasm.exe) ili prilikom instalacije COM objekta ukoliko postoji odgovarajući .cab file. Da bi izložili .NET metode i atribute naše klase kao COM metode i atribute moramo im dodati oznaku [ComVisible(true)].

7.3. Korišćenje ACTIVEX kontrole unutar HTML stranice

Jednom kada je klasa registrovana kao COM objekt ona je spremna za korišćenje u okviru Web stranice. Sve što je potrebno je dodavanje novog <object> tag-a u okviru HTML stranice u kojoj želimo koristiti COM objekat tj.

```
<body onload="OpenActiveX()">
<OBJECT id="ActiveX" name="SmartCardActiveX"
classid="clsid:MyGuid"
VIEWASTEXT codebase="ActiveX.cab">
...
</body>
```

ActiveX kontrolu (listing 2).

Listing 2. Umetanje ActiveX kontrole unutar HTML stranice

- *id* i *name* predstavljaju vrednosti preko kojih će se pristupati ActiveX kontroli iz JavaScript-a.
- *classid* je GUID naše Authentication klase u definisan C# kodu.
- *codebase* predstavlja putanju na kojoj se nalazi fajl koji će biti pokrenut ukoliko ActiveX sa zadatim GUID-om nije registrovan na korisnikovom računaru. Ovo je putanja na kojoj se nalazi instalaciona verzija upakovana .cab file naše ActiveX kontrole.

Sada kada HTML stranica “zna” koju Activex kontrolu želimo da koristimo treba dodati malo JavaScript koda kako bi je stvarno i koristili.

8. ZAKLJUČAK

Činjenice da privatni RSA ključevi nikada ne napuštaju Smart karticu i da prilikom pristupanja, upotrebe,

privatnom ključu Smart kartica zahteva verifikaciju PIN-a čine je idealnim uređajem za čuvanje i transport tajnih ključeva. U slučaju uzastopno pogrešno unetog PIN-a predefinisani broj pita Smart kartica se zaključava čime se onemogućava njeno dalje korišćenje. Otključavanje kartice zahteva unos Unblock PIN-a tzv. PUK koda koji obično duži od PIN koda. Ove osobine nam garantuju sigurnost privatnog ključa i prilikom gubljenja same Smart kartice. Sa druge strane .NET RSA CryptoProvider omogućava specifikiranje *driver-a* uređaja za smeštanje ključeva tako da se korišćenje ključeva smeštenih na Smart karticu u .NET Framework tehnologiji ne razlikuje od korišćenja ključeva smeštenih na lokalnom disku čineći tako .NET veoma pogodnom tehnologijom za upotrebu Smart kartica u kriptografiji kao sigurnog skladišta ključeva i korisničkih sertifikata. Osim autentifikacije i autorizacije Smart kartice se mogu koristiti i za digitalno potpisivanje podataka i dokumenta čineći je tako podjednako dobrim uređajem i za nedvosmisleni identifikaciju vlasnika.

9. LITERATURA

- [1] Dominick Baier
Developing More-SecureMicrosoft® ASP.NET 2.0 Applications , Microsoft Press. ISBN 0-7356-2331-7
- [2] RFC-3280:<http://tool.ietf.org/html/rfc3280>
- [3] Ask the Performance Team - Introduction to ActiveX
<http://blogs.technet.com/askperf/archive/2007/11/16/introduction-to-activex-part-one.aspx>
- [4] Ask the Performance Team – ActiveX Security and Security zones
<http://blogs.technet.com/askperf/archive/2007/12/04/introduction-to-activex-part-three-security-and-security-zones.aspx>

Kratka biografija:

Branislav Mrganić rođen je 15. Jula 1982. godine u Novom Sadu. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Računarstvo i automatika – Računarske nauke i informatika, odbranio je 2009.godine.

Milan Vidaković rođen je u Novom Sadu 1971. godine. Doktorirao je 2003. godine na Fakultetu tehničkih nauka, a 2004. godine izabran je za docenta iz oblasti *Primenjene računarske nauke i informatika* na Fakultetu tehničkih nauka.



INTERNACIONALIZACIJA I LOKALIZACIJA U GLOBALNOJ UPOTREBI INFORMACIONIH SISTEMA

INTERNATIONALIZATION AND LOCALIZATION IN GLOBAL USAGE OF INFORMATION SYSTEMS

Đurđa Rogić, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je predloženo jedno rešenje problema internacionalizacije i lokalizacije softverskih proizvoda. Opisana je implementacija rešenja navedenog problema u okviru jednog logging softverskog framework-a namenjenog aplikacijama razvijanim korišćenjem Oracle PL/SQL programskog jezika.

Abstract – In the paper we propose a solution to the problem of internationalisation and localisation of software products. We present an implementation of the problem solution within a logging software framework for applications developed using Oracle PL/SQL programming language.

Ključne reči – Internacionalizacija; lokalizacija; Istorijski Informacioni Sistem; logging; LOG4PLSQL; LOG4J.

1. UVOD

Internacionalizacija predstavlja takav proces generalizovanja softverskog proizvoda koji obezbeđuje podršku za više jezika i različite kulturne konvencije, bez potrebe za posebnim prerađivanjem [1]. Generalno, proizvod se internacionalizuje tokom životnog ciklusa razvoja. Internacionalizacija prethodi lokalizaciji proizvoda. Lokalizacija podrazumeva pripremu proizvoda za geografsko, tj. govorno područje u kojem će biti prodat i korišćen, kako bi bio lingvistički i kulturološki prikladan, odnosno kako bi zadovoljavao lokalne standarde ciljnog govornog područja [1]. Lokalizacija uključuje proces prevođenja teksta, zastupljenih kako u softverskom proizvodu, tako i u pratećoj dokumentaciji.

Jedan od sistema u kojem je bio prisutan problem internacionalizacije i lokalizacije je tzv. Istorijski informacioni sistem (IIS), koji predstavlja komponentu DMS softvera, odnosno sistema za upravljanje distribucijom električne energije. Cilj ovog rada je da detaljnije opiše problem internacionalizacije i lokalizacije u okviru logging servisa IIS-a i njegovo rešenje.

Zadaci koje je trebalo ovim radom realizovati su:

NAPOMENA:

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

1. Implementacija proširene funkcionalnosti logging servisa IIS-a kako bi se omogućilo preusmeravanje log poruka iz tabele baze podataka IIS-a na fajl sistem. Time bi se log informacije IIS-a priključile logovima svih ostalih komponenti DMS softvera, što bi značajno olakšalo proces održavanja aplikacije.

2. Implementacija pomenute podrške za internacionalizaciju i lokalizaciju u okviru IIS-a. Ovakva podrška ne utiče na poboljšanje performansi IIS-a, ali predstavlja jedan od faktora za povećanje zadovoljstva korisnika softverskim proizvodom, a time i povećani uspeh softverskog proizvoda na tržištu.

Rad sadrži, osim Uvoda i Zaključka, tri poglavlja. U drugom poglavlju biće više reči o logging servisu u okviru IIS-a i opisu problema podrške za internacionalizaciju i lokalizaciju u okviru pomenutog servisa.

Treće poglavlje opisuje cilj i korake u rešavanju problema internacionalizacije i lokalizacije.

U četvrtom poglavlju opisana je implementacija rešenja definisanog problema.

2. LOGGING SERVIS IIS-a I PROBLEM PODRŠKE ZA INTERNACIONALIZACIJU I LOKALIZACIJU U OKVIRU LOGGING SERVISA IIS-a

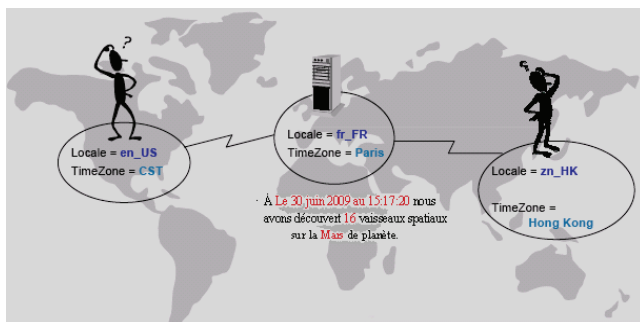
Istorijski informacioni sistem (IIS) je deo sistema za podršku u odlučivanju, analize performansi i ponašanja distributivne mreže, kako tokom njenog regularnog rada, tako i tokom ispada. IIS pruža usluge pregleda i izmena onih kvantitativnih i kvalitativnih parametara distributivne mreže koje krajnji korisnik prepozna da su mu od interesa i označi "za arhivu". Sve izmene čuvaju se u bazi podataka. U okviru baze podataka se pored skladištenja, nad podacima vrše brojne obrade kako bi se obezbedile konstantne performanse sistema.

Za analizu uspešnosti izvršavanja svih obrada podataka u fazi eksploatacije IIS-a, kao i praćenje toka izvršavanja procedura u fazi njegovog razvoja i testiranja koristi se logging servis. Logging je sistematska i kontrolisana reprezentacija stanja aplikacije, u formi razumljivoj učesnicima u procesu razvoja softvera [2]. Aplikacioni log fajl sadrži informacije o događajima koji su zabeleženi od strane aplikacija u sistemu. Korisnici logging servisa su programeri u fazi razvoja, ili administratori sistema u fazi eksploatacije. Kao log paket IIS-a korišćeno je rešenje opšte namene LOG4PLSQL.

LOG4PLSQL paket *log* poruke smešta u tabelu baze podataka IIS-a.

U uslovima upotrebe DMS softvera u različitim državama i regionima pojavila se potreba da se *logging* servis proširi tako što će se u njega ugraditi podrška za internacionalizaciju i lokalizaciju. Pre ilustracije problema neophodno je objasniti pojam lokalnog standarda. Lokalni standard predstavlja specifičnu kombinaciju jezika, regionalnih odrednica i kodnog rasporeda [1]. Na primer: francuski jezik koji se govori u Kanadi predstavlja jedan lokalni standard, a francuski jezik koji se govori u Francuskoj drugi.

Slika 1. ilustruje problem lokalizovanog prikaza poruka korisnicima iste aplikacije koji se nalaze u različitim državama tj. regionima. Korisnici se nalaze u različitim vremenskim zonama i koriste različite lokalne standarde. Server se nalazi u Parizu, u vremenskoj zoni Paris-CEST. Oznaka lokalnog standarda koji je u upotrebi za region i jezik je `fr_FR`. Administratori sistema raspoređeni su u vremenskim zonama CST i Hong Kong. Oznake lokalnih standarda za regione i jezike su redom `en_US` i `zn_HK`.



Slika.1. Ilustracija problema lokalizovanog prikaza poruka za korisnike u različitim državama i regionima

Pretpostavimo da je u fazi eksploatacije DMS softvera generisana sledeća poruka:

A Le **30 juin 2009** au **15:17:20** nous avons découvert **16,00** vaisseaux spatiaux sur la **Mars** de planète.

Slika 2. Poruka pripremljena za lokalizaciju. Oznaka lokalnog standarda `fr_FR`, vremenska zona Paris-CEST.

Očigledno je da će generisana poruka biti nerazumljiva administratorima sistema na pomenutim lokacijama zbog razlike u lokalnim standardima. Kako bi se generisana poruka učinila razumljivom korisnicima rešava se problem podrške za internacionalizaciju i lokalizaciju. Svaki deo teksta koji se prikazuje korisniku je potencijalni kandidat za jezičko prevođenje.

3. CILJ I KORACI U REŠAVANJU PROBLEMA INTERNACIONALIZACIJE I LOKALIZACIJE

Cilj rada jeste da se omogući lokalizovani prikaz *log* poruka – kako bi bile razumljive krajnjim korisnicima

logging servisa. Prilikom jezičkog prevođenja poruka neophodno je obratiti posebnu pažnju na lokalno-zavisne podatke tipa *date*, *string* i *number*.

Na primer, za 10. Septembar 2008. u Francuskoj mogući prikazi bi bili: 10 sept. 2008; 10/09/08; 10 septembre 2008, dok su za teritoriju Indije (englesko govorno područje) mogući prikazi: 10 Sep, 2008; 10/9/08; 10 September, 2008. Na primeru navednih teritorija možemo razlikovati i prikaz brojnih vrednosti. Celobrojna vrednost 123456789, i racionalna vrednost 1234,123 se u Indiji prikazuju kao 123,456,789 i 1,234.123, a u Francuskoj kao 123 456 789 i 1 234,123 (prva teritorija podrazumeva `(,)` kao separator za hiljade i `(.)` kao separator za razlomljeni deo, a druga teritorija redom separatore `( )` i `(,)`).

Preduslov za rešavanje problema lokalizovanog prikaza *log* poruka jeste postojanje podrške za rad sa vremenskim zonama. Pošto u sklopu IIS-a takva podrška nije postojala, koraci primenjeni prilikom rešavanja problema internacionalizacije i lokalizacije su bili sledeći:

1. implementacija softverskog paketa za rad sa vremenskim zonama;
2. implementacija softverskog paketa za jezičko prevođenje poruka;
3. proširenje softverskog paketa za evidentiranje (*logging*) dodavanjem funkcionalnosti za praćenje (*tracing*) i obradu grešaka;
4. integracija softverskih paketa implementiranih u prethodnim koracima sa *logging* softverskim paketom LOG4J. LOG4J *logging framework* je *logging* paket za Java programski jezik. LOG4J nudi mogućnost preusmeravanja poruka na različite izlazne destinacije, kao i kontrolu njihovog formata[4].

Autor je pored proširivanja rešenja opšte namene LOG4PLSQL podrškom za internacionalizaciju i lokalizaciju, integrisao postojeće *logging* rešenje sa LOG4J *logging framework*-om. Pomenutom integracijom autor je obezbedio preusmeravanje poruka iz tabele baze podataka IIS-a na fajl sistem. Autor ističe da je motivacija za odabrani pristup rešavanju problema (korišćenje postojećih rešenja opšte namene u ovoj oblasti – LOG4J i LOG4PLSQL) bilo povećavanje kvaliteta softverskog proizvoda (ovom slučaju IIS-a).

4. REALIZACIJA REŠENJA

Opis realizacije rešenja prati korake definisane u prethodnom poglavlju:

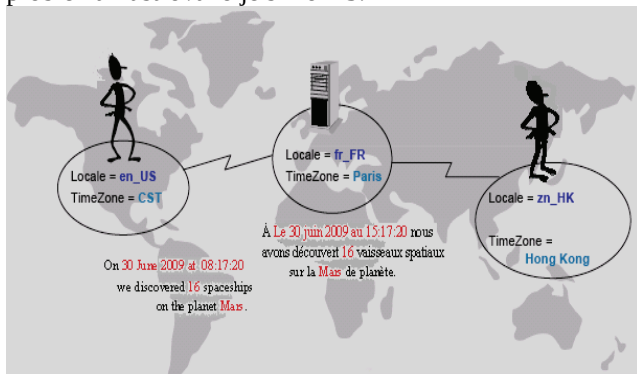
4.1. Implementacija paketa za rad sa vremenskim zonama

Problem rada sa vremenskim zonama je uprkos Oracle podršci za rad sa datumskim tipovima podataka realizovan u posebnoj paketu (`B_TIMEZONE`). Paket za podršku za rad sa vremenskim zonama bio je neophodan kako bi se rešenje učinilo upotrebljivim i na Oracle 8 instalacionim verzijama. Trenutak upisa *log* informacija u tabelu baze podataka memoriše se u UTC vremenu. S obzirom na mogućnost, dinamiku i zavisnost promene

DST pravila, implementirano rešenje oslanja se na posebnu tabelu sa informacijama o promenama vremena za svaku vremensku zonu u svakoj godini.

4.2. Implementacija paketa za jezičko prevođenje poruka

Rešenje problema jezičkog prevođenja poruka smešteno je u paketu B_TRANSLATION. Prilikom jezičkog prevođenja poruka neophodno je preduzeti dodatne korake kako bi se poruka pripremila za proces prevođenja. Poruka može sadržati različite tipove varijabli: datume i vremena, stringove, brojeve, kao i valute i procenite koji u ovom slučaju neće biti razmatrani. U fazi pripreme dolazi do fragmentacije teksta poruke, izdvaja se fiksni i promenljivi deo poruke. Promenljivi deo poruke opisan je nabrojanim tipovima varijabli. Lokalizacija teksta poruke obuhvata lokalizaciju svakog njenog dela koji je dobijen u fazi pripreme. Lokalizacija pojedinih delova poruke pored jezičkog prevođenja može podrazumevati i formatiranje, zavisno od lokalnog standarda (lokalno-zavisno formatiranje)[3]. Rešenje problema ilustrovano je slikom 3.



Slika 3. Prikaz lokalizovane poruke. Oznaka lokalnog standarda en_US, vremenska zona CST.

Za administratora koji se nalazi u vremenskoj zoni CST i koristi lokalni standard en_US, lokalizovana poruka za poruku sa slike 2 bila bi:

On 30 June 2009 at 08:17:20 we discovered 16.00 spaceships on the planet Mars.

Slika 4. Lokalizovana poruka sa slike 2 za korisnika u vremenskoj zoni CST i lokalnim standardom en_US.

Sledi niz koraka koji se primenjuju u procesu lokalizacije teksta poruke:

1. korak: Identifikovati promenljive podatke u poruci. Primer poruke sa promenljivim (lokalno-zavisnim podacima) prikazan je na slici 4.

2. korak: Izolovati lokalizovanu poruku sa tzv. *placeholder*-ima za svaki lokalni standard u B_LANGUAGE_STRINGS tabeli. Sadržaj jednog reda tabeli B_LANGUAGE_STRINGS za lokalni standard sa oznakom en_EN bi izgledao na sledeći način:

At %time% on %date% we discovered %number% spaceships on the planet %planet%.

Poređenjem šablona sa tekstem poruke koja je prikazana prvim korakom, očigledno je da argument između %%

predstavlja zamenu za svaku promenljivu koja se nalazi u tekstu poruke. Dozvoljeno je postojanje proizvoljnog broja argumenata, uz jedini uslov da se svakom od njih dodeli po jedan element u pozivu koji predstavlja njegovu vrednost.

3. korak Prilikom upisa lokalizovanog teksta poruke u tabelu B_LOG_RECORD dolazi do dodele vrednosti svakom argumentu koji se nalazi u šablon poruci iz tabeli B_LOG_PARAMETER. Naziv parametra u šablon poruci istovremeno je i njegov jedinstveni identifikator u okviru svakog teksta poruke (šablona).

```
l_return := b_log_trace.to_log (
  'error', ....
  '%time%', %date%, %number%, %planet%',
  '08/17/20, 2009/30/06, 16, Mars',
  'D, D, N, S ', ...);
```

Slika 5. Deo poziva koji definiše niz argumenata i dodeljene vrednosti za parametrizovanu poruku

4. korak U slučaju da poruka sadrži argumente tipa *date* ili *number*, neophodno je njihovo lokalno-zavisno formatiranje, koje je uslovljeno lokalnim standardom. Informacije o formatima datumskih i numeričkih podataka za svaki jezik nalaze se u B_LANGUAGE_STRINGS tabeli. Format podataka za jezik (lokalni standard) je moguće dobiti iz tabeli B_LANGUAGE_STRINGS operacijom SELECT uz vrednosti "NLSFormat" za GROUP_ID, "Date"/"Number" za NAME i oznake željenog jezika za LANGUAGE.

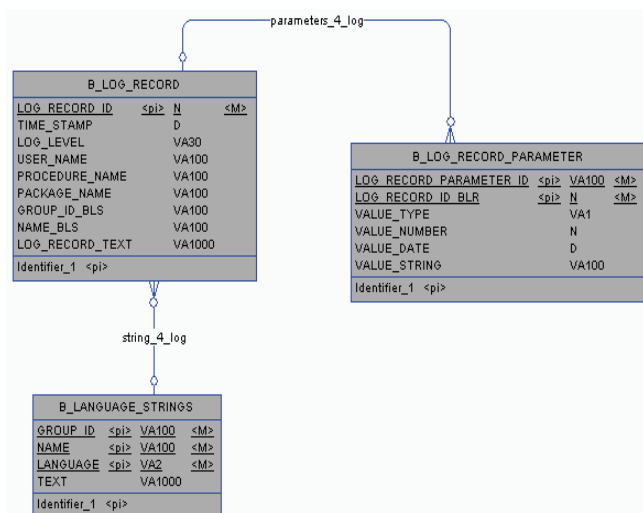
Model baze podataka paketa za lokalizaciju sadržaja prikazan je na slici 6.

4.3. Proširenje paketa za evidentiranje (logging) dodavanjem funkcionalnosti za praćenje (tracing) i obradu grešaka

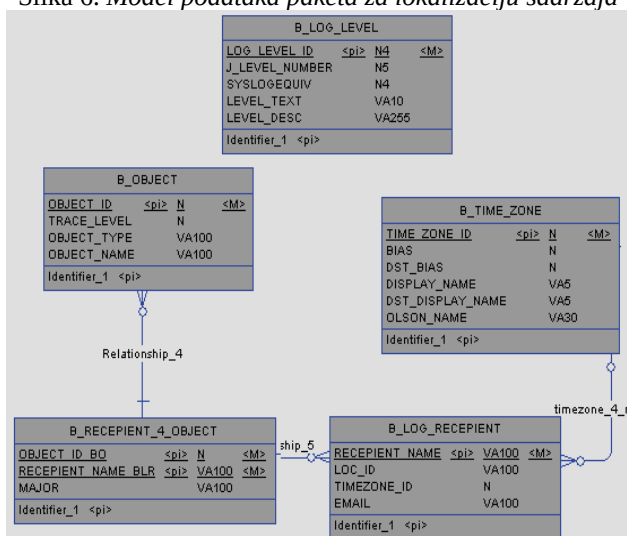
Funkcionalnost evidentiranja (*logging*), praćenja (*tracing*) i obrade grešaka smeštena je u paketu B_LOG_TRACE. Posebna pažnja je usmerena na autonomne transakcije kao način implementacije procesa evidentiranja, kao i prihvatljivi uticaj na performanse aplikacije prilikom obrade grešaka.

4.4. Integracija paketa implementiranih u prethodnim koracima sa LOG4J logging paketom.

Način integracije LOG4PLSQL *logging framework*-a sa LOG4J *logging* paketom modifikovan je u cilju integracije implementiranog paketa B_LOG_TRACE i LOG4J *logging framework*-a. Smešten je u .jar fajlu. Model baze podataka predviđa pomoćne tabele za identifikaciju relevantnih primalaca *log* informacija na nivou paketa. Tabela B_LOG_RECEPIENT (Slika 7) memoriše podatke o svim korisnicima sistema koji imaju pravo na izveštavanje i *log* informacije. Pored kolone RECEPIENT_NAME koja je i jedinstveni identifikator, memorišu se i identifikator lokala, vremenske zone i *e-mail*. Tabela B_RECEPIENT_4_OBJECT (Slika 7) memoriše podatke o pravima korisnika sistema na *log* informacije o specifičnim objektima.



Slika 6. Model podataka paketa za lokalizaciju sadržaja



Slika 7. Model podataka za identifikaciju relevantnih primalaca log informacija na nivou paketa

Logging framework LOG4J podrazumeva jednostavnu konfiguraciju logging sistema kako bi se emitovale poruke o greškama putem email-a. Uskladištena procedura to_log paketa B_LOG_TRACE šalje log informacije ka kanalu, između ostalog i identifikator paketa. Proces koji prima pozive poruka (RLDB klasa) poziva RECEIVE_MESSAGE funkciju i prima poruku, a zatim pristupa svakom delu poruke. Klasa RLDB koristi JDBC API za pristup bazi podataka. JDBC uspostavlja konekciju sa bazom podataka i šalje SQL iskaze. Dobavljaju se informacije o svim mogućim primaocima log poruka za specificirani paket, kao i informacije o formatiranju datuma i brojeva. Zatim se pribavlja poruka koja je lokalizovana u skladu sa jezikom primaoca, koja se na kraju evidentira.

5. ZAKLJUČAK

Svi softverski paketi (implementirani paketi za rad sa vremenskim zonama i paket za jezičko prevođenje, prošireni logging paket) objedinjeni su u aplikacioni framework. Framework uspešno rešava više izdvojenih problema: evidentiranje (logging), praćenje (tracing) i obradu gre-

ška, uz ugrađenu podršku za internacionalizaciju i lokalizaciju i mogućnost preusmeravanja logging poruka na različite destinacije. U framework-u je smešten programski kod sa frekventnom upotrebom; standardna funkcionalnost implementirana je na niskom nivou uz nisku kompleksnost API-ja. Ugrađena podrška za internacionalizaciju i lokalizaciju u pozive funkcija logging servisa dodaje mali broj parametara, pa je time programerima kao korisnicima ovog servisa u fazi razvoja IIS-a maksimalno olakšana njegova upotreba. Tako je postignuta redukcija sveukupnog vremena razvoja aplikacije. Podrška za internacionalizaciju i lokalizaciju omogućava lokalizovani prikaz log poruka, pa administratori kao korisnici logging servisa u fazi eksploatacije IIS-a mogu čitati poruke na sopstvenom jeziku uz korektan prikaz vremenskih podataka. Dakle, povećano je zadovoljstvo i ove grupe korisnika. Izloženo rešenje uspeva da razdvoji funkcionalnost procesa evidentiranja (logging), praćenja (tracing) i obrade grešaka od lokalno zavisnih podataka (preвода). Lokalno zavisni podaci izdvojeni su u posebnim tabelama; prilikom njihove izmene ili dodavanja ne dolazi do promene funkcionalnosti, pa je uvođenje novog lokalnog standarda krajnje jednostavno zbog primenjene internacionalizacije i odgovarajućeg dizajna koji ona podrazumeva. Korišćenje iste bazične poslovne logike omogućava implementaciju procesa evidentiranja, praćenja i obrade grešaka u skladu sa zahtevima različitih lokalnih standarda i tržišta. Dalje, framework omogućava da se proces internacionalizacije integriše u inicijalnu fazu razvoja IIS-a.

6. LITERATURA

- [1] The Localization Industry Standards Association
<http://www.lisa.org/>
- [2] Pro Apache Log4j, Second Edition, Samudra Gupta A-Press
<http://www.springerlink.com/content/j133p6p20p38lh5g/>
- [3] Internationalization tutorial
<http://java.sun.com/docs/books/tutorial/i18n/>
- [4] The Complete log4j Manual, November 2002, Ceci Gülcü
http://www.pfarrell.com/misc/The_Complete_log4j_Manual.pdf

ZAHVALNICA

Autor zahvaljuje mentoru, profesoru dr Ivanu Lukoviću i Maji Domazetović, na pruženoj pomoći prilikom izrade rada.

Kratka biografija:



Durda Rogić rođena je u Šapcu, 1984. godine. Apsolvent je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, departman za Računarstvo i automatiku, smer za primenjene računarske nauke i informatiku.

SERVERSKI SLOJ ZA PRIHVAT ZAHTEVA I CENTRALIZOVANU OBRADU DOGAĐAJA

SERVER LAYER FOR REQUEST ACCEPTING AND CENTRALIZED EVENT HANDLING

Dražen Nadoveza, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljani su problemi vezani za prihvatanje zahteva i paralelno izvršavanje procesa serverskih komponenti DMS (Distributed Management System). Opisana je implementacija serverske komponente za centralizovanu obradu događaja (EventDispatcher) kao i modeli zahteva i događaja DMS servera.

Abstract – This paper presents some problems related to request acceptance and parallel execution of DMS (Distributed Management System) server components. Furthermore it describes an implementation of a centralized event handling component (EventDispatcher), as well as request and event model of DMS servers.

Ključne reči: Server, Konkurentni rad, Zahtev, Događaj, Model, EventDispatcher

1. UVOD

Ovaj rad bavi se problemima rukovanja zahtevima u okviru serverskih komponenti DMS-a. Modeli zahteva i događaja doprinose boljoj organizaciji zahteva upućenih na server, jer korisnik ne mora da se opterećuje sinhronizacijom pri paralelnom izvršavanju.

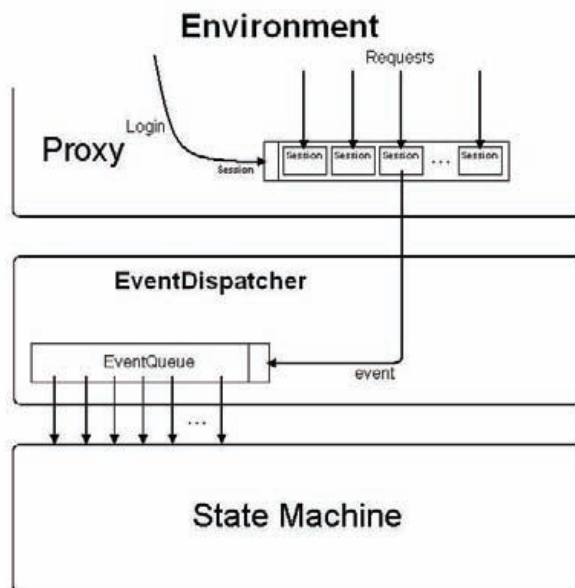
EventDispatcher kao centralizovano mesto za obradu događaja je jednostavan način da se omogući SIGURAN konkurentni rad svake serverske komponente, a pri tome postoji mogućnost optimizacije na osnovu kriterijuma brzine rada komponente i sistema u celini.

2. Standardna arhitektura DMS servera

Svaki DMS server sastoji se od sloja interakcije sa okruženjem (**Proxy**) i mašine stanja (**state machine**) (Slika 1). **Proxy** služi za komunikaciju sa okruženjem i zasnovan je na nekom RPC mehanizmu (npr. CORBA). Zadužen je za prihvatanje zahteva koji su upućeni na server. U mašinu stanja smeštena je logika servera vezana za stanja procesa arbitracije i aktuelizacije, i ona kao takva predstavlja vezu sa samim jezgrom DMS servera u koji je smeštena poslovna logika.

Problem povezivanja sloja interakcije sa okruženjem i sloja mašine stanja odnosno jezgra, iako ne deluje složeno, ima svoju kompleksnost. Zbog toga je uveden dodatni sloj koji se nalazi između **proxy**-ja i mašine stanja odnosno jezgra servera. Taj sloj je odgovoran za

prihvatanje zahteva, kao i za sinhronizaciju i redosled njihovog izvršavanja, tj. upućivanja ka mašini stanja.



Slika 1. Blok šema slojeva DMS servera

2.1. Sloj za interakciju sa okruženjem

Svrha sloja za interakciju sa okruženjem je da posreduje između klijenata i unutrašnjih slojeva servera. U njemu se prihvataju zahtevi i prosleđuju na obradu.

Kada klijent preko nekog RPC mehanizma pozove udaljenu metodu *Login()* koja se nalazi na serverskoj strani, pravi se korisnička sesija sa određenim pravima pristupa serveru. Sesija je predstavljena kao udaljeni (serverski) objekat. Ta sesija se smešta u kontejner (*SessionManager*), a ulogovani klijent dobija referencu na tu sesiju.

Kada je klijent ulogovan (*posедује referencu na odgovarajuću sesiju*), svi ostali zahtevi prema serveru se obavljaju preko odgovarajuće korisničke sesije. Korisničke sesije generišu zahteve od kojih se neki moraju tretirati kao događaji (*event*), koji moraju biti predmet obrade sloja za upravljanje događajima.

2.2. Sloj za upravljanje događajima

Ovaj sloj nalazi se između sloja za interakciju sa okruženjem i sloja mašine stanja. Njegova svrha je da posreduje između pomenutih slojeva. U njemu se modeluju zahtevi i događaji i rukuje izvršavanjem samih događaja.

Osnovni razlog za uvođenje ovog sloja je potreba da se optimizuje izvršavanje zahteva upućenih ka serveru. Neke zahteve je moguće izvršavati konkurentno, dok se drugi

NAPOMENA:

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

moraju izvršavati sekvencijalno. Takođe je neophodno voditi računa o redosledu pristizanja zahteva na server. Osnovu sloja za upravljanje događajima čine **model zahteva i događaja** (*Request/Event Model*) i **rukovaoc događajima** (*EventDispatcher*).

2.3. Sloj mašine stanja (*State machine*)

Serverske komponente DMS sistema su predmet procesa arbitracije i aktualizacije.

Priroda ovih procesa nalaže da se serverske komponente prevode u odgovarajuća stanja u skladu sa tokom procesa. Zato je ponašanje serverskih komponenti modelovano kao mašina stanja.

Mašina stanja je model ponašanja sastavljen od konačnog broja stanja, definisanih prelaza između stanja i akcija. Za procese arbitracije i aktualizacije postoji konačan broj stanja, a prelazi su jasno definisani i nisu podložni promeni. [2]

3. ZAHTEVI I DOGAĐAJI

Za svaki događaj u serveru mora da postoji zahtev upućen ka serveru koji izaziva taj događaj (Npr. poziv metode *Start()* na serveru predstavlja zahtev, a samo izvršavanje te metode predstavlja događaj).

3.1. Zahtevi

Zahteve (**request**) upućene ka serveru možemo podeliti prema tome da li blokiraju dalje primanje zahteva u okviru niti sesije na:

- sinhrono (blokirajuće) i
- asinhrono (neblokirajuće), i

prema trenutku izvršavanja na:

- trenutne,
- vremenski odložene.

Kod sinhronih zahteva, strana koja je uputila zahtev mora da čeka dok ne dobije odgovor. Sa druge strane, kod asinhronih zahteva, strana koja je uputila zahtev može uputiti novi zahtev, ne čekajući odgovor na prethodno upućen zahtev.

Ovakvo modelovanje je od značaja za sinhronizaciju različitih komponenti u sistemu.

Druga podela se odnosi na trenutak izvršavanja primljenog zahteva. Zahtevi se mogu izvršiti trenutno ili nakon nekog zadatog vremenskog perioda.

3.2. Događaji

Zahtevi (**request**) generišu događaje (**event**). Događaje delimo prema tome da li menjaju stanje servera (mašine stanja ako postoji).

Na osnovu toga razlikujemo:

- događaje koji ne menjaju stanje,
- događaje koji menjaju stanje (**trigger**);

Ova podela je od značaja, jer se pomoću nje optimizuje samo izvršavanje događaja. Svi događaji, koji ne menjaju stanje, mogu da se izvršavaju konkurentno, dok se doga-

đaji koji menjaju stanje moraju izvršavati serijski. Pri tome se mora voditi računa o redosledu prispeća. Ovo može značajno da ubrza izvršavanje, tj. da smanji vreme čekanja odgovora (**response**) na upućen zahtev.

4. OPIS REŠENJA

Serverski sloj za prihvatanje zahteva i centralizovanu obradu događaja sastoji se od:

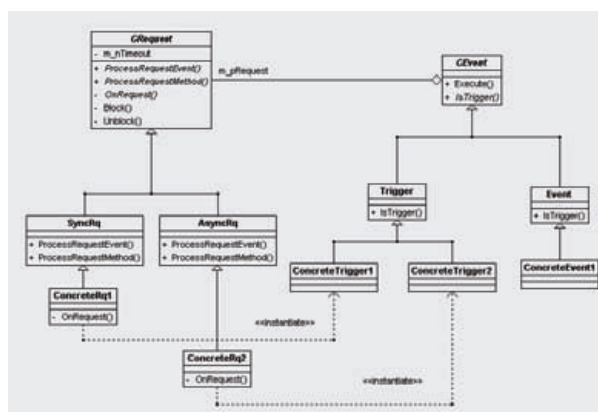
- objektnog modela zahteva,
- objektnog modela događaja i
- **EventDispatcher** komponente.

Realizovan je u formi statičke biblioteke. Biblioteka je ugrađena i testirana u realnim uslovima.

4.1. Objektni model zahteva i događaja u serverskom sloju za rukovanje događajima

Iako postoje dve podele zahteva, od interesa je da modelujemo događaje samo prema tome da li blokiraju dalje primanje zahteva u okviru niti sesije. Informacija o tome da li je zahtev odložen ili ne dobija se parametrizacijom izvedenih specijalnih zahteva. Događaje modelujemo prema tome da li menjaju stanje servera (mašine stanja).

Model zahteva i događaja se sastoji od modela zahteva (**Request model**) i od modela događaja (**Event model**) koji su međusobno povezani (slika 2).



Slika 2. Objektni model zahteva i događaja

4.1.1. Model zahteva (*Request Model*)

Osnovu modela događaja čini apstraktna klasa *CRequest*. Ona poseduje atribut koji predstavlja vreme kad će događaj biti izvršen (ukoliko se ne specificira, podrazumeva se trenutno izvršavanje). Ova klasa sadrži privatne metode *Block()* i *Unblock()*, kao i privatnu apstraktnu metodu *OnRequest()*.

Metode *Block()* i *Unblock()* služe za blokiranje, odnosno deblokiranje niti sesije kod sinhronih zahteva.

Iz klase *CRequest* se nasleđuju klase *SyncReq* i *AsyncReq*. Tim dvema klasama modelujemo zahteve prema tome da li oni blokiraju dalje primanje zahteva u okviru niti sesije. Konkretni zahtevi, koji odgovaraju zahtevima prema serveru, izvode se iz klase *SyncReq* i *AsyncReq* tehnikom nasleđivanja. Tada je potrebno redefinisati metodu *OnRequest()* tako da generiše odgovarajući događaj.

4.1.2. Model događaja (Event Model)

Osnovu modela događaja čini apstraktna klasa *CEvent*. Ona sadrži vezu ka konkretnom *Request* objektu koji je napravio taj događaj. Ova klasa sadrži javnu metodu *Execute()* i privatnu apstraktnu metodu *OnEvent()*.

Dalje se iz klase *CEvent* nasleđuju klase *CTrigger* i *CSimpleEvent*. Pomoću te dve klase modelujemo vrstu događaja, tj. da li će menjati stanje servera.

Konkretni događaji, koji odgovaraju zahtevima prema serveru, izvode se iz klase *CTrigger* i *CSimpleEvent* tehnikom nasleđivanja. Tada je potrebno redefinisati metodu *OnEvent()* u skladu sa željenim ponašanjem na postavljene zahteve.

U metodu *OnEvent()* je smeštena funkcionalnost događaja. To mogu biti pozivi metoda mašine stanja ili pak direktni pozivi metoda serverskog jezgra. Nju redefiniše krajnji korisnik modela u skladu sa željenim ponašanjem na upućeni zahtev.

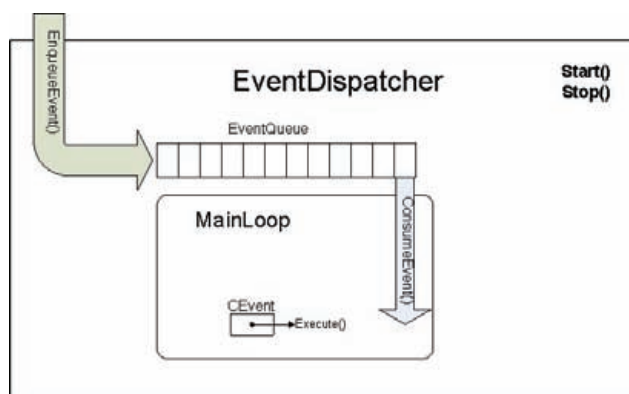
4.2. EventDispatcher komponenta

Zadatak *EventDispatcher* komponente jeste da detektuje i prikuplja događaje koji su spremni za izvršavanje i da sinhronizuje njihovo izvršavanje. Ona zajedno sa modelom događaja čini sloj za rukovanje događajima.

Implementacija *EventDispatcher*-a je zasnovana na *Event-driven* paradigmi što podrazumeva da je tok izvršavanja programa određen nekim događajima (u ovom slučaju zahtevima prema serveru) iniciranim iz okruženja. *Event-driven* paradigma takođe podrazumeva postojanje tzv. „glavne petlje“ (**main loop**) koja se stalno ponavlja radi detekcije pojave događaja.

Kada se neki zahtev uputi ka serveru, on se modeluje kao zahtev koji generiše odgovarajući događaj koji se dalje prosleđuje *EventDispatcher*-u. *EventDispatcher* sadrži kontejner (*EventQueue*) u koji smešta pristigle događaje. Glavna petlja izvršava događaje iz kontejnera, a u slučaju da je on prazan čeka dok se ne pojavi neki događaj (Slika 3).

Punjenje i pražnjenje zasnovano je na *Producer-Consumer* šablonu. Izvršavanje događaja je zasnovano na modifikaciji *Readers-Writers* šablona.



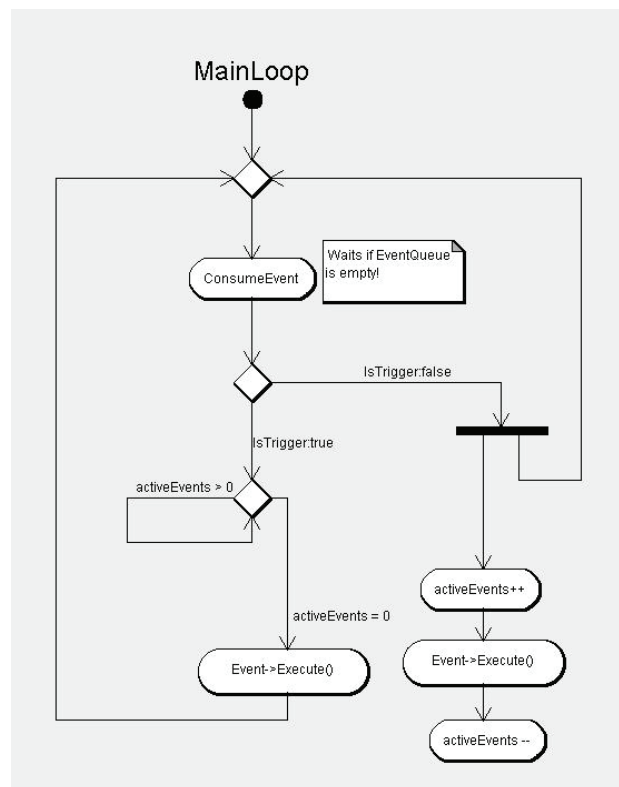
Slika 3. Logička šema *EventDispatchera*

4.2.1. Glavna petlja (Main Loop)

Glavna petlja predstavlja srž *EventDispatcher* komponente. U nju je smeštena i sama logika izvršavanja događaja.

Zasnovana je na modifikaciji *Readers-Writers* šablona (**Concurrent readers - Sequential writers**).

Na Slici 4 vidi se da, u zavisnosti od vrste događaja, glavna petlja događaj izvršava u tekućoj ili u niti zasebno kreiranoj za to izvršavanje. Dok traje izvršavanje *trigger*-a nije moguće izvršavanje niti jednog drugog događaja. U slučaju kad je u toku izvršavanje *event*-a, moguće je paralelno izvršavanje događaja, ako ih ima u spremnih u *EventQueue*-u. **Trigger** može da počne da se izvršava samo ako su svi započeti *event*-i završeni.



Slika 4. Dijagram aktivnosti glavne petlje

5. ZAKLJUČAK

U DMS serverima, sinhronizacija komponenti servera bila je čest izvor grešaka, a održavanje je bilo izrazito komplikovano. Model zahteva i događaja doprinosi boljoj organizaciji zahteva upućenih na server. Uvođenjem modela događaja i rukovaoca događaja, korisnik se lišava mukotrpnog posla sinhronizacije izvršavanja različitih komponenti unutar DMS servera. Takođe, velika prednost novog rešenja je i jednostavnost ugradnje komponente.

Dalji razvoj je moguć u vidu izrade referentne serverske komponente koja bi se koristila u vidu biblioteke, čiji bi deo, svakako bila serverska komponenta za prihvatanje zahteva i serversku obradu događaja. To bi omogućilo bržu i sigurniju izradu novih serverskih komponenta.

6. LITERATURA

- [1] Miroslav Hajduković, Operativni sistemi, Fakultet tehničkih nauka, 2004.
- [2] Bođa Ivan, Implementacija uopštene serverske komponente kao hijerarhijske mašine stanja, Diplomski-Master rad, Fakultet tehničkih nauka, 2009.

- [3] Pattern-Oriented Software Architecture : A Pattern Language for Distributed Computing, Volume 4
- [4] Markus Voelter, Michael Kirchner, Uwe Zdun, Remoting Patterns, Foundations of Enterprise Internet and Realtime Distributed Object Middleware, John Wiley & Sons, 2005.
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Event_driven

Kratka biografija:



Dražen Nadoveza rođen je u Šibeniku 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranio je 2009.god.

DETEKCIJA NAPUŠTENIH SESIJA U SISTEMU BAZIRANOM NA CORBA
TEHNOLOGIJI

ORPHANED SESSION DETECTION ON CORBA BASED SYSTEMS

Goran Ignjić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su opisani problemi koje uzrokuju napuštene sesije, algoritmi za njihovo otkrivanje i uklanjanje. Opisana je i integracija rešenja u okviru jednog CORBA servera.

Abstract – The paper describes problems caused by orphaned sessions, algorithms for orphaned session detection and removal. It also describes integration of solution within a CORBA server.

Ključne reči: CORBA, KeepAlive, Session, Orphaned session

1. UVOD

Pod terminom sesija, podrazumeva se polutrajna razmena informacija, poznata i kao dijalog. Razmena informacija se odvija između dva ili više uređaja koji komuniciraju. Sesija se kreira u jednom vremenskom trenutku i traje izvestan period vremena. Dok je sesija otvorena, uređaji preko nje mogu da razmenjuju poruke u bilo kom smeru [1].

Pod terminom napuštena sesija smatra se sesija čiji je životni vek prekinut tako da klijent nije uspeo na validan način da je zatvori. Ovakvu sesiju klijent više nikad neće moći da upotrebi, a server će je smatrati za potpuno validnu.

Do pojave napuštene sesije dolazi usled nemogućnosti klijenta da pristupi sesiji koju je zauzeo. Ovakva sesija je potpuno validna sa strane servera, iako je klijent u budućnosti više neće biti u mogućnosti da je koristi.

Problemi koje napuštene sesije mogu da izazovu su mnogobrojni. Oni zavise od namene konkretnog sistema. Mogu biti u većoj ili manjoj meri izraženi. Ovo se pre svega odnosi na trošenje sistemskih resursa.

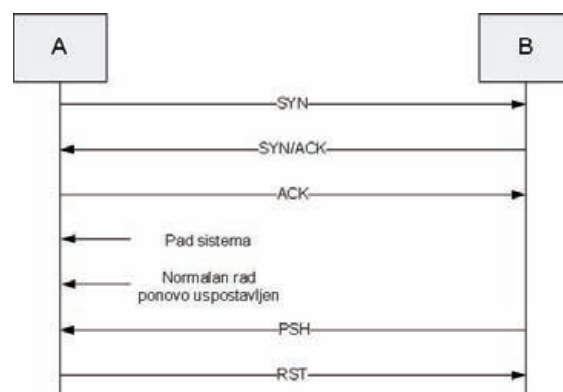
2. KEEPALIVE MEHANIZAM U WINDOWS/LINUX OKRUŽENJU

Keepalive koncept je veoma jednostavan: po uspostavljanju TCP konekcije potrebno je pripremiti niz tajmera. Neki od ovih tajmera imaju veze sa *keepalive* procedurom. Kada *keepalive* tajmer padne na nulu, šalje se prazan paket sa uključenim *ACK flag*-om klijentu sa druge strane konekcije. Zahvaljujući TCP/IP tehnologiji, ovo može da se uradi. TCP/IP je tok-orjentisan protokol, pa može da obradi tok podataka čija je veličina 0, a da pri tome ne ugrozi korisnički program.

Po prijemu odgovora na *keepalive* signal, može se sa sigurnošću tvrditi da je konekcija još uvek validna i funkcionalna. Udaljena tačka ne mora uopšte da podržava *keepalive* mehanizam, dovoljno je da podržava TCP/IP.

Uspostavljanje TCP konekcije između tačke A i tačke B se odvija u tri prolaza (trostruko rukovanje). Prvo se od tačke A šalje SYN signal ka tački B. Zatim tačka B kao odgovor na SYN signal šalje SYN/ACK nazad ka tački A. Na kraju tačka A šalje ACK signal ka tački B. Ovim je konekcija uspešno uspostavljena i podaci mogu normalno da se razmenjuju između ove dve tačke.

Razmotrimo sledeći primer, u kojem je na čvoru A došlo do iznenadnog otkaza (Slika 1.). Posledica ovoga je



Slika 1. Ponašanje TCP/IP konekcije u slučaju otkaza jednog čvora

da čvor A, neće izvestiti čvor B da je veza prekinuta. Što se tiče čvora B, on je spreman da pošalje podatke i nema informaciju da čvor A trenutno nije dostupan. Pretpostavimo da je posle izvesnog vremena, čvor A ponovo postao dostupan, ali prethodno otvorena konekcija više nije funkcionalna. Kada čvor B pokuša da pošalje podatke (PSH) ka čvoru A preko ove nepostojeće konekcije, čvor A će odgovoriti čvoru B RST signalom, nakon čega će čvor B zatvoriti konekciju.

Keepalive mehanizam je veoma koristan u otkrivanju nevalidnih konekcija (kao u gore navedenom primeru). Nevalidne konekcije će biti otkrivene čak i ako nema saobraćaja na njima. Ukoliko udaljena tačka ne odgovori na *keepalive* signal, sa sigurnošću se može tvrditi da je konekcija nevalidna i preduzeti odgovarajuća akcija.

Keepalive signali se ne šalju uvek. Moguće je uključiti ili isključiti ovu funkcionalnost za datu konekciju, kao i za datu aplikaciju.

NAPOMENA:

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

3. KEEPALIVE U CORBA OKRUŽENJU

U distribuiranim sistemima, rukovanje resursima predstavlja jednu od najizazovnijih tema. Rukovanje resursima, između ostalog, obuhvata i rukovanje životnim ciklusom objekata, što podrazumeva i otkrivanje i uklanjanje objekata koji se više ne koriste.

U tu svrhu, koristi se nekoliko mehanizama, među kojima se nalazi i *Keepalive* mehanizam [2]. Generalno postoje dva pristupa:

1. Eksplicitni *keepalive* i
2. Inverzni *keepalive* mehanizam.

Napomena: ova dva pristupa se ne odnose samo za CORBA-u već važe generalno za *Keepalive* mehanizam

3. 1. Eksplicitni *keepalive*

Klijenti se mogu učiniti odgovornim za održavanje *servant*¹-a „živim“ na serverskoj strani dodavanjem ping operacije. Uobičajeno ponašanje servera je da se svi *servant*-i, koji su neaktivni određeni vremenski period, uklone od strane servera. Ukoliko klijent ne želi u skorijoj budućnosti da koristi određeni *servant*, a ipak želi da se osigura da taj *servant* neće biti uklonjen od strane servera, klijent mora pozvati ping operaciju kako bi resetovao vreme koje je taj *servant* bio neaktivan.

Ovaj pristup donosi niz mana. Kao prvo, zasniva se na principu tajmera i donosi sve poteškoće koje dolaze uz ovaj pristup. Ukoliko signal za resetovanje tajmera stigne u trenutku kada server nije u stanju da ga obradi, može se desiti da *servant* bude obrisan, jer mu je upravo istekao tajmer. U tom slučaju, istekli tajmer bi trebalo odložiti u posebnu strukturu, kako bi naknadno bio proveren. Sva ova logika dodatno komplikuje implementaciju servera.

Prednost ovog pristupa je značajno manji broj dodatnih objekata u sistemu u odnosu na pristupe čiji opisi slede. Samim tim i zauzeće resursa sistema je manje. Ni naredni pristupi ne rešavaju problem tajmera i istovetni su kao kod eksplicitnog *keepalive*-a. Takođe, klijenti se dodatno usložnjavaju, jer moraju da obezbede neku vrstu *callback* mehanizma, što kod eksplicitnog *keepalive*-a nije slučaj. Server se neminovno mora prilagoditi, kako bi podržao *keepalive* funkcionalnost za svaki od ovih pristupa.

3.2. Inverzni *keepalive*

- Inverzni *Keepalive* po objektu – U ovom slučaju klijent je u obavezi da prosledi serveru *callback* objekat. Svaki put kada klijent kreira objekat, mora da prosledi i referencu na *keepalive* objekat. *Keepalive* objekat je implementiran od strane klijenta. Server periodično poziva ping operaciju *keepalive* objekta, kako bi utvrdio da klijent i dalje ima potrebu za datim objektom. Ukoliko klijent iz bilo kog razloga ne odgovori na ping operaciju, server uklanja odgovarajući *servant*. Mane ovog pristupa su sledeće:

¹ *Servant* predstavlja entitet pisan na određenom programskom jeziku koji implementira jedan ili više CORBA objekata. U C++, *servant*-i predstavljaju instancu objekta određene klase.

- klijent mora da održi asocijacije između *keepalive* objekata i referenci koje vraća server. U jednom trenutku, broj *keepalive* objekata i objekata na serveru mora biti jednak. Ukoliko klijent ne želi više da koristi objekat na serveru, on eksplicitno ne sme da odgovori na ping operaciju servera. Jedan od načina da se ovo postigne je da klijent uništi svoj *keepalive* objekat. Ovaj metod pomaže u otkrivanju objekata koji više nisu potrebni u slučaju kada dođe do otkaza klijenta. Međutim, veliki broj ovih objekata nastaje ukoliko klijent zaboravi da oslobodi objekat na serveru. Ovde to može da bude još izraženije, jer, pored objekta na serveru, klijent može da zaboravi da ukloni i *keepalive* objekat.

- broj objekata u sistemu ovom metodom je dupliran; svaki objekat na serveru mora imati svoj *keepalive* objekat na klijentu. Povećan broj objekata u sistemu može se negativno odraziti na performanse sistema u pogledu memorije i broja konekcija u mreži. Sve ovo je još više izraženo u sistemu koji je podešen da ima veliku frekvenciju pozivanja ping operacije.

- složenost klijenta se takođe povećava. Da bi odgovorio na ping operaciju, klijent u izvesnom trenutku mora da se ponaša kao server. Da bi ovo bilo moguće, klijent minimalno mora da ima POA adapter.

- Inverzni *Keepalive* po klijentu - Ovaj metod je veoma sličan prethodno opisanom. Razlika se ogleda u tome što postoji samo jedan *keepalive* objekat na klijentu za sve objekte koji su kreirani od strane klijenta. Server i dalje poziva ping operaciju, ali ne pokušava da otkrije pojedinačne objekte koji su napušteni. U slučaju da klijent ne odgovori na ping operaciju, server uklanja sve *servant*-e koji su kreirani od strane datog klijenta.

Ovaj metod je veoma pogodan za otkrivanje klijenata koji više nisu u funkciji. On ne otkriva objekte koji su napušteni dokle god je klijent u stanju da odgovori na ping operaciju.

Da bi se održala 1 na 1 asocijacija, i klijent i server moraju da podržavaju koncept sesije. Na ovaj način se narušava transparentnost servera u odnosu na klijente [2].

4. ODABIR VREMENSKOG INTERVALA KOJI KONEKCIJA MOŽE DA BUDE NEAKTIVNA

Odabir vrednosti koji konekcija može da bude neaktivna (Ti) zavisi od karakteristika mreže konkretnog sistema. Cilj je odabrati interval koji je dovoljno dugačak kako bi se sprečilo pogrešno proglašavanje konekcije kao napuštene, ali i dovoljno kratak interval čekanja pre nego što se otkrije napuštena konekcija. Da bi se izbeglo pogrešno detektovanje, treba biti siguran da je vrednost parametra Ti značajno veća od vremena potrebnog da se jedan paket pošalje od tačke A do tačke B i nazad (*round-trip time*). Da bi se ustanovilo ovo vreme, može se iskoristiti program za pingovanje (sastavni je deo Windows i Unix paketa). Ukoliko se koriste mreže koje imaju malu propusnu moć ili veliko kašnjenje, kao što je *dial-up*, bežični WAN ili satelitska mreža, onda je potrebno postaviti veće vrednosti parametra Ti, nego što je to slučaj u mrežama sa malim kašnjenjem ili velikom propusnom moći.

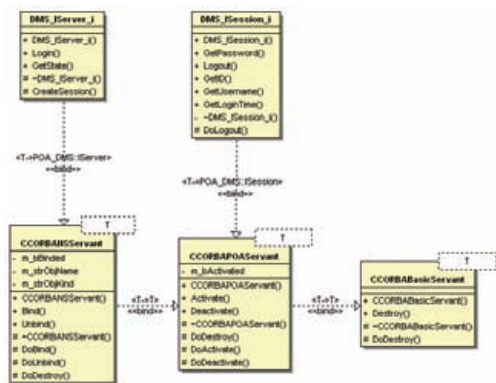
Takođe, ako se razvoj bazira na periodičnim sinhronizacijama, trenutak nakon kojeg se proverava stanje konekcije je najbolje postaviti da protekne izvestan vremenski period pre sledeće tačke sinhronizacije. Na ovaj način će se pre sinhronizacije imati uvid koje konekcije su ispravne, a koje ne.

5. OPIS REŠENJA PROBLEMA

Analizom izloženih mehanizama, utvrđeno je da eksplicitni *keepalive* mehanizam predstavlja najpogodnije rešenje za implementaciju u okviru DMS servera. Razlozi zbog kojih je izabran baš ovaj mehanizam:

- DMS Software aplikacija je zasnovana na CORBA-i i kao takva radi na različitim platformama.
- implementiranjem sopstvenog ping mehanizma dobija se brže detektovanje napuštenih sesija, mogućnost konfigurisanja kao i lakše prilagođavanje potrebama aplikacije.
- za implementiranje ovog mehanizma potrebno je uložiti najmanji napor, jer je za implementaciju rešenja potrebno izmeniti samo server. Ostali mehanizmi zahtevaju i izmenu klijenta.
- odabrani mehanizam unosi najmanje novih objekata u sistem (drugi zahtevaju dodavanje *callback*-a na klijente).
- odabrani mehanizam ne zahteva izmenu interfejsa.

Serveri u okviru DMS Software-a su implementirani kao CORBA serveri. Klase *DMS_ISession_i* i *DMS_IServer_i* su implementacije interfejsa *ISession* i *IServer* koje svaki server mora da podrži. Ove klase predstavljaju CORBA deo servera. Kako bi se olakšalo rukovanje *servant*-ma, koriste se tri šablon klase (*CCORBANSServant*, *CCORBAPOAServant* i *CCORBABasicServant*). Veza između svih navedenih klasa je prikazana na Slici 2.



Slika 2. Arhitektura servera

DMS_IServer_i implementira interfejs *IServer* koji sadrži metodu za logovanje na server i proveru stanja tog servera. *DMS_ISession_i* klasa implementira *ISession* interfejs koji sadrži metode za preuzimanje podataka o sesiji (ID sesije, ime korisnika sesije i vreme kreiranja sesije) i metod za odjavljivanje sa servera i zatvaranje odgovarajuće sesije. Ova dva interfejsa se nalaze u okviru *ServersBasicItfs.idl* fajla.

Postoje serveri koji u svom sklopu sadrže *SessionManager* koji vodi računa o sesijama koje su otvorene, kao i oni koji ne sadrže *SessionManager*. Kako *SessionManager* ne poseduje mogućnost detektovanja napuštenih sesija, potrebno je implementirati rešenje koje

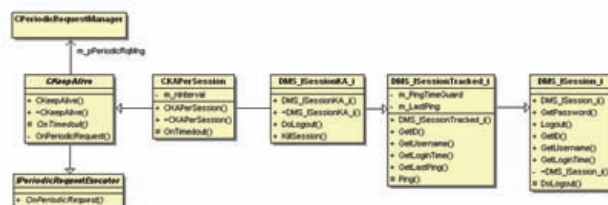
će uz što manji napor omogućiti da *SessionManager* podrži i ovu dodatnu funkcionalnost. S druge strane, rešenje mora da bude tako koncipirano da može da se primeni i na servere koji ne poseduju *SessionManager* i omogućće detekciju napuštenih sesija.

5.1. Implementacija rešenja

Eksplisitni *keepalive* mehanizam se zasniva na pamćenju vremena poslednjeg poziva neke funkcije preko sesije i mehanizma koji periodično proverava da li je ta sesija istekla. Iz tog razloga, prvi korak u konstruisanju rešenja je da se omogućći pamćenje vremenskog trenutka kada je sesiji poslednji put pristupljeno. Svaki poziv funkcije koji klijent učini preko sesije, morao bi da rezultuje promenom vremena kada je sesija poslednji put korišćena. Interval za koji bi se mehanizam za proveru sesije aktivirao, trebao bi da bude veći od 30 min. Ne postoji ograničenje da ova vrednost bude i manja, ali bi se učestalim proverama značajno uvećala potrošnja resursa.

- Implementacija rešenja bez *SessionManager*-a

Na Slici 3 je prikazan klasni dijagram u slučaju kada ne postoji *SessionManager*.



Slika 3. Klasni dijagram rešenja za server bez *SessionManager*-a

Klasa *DMS_ISessionTracked_i* je izvedena iz osnovne *DMS_ISession_i* i kao podatak član ima vreme poslednjeg pristupa sesiji. Poziv svake njene metode rezultuje promenom pomenutog podatka člana. Svaka klasa koja nasleđuje *DMS_ISessionTracked_i* takođe mora da obezbedi pomenutu funkcionalnost. Mehanizam, koji proverava da li je sesija istekla, modelovan je klasama *CKeepAlive* i *CKAPerSession*. Klasa *CKeepAlive* modeluje ponašanje mehanizma za proveru isteka sesije.

U trenutku kreiranja instance ove klase startuje se *PeriodicRequestManager* koji periodično poziva metodu *OnPeriodicRequest*, a ona dalje poziva apstraktnu metodu *OnTimedout*. Svi naslednici klase *CKeepAlive* moraju da implementiraju funkciju *OnTimedout*. U trenutku kreiranja sesije, kreira se i jedna instanca klase *CKAPerSession*. *CKAPerSession* je klasa naslednica klase *CKeepAlive*. Po isteku tajmera, njen zadatak je da uporedi trenutak isteka tajmera sa vremenom poslednjeg poziva neke funkcije preko date sesije. Ukoliko je ovaj interval veći od predefinisano, sesiju uništava instanca ove klase, nakon čega se i ovaj objekat sam uništava. U slučaju da korisnik ne želi više da koristi sesiju i sam inicira njeno zatvaranje, zadatak sesije je da uništi i njoj pridruženu instancu klase *CKAPerSession*. Zbog toga je i neophodno preslikavanje ovih klasa 1-1, što omoguććava klasa *DMS_ISessionKA_i*. Kreiranjem sesije, kreira se i instanca klase *CKAPerSession*.

- Implementacija rešenja sa *SessionManager*-om

Rešenje za servere, koji u svom sklopu imaju *SessionManager*, je veoma slično prethodno opisanom (Slika 4.).



Slika 4. Klasni dijagram rešenja za server sa *SessionManager*

Dovoljno je da *SessionManager* nasledi *CKeepAlive* i redefiniše metodu *OnTimedout*. Svaki put kada se pozove *OnTimedout*, *SessionManager* mora da proveri sve sesije i uništi sve istekle sesije. Da bi ovo bilo moguće, sve sesije moraju da naslede *DMS_SessionTracked_i* koja sadrži vreme poslednjeg pristupa nekoj metodi preko date sesije.

U ovom slučaju, prilikom kreiranja svake sesije nije potrebno proslediti vreme koje sesija može da bude neaktivna. Ova vrednost se pročita iz *registry*-ja samo jednom u toku kreiranja *SessionManager*-a.

6. DISKUSIJA REŠENJA

Predstavljeno rešenje ima jednu manu. Kao što je već pomenuto, serveri koji nemaju *SessionManager* prilikom kreiranja sesije kreiraju i novu nit. Uvećan broj niti dodatno troši sistemске resurse. Detekcija napuštenih sesija nije visoko prioritetan proces, pa je samim tim dovoljna jedan nit koja bi periodično čistila sve napuštene sesije.

Klasa *CPeriodicRequestManager* modeluje mehanizam za periodično izvršavanje zahteva. *CPeriodicRequest* je osnovna klasa i modeluje ponašanje. Svaka instanca ove klase predstavlja novu nit u sistemu. Ova klasa je naslednica *omni_thread* klase. Kreiranjem instance ove klase biće pozvana metoda *run_undetached*. Podaci koje nit kreirana na ovaj način koristi, mogu se implementirati jednostavnim uvođenjem podataka članova ove klase. Kada se konstruiše, nit se nalazi u stanju „new“ i još uvek nije startovana. Poziv metode *start_undetached* pokreće izvršavanje niti. Nit se startuje kao „undetached“ nit. To znači da se resursi, koje je nit zauzela, neće osloboditi dokle god neka druga nit čeka na njenu terminaciju pozivanjem *join*. Njena izlazna vrednost može da se prosledi u nit koja se spaja. Nit može da se pokrene sa tri nivoa prioriteta (*LOW*, *NORMAL*, *HIGH*), ali nema garancija kako će ovo uticati na mehanizam za preključivanje niti. Prioritet niti se može definisati prilikom kreiranja niti ili u toku njenog izvršavanja

korišćenjem *set_priority*. Klasa ima dve apstraktne metode *HandleRequest* i *OnIdle*. Njihovo ponašanje definiše klasa *CPeriodicRequestManager*. Ona sadrži multimapu sa zahtevima koje treba da izvrši. Kao ključ mape koristi se vreme kada zahtev treba da se izvrši, a podatak je sam zahtev koji treba da se izvrši (pokazivač na instancu klase *CPeriodicRequest*). Tokom izvršavanja niti, poziva se metoda *HandleRequest*. U okviru ove metode se pokušava preuzeti zahtev iz mape koji je dospelo na izvršavanje u datom trenutku. Ukoliko je preuzimanje uspešno, zahtev se briše iz mape, izvršava se i na kraju se ponovo vraća u mapu sa novim vremenom izvršavanja. Ukoliko nema spremnih zahteva, preuzima se vreme prvog sledećeg zahteva koji treba da se izvrši i nit se stavlja na čekanje do datog trenutka. Nit se uništava tako što se za nju pozove metoda *Stop*. Važno je napomenuti da se ova metoda može pozvati samo jednom za datu nit. U okviru implementiranog *keepalive* mehanizma, metoda *Stop* se poziva u okviru destruktora *CKeepAlive* klase. Ovim se garantuje da će se poziv *Stop* metode dogoditi samo jednom.

7. ZAKLJUČAK

U prethodnim poglavljima su izloženi problemi koji nastaju usled pojave napuštenih sesija. Dat je kratak pregled mogućih rešenja za detektovanje istih i njihovo uklanjanje.

Keepalive mehanizam se pokazao kao veoma efikasan mehanizam u otkrivanju napuštenih sesija. Sva podešavanja vezana za njegovo funkcionisanje moguće je izvršiti kroz nekoliko parametara. Ove parametre je potrebno pažljivo birati. Suviše male vrednosti ovih parametara mogu dovesti do povećanog saobraćaja u mreži i uvećanog trošenja resursa sistema. Ukoliko se pak zadaju veće vrednosti, može se desiti da se napuštene sesije sporije otkrivaju. Zbog toga je veoma bitno da se izaberu optimalne vrednosti u skladu sa posmatranim sistemom.

8. LITERATURA

- [1] [http://en.wikipedia.org/wiki/Session_\(computer_science\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Session_(computer_science))
- [2] Advanced CORBA programming with C++, Michi Henning, Steve Vinoski
- [3] Orphaned sessions (MSDN), [http://msdn2.microsoft.com/en-us/library/aa275788\(SQL.80\).aspx](http://msdn2.microsoft.com/en-us/library/aa275788(SQL.80).aspx)
- [4] Distributed systems, concepts and designs, George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg

Kratka biografija:



Goran Ignjić rođen je u Pakracu 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranio je 2009.god.

DOGRADNJA AE SERVERA DMS SOFTVERA

DMS SOFTWARE AE SERVER UPGRADE

Zoran Đekić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je AES (Alarms and Events Server), u okviru DMS-a, sa njegovim prednostima i nedostacima. Predstavljeno je i novo rešenje za AES u kojem su zadržane stare funkcionalnosti i dodato više novih. Nove funkcionalnosti su otklonile većinu nedostataka starog AES-a, kao što je nemogućnost funkcionisanja AES-a bez podrške SCADA sistema.

Abstract – This paper describes the AES (Alarms and Events Server), within the DMS, with its advantages and disadvantages. Also a new solution for the AES is presented, retaining old features and adding several new ones. The new functionalities solved most of the disadvantages of the old AES, such as the impossibility of running the AES without the support of a SCADA system

Ključne reči: Alarm, Događaj.

1. UVOD

Glavna namena AES-a jeste distribucija alarma i događaja prisutnih u sistemu. AES ne kreira alarme i događaje, nego samo prethodno definisane alarme i događaje u sistemu čini dostupnim zainteresovanim klijentima. AES omogućava da se klijenti pretplate na određene alarme i događaje, generisane od strane bilo koje komponente sistema.

AES podržava i funkcije filtriranja [1].

2. DEFINICIJA POJMOVA ALARM I DOGAĐAJ

Alarm predstavlja stanje u kojem su ispunjeni jedan ili više abnormalnih uslova i zahteva posebnu pažnju [2]. Događaj može, a i ne mora biti povezan sa ispunjavanjem određenog uslova.

Na primer, odlazak u alarmantno stanje i povratak iz njega predstavljaju događaje koji su povezani sa određenim uslovima, dok bilo koja akcija operatora ili promene systemske konfiguracije predstavljaju događaje koji nisu povezani sa ispunjavanjem određenog uslova [2].

3. OASyS SCADA

OASyS (Open Architecture SyStem) SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) sistem je proizvod kompanije TELVENT za real-time prikupljanje podataka, interaktivnu kontrolu radnih jedinica, arhiviranje podataka, identifikaciju alarma i reagovanje na njih [3].

NAPOMENA:

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

3.1. OASyS SCADA Alarmi i događaji

OASyS tretira alarme i događaje kao različite koncepte. Događaji predstavljaju zapis uslova u kojima se sistem nalazio i akcija koje su izvršene nad njim. Alarmi se koriste u OASyS-u da bi privukli pažnju operatera i ukazali im na događaje koji zahtevaju njihovu intervenciju. Obično, generisanje alarma generiše i odgovarajući događaj. Generisanje događaja ne mora da inicira generisanje alarma.

Sledeće stvari je moguće definisati u OASyS-u:

- uslove koji izazivaju generisanje alarma,
- način na koji se alarmi prikazuju operaterima,
- određivanje zavisnosti između alarma i određenih događaja,
- kako i gde se prikazuje istorijat događaja [3].

3.1.1. OASyS Događaji

Rezime događaja pruža detaljan prikaz aktivnosti na SCADA sistemu. OASyS omogućava zapis događaja izazvanih aktivnostima operatera i aplikacije. OASyS generiše zapis u rezime događaja, ukoliko je neki od sledećih uslova zadovoljen:

- ispunjenje uslova za alarmantno stanje
- značajan događaj se dogodio u OASyS aplikaciji
- operater je izdao komandu radnoj jedinici na terenu
- operater je modifikovao konfiguraciju sistema
- operater je potvrdio alarm [3].

3.1.2 OASyS Alarmi

OASyS generiše dve vrste alarma: *database* alarme i *system* alarme. *Database* alarm je uvek povezan sa određenom tačkom u CMX bazi. CMX baza podataka je proizvod kompanije Telvent za procesiranje podataka u realnom vremenu. Tabele u CMX bazi podataka sadrže podatke o trenutnoj konfiguraciji sistema i trenutne podatke o instrumentima na terenu. *System* alarm je generisan od strane određenog uslova koji nema specifičan CMX zapis povezan sa njim. Većina alarma generisana u OASyS sistemima je *database*.

OASyS alarmi se odnose ili na stanje ili na specifičan događaj. Ukoliko se alarm odnosi na stanje (abnormalno), onda je on perzistentan, dok se sistem ne dovede u neko normalno stanje. Perzistentan alarm može biti potvrđen od strane operatera, ali dok sistem ne bude vraćen u normalno stanje on ostaje među aktivnim alarmima. Ukoliko je alarm generisan usled nekog prolaznog uslova, taj alarm nije perzistentan i nestaje iz aktivnih alarma nakon potvrde operatera.

OASyS pruža mogućnost da neki alarmi budu potisnuti tj. ne uzeti u obzir, pošto se smatra da su uslovi, koji su izazvali njihovo generisanje, nastali kao posledica

određenog događaja i prolazni su. Ova mogućnost može da smanji broj irelevantnih alarma. Na primer početak rada pumpe može da izazove da senzori za merenje pritiska u njoj blizini prijave povećan pritisak (što je prolazno i nestaje stabilizovanjem rada pumpe). OASyS omogućava definisanje zavisnosti između određenih alarma i događaja. Alarm povećanog pritiska sa senzora u blizini pumpe zavisi od događaja početka rada pumpe i neće biti uzet u obzir ukoliko se pojavi neposredno posle početka rada pumpe.

Postoje dve osnovne vrste alarmiranja:

- *High/low/creep/rate-of-change* tip provere je implementiran za tabele koje sadrže promenljive vrednosti, prikupljene sa terena.
- Status tabela omogućava *state-based* alarmiranje - provera da li se neka tačka u sistemu nalazi u stanju koje je definisano kao abnormalno za nju.

Oba načina alarmiranja *analog* i *status* omogućavaju definisanje zavisnosti određenih alarma od određenih događaja. Time se smanjuje pojava irelevantnih alarma [3].

4. DMS SOFTVER

DMS (Distribution Managment System) obuhvata softver za centralizovano i daljinsko upravljanje elektrodistributivnom mrežom.

DMS softver ima kompleksnu strukturu sastavljenu od mnoštva komponenti i servera. Sa stanovišta ovog rada važan je: *Alarms and Events Server (AES)*. To je *cross-platform (CORBA)* server za obaveštavanje krajnjih korisnika o prijavljenim alarmima i događajima u *DMS* sistemu, ili u slučajevima gde je *DMS* sistem integrisan sa *SCADA* sistemom, za izveštavanje o prijavljenim alarmima i događajima *SCADA-e* [4].

DMS AES je funkcionalno zavisn od *SCADA* servisa za alarme i događaje. S obzirom da podaci sa terena (koje obično obezbeđuje *SCADA*), a koje *DMS* obrađuje, čine svega 10% ukupno obrađivanih podataka (ostatak se izračunava u okviru *DMS-a*), javila se potreba za funkcionalnim i nezavisnim *AES-om* unutar *DMS-a*.

5. OPIS REŠENJA

5.1. Zatečeno stanje

AES DMS komponenta je *CORBA* server. *DMS* pokreće *AES* i on može biti korišćen od strane bilo koje komponente *DMS-a*, koja je logovana na *AES* i koja ima validnu sesiju. *AES* je komponenta koja je zadužena za prosleđivanje alarma i događaja, prijavljenih sa klijentske strane (bilo koja *DMS* komponenta), *OASySDNA Proxy-u*, koji povezuje *AES* sa *SCADA* sistemom.

Kada komponenta želi da koristi *AES*, ona mora da se loguje na njega. Posle dobijanja reference na validan objekat korisničke sesije, komponenta može da prijavljuje alarme i događaje, pozivanjem metoda *AddAlarm* i *AddEvent* ili može da zatraži dobavljanje već prijavljenih alarma pozivom metode *ReadAllAlarms*.

Za ispravno funkcionisanje *AES-a* barem jedna komponenta, koja je pretplaćena na alarme i događaje (*SetAlarmsAndEventsCallback*, obično je ovo *OASySDNA Proxy*), mora biti logovana na *AES*. Ukoliko ni jedna komponenta, koja je logovana na *AES*, nije pretplaćena na alarme i događaje, prijavljeni alarmi i događaji neće biti prosleđeni drugim komponentama i neće biti zapamćeni. Ovim je prikazana **funkcionalna zavisnost** *AES-a* od *SCADA* sistema, koja je prevaziđena novim rešenjem.

AES prijavljene alarme i događaje prosleđuje svim pretplaćenim komponentama pozivanjem metoda *OnNewAlarm* i *OnNewEvent*. Ukoliko neka komponenta zatraži očitavanje prijavljenih alarma (pozivanjem metode *ReadAllAlarms*), *AES* od komponente, koja se prva pretplatila na alarme i događaje (obično *OASySDNA Proxy*), očitava alarme pozivanjem funkcije *OnReadAllAlarms* i prosledi te alarme komponenti koja je tražila očitavanje. Komponente, koje se pretplaćuju na alarme i događaje, moraju imati implementirane funkcije *OnNewAlarm*, *OnNewEvent* i *OnReadAllAlarms* [5] [6] [7].

5.2. Implementacija rešenja

Prethodno opisani *AES* se oslanja na *OASySDMSProxy* i bez njega ne može ispravno da funkcioniše. Taj nedostatak se otklanja osamostaljivanjem rada *AES-a*. U novom *AES-u* je zadržana i stara funkcionalnost, koja se aktivira ukoliko je u registru parametar *WORKING_MODE* podešen za rad u starom modu. Novi *AES* poseduje lokalnu bazu podataka u kojoj vodi evidenciju o svim alarmima i događajima koji mu budu prijavljeni.

Korisnici su sada u mogućnosti da prijave potvrdu alarma od strane operatera pozivom funkcije *ConfirmAlarm* i da prijave povratak sistema u normalno stanje pozivom funkcije *ReturnToNormal*.

U novoj arhitekturi *AES-a* događaju odgovaraju sve aktivnosti: prijava događaja, prijava alarma, prijava potvrde alarma, prijava povratka sistema u normalno stanje.

Korisnici, koji se pretplaćuju na alarme i događaje, sada su u mogućnosti da ih filtriraju pomoću funkcija *SetAlarmFilter* i *SetEventFilter*. *SetAlarmFilter* dostavlja serveru prioritet alarma, sekvencu *Key-eva* (obeležje alarma) i sekvencu *TableNames-ova* (obeležje alarma). Ukoliko prioritet bude 0 ili neka od sekvenci bude prazna posle nameštanja filtera, smatraće se da svi alarmi zadovoljavaju filtriranje po tom kriterijumu. Alarm, da bi bio prosleđen pretplaćenim korisnicima, treba da zadovolji sledeće: mora da mu se *Key* nađe u sekvenci *Key-ova* filtera (ukoliko ona nije prazna) ili da mu se *TableName* nađe u sekvenci *TableName-ova* filtera (ukoliko ona nije prazna) i mora da zadovolji kriterijum po prioritetu tj. da mu prioritet bude veći od onoga u filteru. *SetEventFilter* dostavlja serveru sekvencu *PointName-ova* (obeležje događaja) i sekvencu *TableNames-ova* (obeležje događaja). Ukoliko neka od ovih sekvenci bude prazna, server će smatrati da svaki događaj zadovoljava filtriranje po tom kriterijumu. Da bi događaj bio prosleđen pretplaćenim korisnicima, negov

TableName mora da se nađe u sekvenci *TableName*-ova filtera (ukoliko ona nije prazna) ili njegov *PointName* mora da bude naveden u sekvenci *PointName*-ova filtera (ukoliko ona nije prazna). Filteri za alarme mogu da postanu nevažeći ukoliko korisnik pozove funkciju *DropAlarmFilter*. Funkcija sa istom namenom za filtere događaja je *DropEventFilter*.

Pored filtera za alarme i događaje, postavljenih od strane klijenata koji se predplaćuju na njih, alarmi i događaji moraju da zadovolje i uslove postavljene od strane administratora da bi bili prosleđeni korisnicima koji su pretplaćeni.

Funkcija *ReadAllEventsBetween* služi za očitavanje svih događaja koji su se desili u određenom vremenskom intervalu. Očitavanje se vrši iz *DMS History* baze. Funkcija kao parametre prima dva vremenska trenutka (od i do), a povratna vrednost joj je sekvenca događaja. Ukoliko se ova funkcija pozove sa ulaznim parametrima vremena od 01.01.1980 u 00:00:00 do 01.01.1980 u 00:00:00, dobiće se svi događaji koji se nalaze u bazi. *ReadAllEventsBetween* vraća događaje čiji se objekti generišu iz bilo kojeg tipa (*AppearOfAlarm*, *AppearOfEvent*, *ConfirmationOfAlarm*, *ReturnToNormal* i *ReplacementOfAlarm* zapisa *DMS History* baze podataka. Identična funkcija za alarme je *ReadAllPastAlarmsBetween*. *ReadAllPastAlarmsBetween* vraća sekvencu alarma generisanih iz zapisa *DMS History* baze podataka tipa *AppearOfAlarm* i *ReplacementOfAlarm*.

Ostale funkcije, što se tiče klijenata, rade kao i pre, mada je njihova implementacija u okviru *AES*-a izmenjena. U zavisnosti od *WORKING_MODE*-a *ReadAllAlarms* čita alarme sa *OASySDMSProxy*-a ili iz lokalne baze, *AddAlarm* sačuva alarm u lokalnu bazu i/ili ga prosleđuje *OASyADMSProxy*-u, *AddEvent* sačuva događaj u lokalnu bazu i/ili ga prosleđuje *OASyADMSProxy*-u. *SetAlarmsAndEventsCallback* ima staru implementaciju.

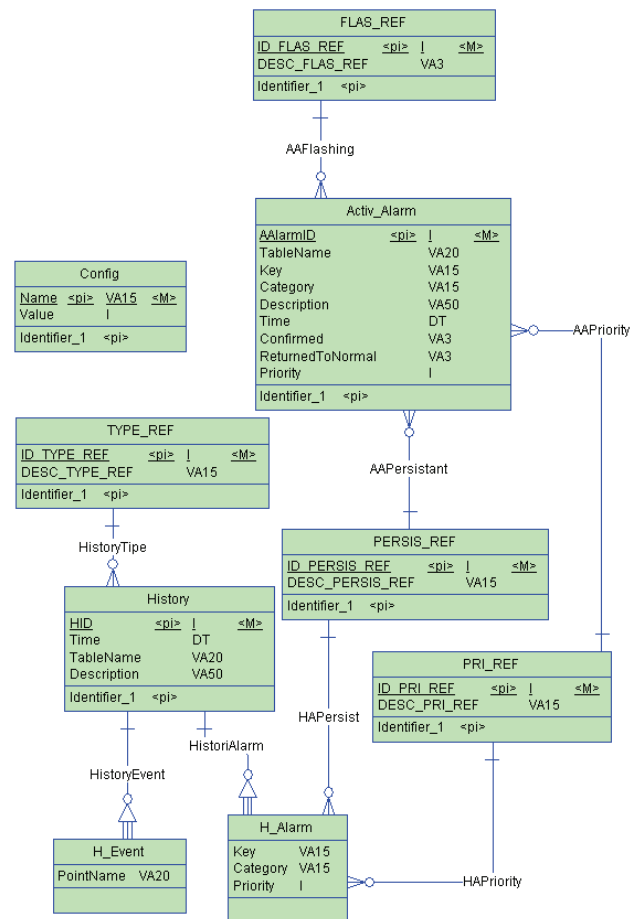
Administrator sada može da konfiguriše:

- da li će alarmi biti prosleđivani predplaćenim korisnicima (u zavisnosti od toga kojeg su prioriteta) pozivanjem funkcije *SetAlDispatch* koja prima prioritet kao parametar (alarmi čiji prioritet nije veći od zadanog neće biti prosleđeni),
- da li će alarmi biti sačuvani (u zavisnosti od prioriteta) pozivanjem funkcije *SetAlSave*, koja takođe, prima prioritet kao parametar,
- da li će događaji biti sačuvani u bazi pozivanjem funkcije *SetEvSave* koja prima logičku vrednost kao parametar,
- da li će događaji biti prosleđivani pretplaćenim korisnicima pozivanjem funkcije *SetEvDispatch* koja, takodje, prima logičku vrednost kao parametar,
- ispod kojeg prioriteta atribut alarma *Flashing* neće biti postavljan na istinit,

- granice između nivoa ozbiljnosti alarma, u zavisnosti od prioriteta, a oni su u *DMS* sistemu: *NONE*, *LOW*, *MEDIUM* i *HIGH*.

5.2.1. Model AES-ove lokalne baze

Model baze *AES*-a (Slika 1) sastoji se iz dva glavna dela kojima odgovaraju dve glavne tabele *Activ_Alarm* i *History*. Tabela *Config* služi za čuvanje konfiguracije. Ona se učitava na početku rada servera.



Slika 1 Model AES-ove lokalne baze

Tabela *Activ_Alarm* služi za čuvanje aktivnih alarma. Aktivni alarm predstavlja alarm koji nije potvrđen od strane operatera i/ili alarm za koji još nije prijavljen povratak sistema u normalno stanje. Zapis u tabelu aktivnih alarma dolazi pozivanjem funkcije *AddAlarm* i on se zadržava u tabeli aktivnih alarma dok ne bude potvrđen i dok se ne prijavi povratak sistema u normalno stanje (u tom slučaju će biti obrisani iz tabele aktivnih alarma) ili dok ga ne zameni neki drugi alarm. Alarm u tabeli aktivnih alarma može da bude zamenjen drugim alarmom koji ima identičan *Key*. Alarm sa identičnim *Key*-om predstavlja alarm na istom mestu istog tipa, ali drugih parametara (na primer drugog prioriteta).

Tabela *History* služi za čuvanje svih aktivnosti u sistemu. Jednom uneseni zapis u *History* tabelu se briše iz nje samo u slučaju arhiviranja u *DMS History* bazu. To može da inicira korisnik sa administratorskim pravima pozivom

funkcije *ArchiveAllEvents* iz korisničkog interfejsa. Zapisi u *History* tabeli mogu da budu sledećih tipova:

- *AppearOfAlarm* predstavlja tip zapisa u *History* tabelu koji označava prijavu alarma. Ovaj tip zapisa se generiše pozivom funkcije *AddAlarm*. Funkcija *AddAlarm* izaziva i zapis u tabelu aktivnih alarma i u tabelu *H_Alarm* koja predstavlja detaljniji opis alarma za koji je izvršen upis u *History* tabelu.
- *AppearOfEvent* predstavlja tip zapisa u *History* tabelu koji označava prijavu događaja. Ovaj tip zapisa se generiše pozivom funkcije *AddEvent*. Funkcija *AddEvent* izaziva i upisivanje u *H_Event* tabelu koja predstavlja detaljniji opis događaja koji je upravo upisan u *History* tabelu.
- *ConfirmationOfAlarm* predstavlja tip zapisa u *History* tabelu koji označava da je neki operater potvrdio prijavljeni alarm. Funkcija *ConfirmAlarm* izaziva generisanje zapisa u tabeli *History* tipa *ConfirmationOfAlarm*. Pored upisa u *History*, funkcija *ConfirmAlarm* izaziva ažuriranje tabele aktivnih alarma. Ukoliko je za alarm koji je potvrđen prethodno bilo prijavljeno vraćanje sistema u normalno stanje, alarm se briše iz tabele aktivnih alarma.
- *ReturnToNormal* predstavlja tip zapisa u *History* tabelu koji označava povratak sistema u normalno stanje. Ovaj tip zapisa se generiše pozivom funkcije *ReturnToNormal* od strane korisnika. Funkcija *ReturnToNormal*, pored zapisa u *History* tabelu, izaziva ažuriranje tabele aktivnih alarma. Ukoliko je alarm za koji je pozvana funkcija *ReturnToNormal* prethodno bio potvrđen od strane operatera, alarm se briše iz tabele aktivnih alarma.
- *ReplacementOfAlarm* predstavlja tip zapisa u *History* tabelu koji označava da je jedan alarm zamenjen drugim sa identičnim atributom *Key*. Funkcija *AddAlarm* izaziva ovakav tip zapisa u *History* tabelu. Ona pored toga vrši i ažuriranje tabele aktivnih alarma.

6. ZAKLJUČAK

Nezavisnost AES-a od SCADA sistema je najznačajnija promena koja je ujedno i ispravila najveći nedostatak starog AES-a. Implementacija rešenja uključila je dodavanje lokalne baze podataka AES-u. Dodavanje

lokalne baze podataka bio je ključni korak i u postizanju perzistencije alarma i događaja u okviru AES-a. Otvaranje konekcije prema *DMS History* bazi podataka i proširenje njenog modela omogućili su arhiviranje alarma i događaja. Perzistencijom i mogućnošću arhiviranja postignuto je centralizovano vođenje evidencije o alarmima i događajima.

Potreba DMS sistema za razvijanje ovakvog servisa leži u činjenici da samo 10% podataka koje DMS sistem obrađuje se dobija sa SCADA sistema (vrednosti koje predstavljaju stanje na terenu), dok se ostalih 90% podataka dobija izračunavanjima u okviru samog DMS-a (FH server).

7. LITERATURA

[1] OPC Foundation – Official site:

<http://www.opcfoundation.org/>

[2] OPC Alarms and Events Overview, Emerson Process Management 1996-2007

[3] OASyS 6.3.3 SCADA Suite Baseline, Database Reference, Document Revision 2.2, Property and Confidential to Telvent

[4] DMS SOFTWARE ARCHITECTURE OVERVIEW Version 2.70, DMS Group, 2008

[5] Desing Specification Alarms and Events Server/ - OASyS DNA Integration, DMS Group Ltd. - Novi Sad, 2005

[6] Requirement Specification – Alarms and Events Server, DMS Group Ltd. - Novi Sad, 2005

[7] Test Specification – Alarms and Events Server, DMS Group Ltd. - Novi Sad, 2005

Kratka biografija:



Zoran Đekić rođen je 24.08.1984. u Slavonskom Brodu. Završio je Gimnaziju sa tehničkim školama u Derventi 2003. godine. Iste godine je upisao Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu.

**PRORAČUN TERMIČKOG OPTEREĆENJA ELEMENATA
ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA****THERMAL RATING CALCULATION OF POWER SYSTEM ELEMENTS**Goran Milovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu su opisani modeli za proračun termičkog opterećenja kablova, vazdušnih vodova i transformatora u realnim vremenskim uslovima i za merene temperature provodnika

Abstract – Models for calculating thermal ratings of cables, overhead lines and transformers in real-time and for measured conductor temperatures are described in this paper.

Ključne reči: DTCT

1. UVOD

U današnjim elektroenergetskim sistemima susrećemo se sa sve većim problemima povezanih sa izgradnjom dodatnih prenosnih sistema.

Kao rezultat ovih teškoća, inženjeri energetskih postrojenja su prinuđeni da što bolje iskoriste postojeću energetsku opremu što uzrokuje da vodovi, kablovi i energetska oprema u transformatorskim stanicama radi pod visokim nivoom električnog opterećenja.

Jedno od glavnih ograničenja u eksploataciji prenosne opreme je termičko ograničenje.

Posledice pregrevanja energetske opreme zavise od tipa opreme, ipak u svim slučajevima se nameću strujne granice kako bi se izbegli problemi izazvani prekoračenjem dozvoljene temperature.

U svrhu ovih procena koriste se DTCT modeli (Dynamic Thermal Circuit Rating) [1].

**2. PROCENA TERMIČKOG OPTEREĆENJA
ENERGETSKIH PRENOSNIH SISTEMA**

Prenosna kola se tipično sastoje od nekoliko elemenata (vodovi, kablovi, energetski transformatori, prekidači, itd.) vezanih na red. Termički kapacitet kola sadržanog od redno vezanih elemenata je jednak elementu sa najmanjim termičkim kapacitetom. Zamenom ograničavajućeg elementa sa drugim elementom koji ima više termičke granice postiže se povećanje ukupnog termičkog kapaciteta kola. Zbog troškova koje iziskuje zamena ograničavajućih elemenata alternativa kao što je upotreba dinamičkog modela procene termičkog opterećenja je veoma privlačna.

Glavne prednosti dinamičkih procena termičkog opterećenja, su korišćenje aktuelnih, a ne najnepovoljnijih, vremenskih uslova i električnih opterećenja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr Duško Bekut.

3. OPISI MODELA

Dinamički termički modeli postoje za tri osnovne komponente u prenosnim kolima: vodove, transformatore i kablove. Ostala oprema u transformatorskoj stanici je modelovana jednostavnim metodama prilagođenja temperaturi okoline.

3.1. Model nadzemnog voda

Ovim modelom proračunava se temperatura provodnika i termičkog opterećenja, koristeći samo merenja opterećenja i vremenskih uslova. Koristi se metod toplotne ravnoteže kako bi se pratila temperatura provodnika i izračunale procene termičkog opterećenja. Jednačina kojom se opisuje toplotna ravnoteža se sastoji od članova ulazne, izlazne i akumulisane topline:

$$Q_{gen} + Q_{sun} = Q_{rad} + Q_{konv} + mC_p \cdot \frac{dT}{dt} \quad (1)$$

Toplota koja nastaje usled omskih gubitaka (Q_{gen}) je funkcija prolaska struje (I) kroz provodnik i otpornosti provodnika (R_{AC}), a izračunava se:

$$Q_{gen} = I^2 \cdot R_{AC} \quad (2)$$

Otpornost provodnika pri proticanju naizmenične struje (R_{AC}) je linearna funkcija temperature provodnika i uzima u obzir povećanje otpornosti provodnika usled skin efekta (koeficijent k_{AC}):

$$R_{AC} = k_{AC} \cdot R_{DC} \cdot (1 + \alpha(T_{prov} - T_{amb})) \quad (3)$$

U izrazu je otpornost provodnika pri jednosmernoj struji na temperaturi od 20°C označena sa R_{DC} , a temperaturni koeficijent otpornosti provodnika sa α .

Toplota usled zračenja sunca (Q_{sun}) ima dve komponente: direktnu (Q_{dir}), i reflektujuću (Q_{ref}) koja se zanemaruje. Količina topline koju provodnik može da apsorbuje zavisi od prečnika provodnika (D) i koeficijenta apsorpcije (α_s).

$$Q_{sun} = \alpha_s \cdot D \cdot (Q_{dir} + Q_{ref}) \quad (4)$$

Toplota koja se oslobađa usled radijacije provodnika (Q_{rad}) je funkcija prečnika provodnika (D), rasta temperature i koeficijenta zračenja (ϵ), a izračunava se:

$$Q_{rad} = \epsilon \cdot D \cdot \pi \cdot \sigma \cdot (T_{prov}^4 - T_{amb}^4) \quad (5)$$

U izrazu σ označava Stefan-Boltzmann-ovu konstantu, dok su T_{prov} i T_{amb} temperature provodnika i ambijenta, respektivno.

Toplota koja se oslobađa usled konvekcije je funkcija razlike temperature provodnika (T_{prov}) i okoline (T_{amb}), prečnika provodnika (D), brzine i smera vetra. Razlikuje se proračun konvekcije u slučaju kada nema vetra (prirodna konvekcija) i kada postoji vetar (prinudna konvekcija), a opšti oblik izraza je:

$$Q_{konv} = k_f \cdot N_u \cdot \pi \cdot (T_{prov} - T_{amb}) \quad (6)$$

U izrazu k_f označava toplotnu provodljivost vazduha a N_u je Nusselt-ov broj.

Izraz kojim se opisuje akumulisana toplota ima vrednost različit u tokom perioda prelaznih procesa, dok je jednak nuli u stacionarnom stanju. Veličine koje se nalaze sa leve strane ovog izraza (mC_p) predstavljaju proizvod prosečne mase i specifične toplote kompozitnog provodnika. Ovaj proizvod mC_p se za ACSR provodnik računa na sledeći način:

$$mC_p = m_S c_{p_S} + m_A c_{p_A} \quad (7)$$

gde se supskript S odnosi na osobine čelika a supskript A na osobine aluminijumskog snopa upletenih žica.

3.2. Model podzemnog kabla

Modul dinamičke procene termičkog opterećenja za kablove je zasnovan na obimnoj studiji koju su objavili J.H. Neher i M.H. McGrath i uključuje numeričke metode iz IEC-287 i IEC-853.

Izraz koji se dobija kao rezultat ove studije nosi naziv Neher-McGrath i oblika je:

$$I = \sqrt{\frac{T_{prov} - (T_{amb} + \Delta T_d)}{R_{DC} \cdot (1 + Y_p) \cdot \bar{R}_{pa}}} \quad (8)$$

Uobičajeno je da se otpor provodnika definiše za DC režim pri temperaturi od 20 °C (R_{DC}) i ti se podaci dobijaju od proizvođača.

S obzirom da kroz provodnike teče naizmenična struja potrebno je uzeti u obzir i skin efekat koji se javlja u tom slučaju. Izraz sa kojim se ovo uzima u obzir, a koji je jednostavniji za izračunavanje je veoma sličan i glasi:

$$I = \sqrt{\frac{T_{prov} - (T_{amb} - \Delta T_d)}{R_{AC} \cdot \bar{R}_{pa}}} \quad (9)$$

U izrazu R_{pa} označava termički otpor između provodnika i ambijenta, a ΔT_d porast temperature provodnika usled gubitaka u dielektriku. Proračun ovih veličina je detaljno dat u [2]. Vrednost AC otpornosti provodnika (R_{AC}) kabla izračunava se kao suma otpornosti provodnika za jednosmernu struju (R_{DC}) i dodatnog otpora (ΔR) koji predstavlja prividno povećanje otpornosti provodnika zbog dodatnih gubitaka usled naizmenične struje u trofaznom sistemu:

$$R_{AC} = R_{DC} + \Delta R \quad (10)$$

Vrednosti ovih otpornosti su date u tabelama za aktivni otpor kabla koje su navedene u [3].

3.3. Model energetskeg transformatora

Energetski transformatori su modelovani sistemom koji koristi punu implementaciju IEEE C57.91/1995.

Procene termičkog opterećenja se računaju zasnivajući se na korisnički definisanim gornjim granicama temperature ulja i najzagrejanije tačke transformatora, skraćena veka trajanja izolacije i mogućnošću nastanka balončića u ulju. Model procene termičkog opterećenja transformatora je predstavljen sa samo dve temperature: ukupna temperatura ulja na vrhu rezervoara i temperatura najzagrejanije tačke namotaja.

S obzirom na neprekidno merenje opterećenja, konačna razlika gornje temperature ulja i vazduha je:

$$\Delta \Theta_{TU,G} = \Delta \Theta_{TU,NOM} \cdot \left[\frac{K_U^2 R = 1}{R = 1} \right]^n \quad (11)$$

U izrazu $\Delta \Theta_{TU,G}$ i $\Delta \Theta_{TU,NOM}$ označavaju gornju temperaturu ulja sa merenim i nominalnim opterećenjem, n je empirijska konstanta, dok su K_U i R odnos izmerenog i nominalnog opterećenja i gubici pri ovom odnosu, respektivno.

Porast temperature najzagrejanije tačke iznad gornje temperature ulja pri konstantnom opterećenju je:

$$\Delta \Theta_{N,G} = \Delta \Theta_{N,NOM} \cdot K_U^{2m} \quad (12)$$

U izrazu $\Delta \Theta_{N,G}$ i $\Delta \Theta_{N,NOM}$ označavaju temperaturu najzagrejanije tačke pri merenom i nominalnom opterećenju, m je empirijska konstanta a K_U odnos izmerenog i nominalnog opterećenja.

Nakon unošenja termičkih konstanti za namotaj i ulje DTCCR može da prati kritične temperature u realnom vremenu kao promene električnog opterećenja i temperature vazduha. Uzimajući u obzir trenutno i prognozirano opterećenje i temperaturu vazduha, DTCCR proračunava dinamičke procene termičkog opterećenja prepoznajući nivo opterećenja koji upravo dostiže jednu od granica kriterijuma procene (temperature, skraćeno veka trajanja, balončići).

3.4. Model ostale opreme

Sabirnice, rastavljači snage, komunikativna oprema i strujni prekidači u transformatorskoj stanici se modeluju upotrebom algoritma prilagođenja temperaturi okoline. Procene nominalnih podataka energetske opreme su definisane kroz detaljna merenja i analize koje sprovode proizvođači, međutim temperature vazduha i uslovi skladištenja opreme nisu isti sa onima koji su zadati za nominalne podatke. Ovim modelom se omogućava pogonskim inženjerima da na jednostavan način prilagode nominalne podatke stvarnim temperaturama okoline i opreme.

Ovaj algoritam ne zahteva detaljno poznavanje dimenzija opreme kao ni termičkih i električnih parametara, a opšta forma stacionarnog algoritma sa modelom prilagođenja temperaturi okoline ima sledeći oblik:

$$I_{NOVO} = I_{nom} \left(\frac{T_{MAX\_novo} - T_{amb\_mer}}{T_{MAX\_nom} - T_{amb\_nom}} \right)^n \quad (13)$$

U izrazu I_{NOVO} i I_{nom} označavaju procenjeno prilagođeno i nominalno strujno opterećenje, dok su T_{MAX_novo} i T_{amb_mer} maksimalna temperatura opreme i izmerena (stvarna) temperatura ambijenta, respektivno. Sa T_{MAX_nom} i T_{amb_nom} su označene maksimalna temperatura opreme pri nominalnom opterećenju i nominalna temperatura ambijenta, a n je empirijska konstanta.

Algoritam se takođe može koristiti i za nadzemne vodove, podzemne kablove i energetske transformatore ali tada ne daje baš najtačnije rezultate, jer ne uzima u obzir sve veličine koje su značajne za ovu energetske opremu. Zbog toga su za tu opremu i razvijeni tačniji modeli.

4. PRAKTIČNI PRIMER PRORAČUNA PROCENE TERMIČKOG OPTEREĆENJA

U ovom delu će biti prikazani rezultati koji su dobijeni upotrebom opisanih modela za proračun termičkog opterećenja podzemnog kabla i nadzemnog voda pri realnim vremenskim uslovima.

4.1. Proračun podzemnog kabla

Razmatrajmo podzemni kabl za koji su poznati sledeći podaci:

IPO 13

$S=150 \text{ [mm}^2\text{]}$

$T_{prov}=40 \text{ [}^\circ\text{C]}$

$T_{amb}=18 \text{ [}^\circ\text{C]}$

$\Delta T_d=0.75 \text{ [}^\circ\text{C]}$

$R_{DC}=0.128 \text{ [}\Omega/\text{km]}$

$\Delta R=0.012 \text{ [}\Omega/\text{km]}$

$R_{pa}=2.237 \cdot 10^{-3} \text{ [}^\circ\text{Ckm/W]}$

Upotrebom izraza (9) dobija se da je dozvoljeno strujno opterećenje podzemnog kabla pri aktuelnim vremenskim uslovima jednako $I=269.52 \text{ A}$.

Poznati su i sledeći podaci za razmatrani kabl:

$I_{nom}=250 \text{ [A]}$

$T_{MAX\_novo}=T_{MAX\_nom}=55 \text{ [}^\circ\text{C]}$

$T_{amb\_nom}=20 \text{ [}^\circ\text{C]}$

$T_{amb\_mer}=18 \text{ [}^\circ\text{C]}$

$n=0.5$

Ukoliko se upotrebi izraz (13) dobiće se da je procenjeno prilagođeno strujno opterećenje kabla pri aktuelnim temperaturnim uslovima jednako $I_{NOVO}=257.04 \text{ A}$.

4.2. Proračun nadzemnog voda

Razmatrajmo nadzemni vod za koji su poznati sledeći podaci:

ACSR

$S=25 \text{ [mm}^2\text{]}$

$T_{prov}=80 \text{ [}^\circ\text{C]}$

$T_{amb}=23.1 \text{ [}^\circ\text{C]}$

$\alpha_s = 0.5$

$\varepsilon_l = 0.5$

$\sigma=5.67 \cdot 10^{-8} \text{ [W/m}^2\text{K}^4\text{]}$

$Q_{dir}=247.7 \text{ [W/m}^2\text{]}$

$R_{DC}=0.984 \cdot 10^{-3} \text{ [}\Omega/\text{m]}$

Rešavanjem izraza (1) po struji, i uvažavanjem da je akumulisana toplota u stacionarnom stanju jednaka nuli, dobija se izraz:

$$I = \sqrt{\frac{Q_{konv} + Q_{rad} - Q_{sun}}{R_{AC}}} \quad (14)$$

Uvrštavanjem vrednosti u izraz (14) dobija se da je dozvoljeno strujno opterećenje nadzemnog voda pri aktuelnim vremenskim uslovima jednako $I=242.16 \text{ A}$.

Poznati su i sledeći podaci za razmatrani vod:

$I_{nom}=145 \text{ [A]}$

$T_{MAX\_novo}=T_{MAX\_nom}=75 \text{ [}^\circ\text{C]}$

$T_{amb\_nom}=40 \text{ [}^\circ\text{C]}$

$T_{amb\_mer}=23.1 \text{ [}^\circ\text{C]}$

$n=0.5$

Ukoliko se upotrebi izraz (13) dobiće se da je procenjeno prilagođeno strujno opterećenje nadzemnog voda pri aktuelnim vremenskim uslovima jednako $I_{NOVO}=176.57 \text{ A}$. Razlika koja je dobijena u rezultatima je posledica male vrednosti zračenja sunca u trenutku proračuna, uvažavanju uticaja vetra, temperature provodnika, odvođenja toplote konvekcijom i radijacijom u dinamičkom modelu.

5. ZAKLJUČAK

Ove metode značajno mogu da pomognu u upravljanju elektroenergetskim sistemom, zbog toga što u svakom trenutku pružaju tačan podatak o tome koliko je koji element termički opterećen i koliko još opterećenja može da izdrži.

Neke od ovih metoda nisu jednostavne za primenu zbog toga što je za tačan proračun termičkog opterećenja određenih elemenata potrebno poznavati veliki broj različitih veličina.

Upotrebom dinamičkih procena termičkog opterećenja se u većini slučajeva može izbeći isključenje potrošača, što je i primarni cilj pouzdanog i sigurnog elektroenergetskog sistema.

6. LITERATURA

- [1] Dale A. Douglass, Daniel C. Lawry, Abdel-Aty Edris, Earle C. Bascom "Dynamic Thermal Ratings Realize Circuit Load Limits", *IEEE Computer Applications in Power*, January 1975.
- [2] J. H. Neher, M. H. McGrath "The Calculation of the Temperature Rise and Load Capability of Cable Systems", *Neher, McGrath-Temperature and load capability of cable systems*, October 1957.
- [3] D. Kaiser "ELEKTROTEHNIČKI PRIRUČNIK IV. izdanje", *TEHNIČKA KNJIGA*, Zagreb, 1971.

Kratka biografija:



Goran Milovanović rođen je u Novom Sadu 1982. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranio je 2009.god.

Probabilistic Model Checking of Resistive Electrical Circuits

Bogdan Vukobratović, and Staniša Dautović, *Student Member, IEEE*

Abstract — This paper presents a novel approach to the formal verification of resistive electrical circuits using the probabilistic model checking.

Keywords — formal verification, probabilistic model checking, resistive electrical circuits, sensitivity analysis.

I. INTRODUCTION

The formal verification of a hardware system is a formal mathematical procedure of proving or disproving the correctness of a designed system with respect to a certain formal specification or property. The formal mathematical proof (also called static verification) should be distinguished from the functional (dynamic) verification, validation or simulation of the behavior of the system under test.

Based on a successful application of different formal verification techniques for digital circuits (like Binary Decision Diagrams (BDD) based equivalence checking, Linear Time Logic (LTL) and Computation Tree Logic (CTL) based model checking etc.) [1], formal verification is applied to analog circuits as well. In contrast to digital logic (basically, computing over finite fields $\mathbb{GF}$ and discrete time $\mathbb{N}$), analog circuits are continuous in signal values (computing over field $\mathbb{R}$) and time (again $\mathbb{R}$), resulting in much harder verification tasks. One has to deal with infinite state space and dense metric time.

The keyword/key phrase “sensitivity analysis” of electrical circuits/networks [2] is coined before the wider introduction of the formal verification methods into the analog world. It may be the case that the contents of two research fields have large overlapping and same goals. When one talks about the “tolerance analysis”, “sensitivity analysis”, “noise analysis” or “worst-case simulation” in this context, it usually refers to changes in input-output behavior under (small, allowed/guaranteed by industrial manufacturer) changes/variations in the nominal values of circuit parameters, like resistors R , capacitors C or inductors L . In reality, there is no such thing as a “perfect” component, and even the most precise electrical

components available in the market have their own tolerances. For example, if we consider a simple 100-ohm resistor, it will always have a tolerance value of, for example, five percent (5%). Thus, the minimum and maximum values of this component in mass production are 95 and 105 ohms. It is also common to talk about “robustness of perturbed systems”, addressing behavior under extreme min/max values (95 and 105 ohms).

Specified quantities of interest can be also stability of output voltage and/or current, guaranteed attenuation and/or amplification, stability of poles and zeros of the system, maximum deviation from specified frequency characteristics (amplitude and phase characteristics), limited power dissipation, tracing of desired trajectory in state-space, stability of operating points etc. All those properties are also of interest in formal verification of analog circuits.

The probabilistic interpretation of voltages and currents in the circuit theory [3] is not a mainstream of engineering practice. Modeling of electrical circuits based on Markov chains is well known in mathematics, where it represents an interesting illustration of the theory of Markov chains. This situation exists probably due to the lack of further practical applications. Applying Probabilistic Symbolic Model checker (PRISM) [4] in the verification of an actual input-output behavior of the circuit (with respect to the specified properties), or in estimation of tolerance and robustness of the circuit behavior (with respect to the changes or perturbances in circuit parameters), could represent such a well motivated practical application.

There are numerous proposed approaches to formal verification of analog circuits: a) influential German school of Lars Hedrich and Erich Barke has several results (verification of linear and nonlinear circuits, both in time and frequency domain, based on sampling of the state space, or interval arithmetic, or model checking in CTL-AT logic (logic CTL extended with real time) etc.); b) work of C.-J. Richard Shi (based on symbolic determinants and Determinant Decision Diagrams, DDDs); c) work of Chris J. Myers et al. (based on Timed Hybrid Petri Nets); d) work of Oded Maler (based on Signal Temporal Logic (STL) and variants of different Real-time Temporal Logics, such as MITL[a,b]); e) work of Seshadri and Abraham (based on global optimization techniques); f) work of Ghosh and Vemuri (using higher-order logic proof checker PVS), to name just a few. We omit here the extensive list of references due to the limitation on paper's length.

The proposed approach is a novel one, in the context of the formal verification of analog electrical circuits. We are

Bogdan Vukobratović is a M.Sc. student at Department for Power, Electronics and Communications Engineering, Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Serbia. (E-mail: bogdan.vukobratovic@gmail.com).

Staniša Dautović is with the Department for Power, Electronics and Communications Engineering, Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Serbia. (E-mail: dautovic@uns.ns.ac.yu).

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Bogdana Vukobratovića. Mentor je bio prof.dr Ladislav Novak.
- b) Rad je prethodno publikovan na Konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2008.

aware of only one paper (not involving PRISM), whose authors are tracing similar path [5], but they use so called Markov Network, and not the probabilistic interpretation of voltages and currents in Discrete-time Markov chain (DTMC) and Continuous-time Markov chain (CTMC) models of electrical circuits.

II. PROBABILISTIC INTERPRETATION OF VOLTAGES AND CURRENTS AND MODELING OF RESISTIVE ELECTRICAL CIRCUITS AS DTMCs

The probabilistic modeling of electrical circuits is introduced in [3]. We present here a short introduction following terminology and an original example taken from the reference book [3].

Random walk in one dimension will be explained with an example: a man walks along a 5-block stretch of Madison Avenue. He starts at corner x and, with probability p , walks one block to the right and, with probability $q = 1-p$, walks one block to the left. When he comes to the next corner he again randomly chooses his direction along Madison Avenue. He continues until he reaches corner 5, which is home, or corner 0, which is a bar. If he reaches either home or the bar, he stays there.

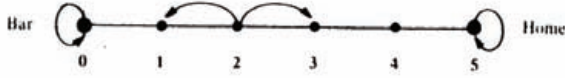


Fig. 1. Random walk example; taken from [3].

When modeling a resistive electrical circuit, which consists of resistive net and voltage sources applied on certain nodes, two dimensional walk is considered, where a walker might have more than two choices at any node. In this model, node 0 (bar) models ground, node 5 (home) voltage source and probabilities p and q model resistor values joined to the edges of the underlying graph.

When modeling a general affine resistive electrical circuit, probability that the walker will choose to go to node Y when he is in node X , is equal to the electrical conductance G (reciprocal value of electrical resistance R) between nodes Y and X , divided by the sum of the conductances from node X to all other nodes.

Here we give the probabilistic interpretation of voltages and currents in resistive circuit/networks as defined in [3].

Claim 1: (Probabilistic interpretation of voltages) Let h_X be the hitting probability, that random walker, starting at node X , will reach node A before B . If a unit voltage V_A , is applied between nodes A and B of the circuit, then the voltage V_X at any node X is equal to h_X .

If an arbitrary voltage V_A between nodes A and B is assumed instead of the unit voltage, then the hitting probability h_X would be replaced by an expected value in a game where the player starts at X and is rewarded V_A if A is reached before B and 0 otherwise. $\square$

Claim 2: (Probabilistic interpretation of currents) When

a unit current flows into node A and out of node B , the current i_{XY} flowing through the branch connecting X to Y is equal to the expected net number of times that a walker, starting at A and walking until he reaches B , will move along the branch from X to Y . These currents are proportional to the currents that arise when a unit voltage is applied between A and B , the constant of proportionality being the effective resistance of the network. $\square$

The problem of calculating voltages and currents can be solved by using Monte Carlo method, method of relaxation, solving linear equations or by calculating steady state probabilities of underlying DTMC. The latest approach can be implemented in the symbolic model checker PRISM. The Markov chain is presented by its transition matrix $\mathbf{P}$. If p_{XY} is probability that the walker will go from X to Y , then the transition matrix for the random walk example (Fig. 1.) is given on the Fig. 2.

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ p_{10} & 0 & p_{12} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p_{21} & 0 & p_{23} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_{32} & 0 & p_{34} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p_{43} & 0 & p_{45} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Fig. 2. Transition matrix $\mathbf{P}$ of DTMC for the random walk example (Fig. 1.)

For more information on these topics, please see [3].

III. PROBABILISTIC SYMBOLIC MODEL CHECKER PRISM

PRISM is a probabilistic symbolic model checker, a tool for formal modeling and analysis of systems, which exhibit random or probabilistic behavior. It supports three types of probabilistic models: DTMCs, CTMCs and Markov decision processes (MDPs), plus extensions of these models with costs and rewards.

The fundamental components of the PRISM language are *modules* and *variables*. A module contains a number of local *variables*. The values of these variables at any given time constitute the state of the module. The behavior of each module is described by a set of *commands*,

```
[ ] guard->prob_1:update_1+...+prob_n:update_n (1)
```

The *guard* is a predicate over all the variables in the model (including those belonging to other modules). Each *update* describes a transition which the module can make if the *guard* is true. A transition is specified by giving the new values of the variables in the module, possibly as a function of other variables. Each *update* is also assigned a probability (or in some cases a rate) which will be assigned to the corresponding transition.

The random walk example transition matrix (given on Fig.2.) described in the PRISM language is shown in Fig.3.


```

dtmc

module M1
  x : [0..5] init 2;

  [ ] x=0 -> (x'=0);
  [ ] x=1 -> P10:(x'=0) + P12:(x'=2);
  [ ] x=2 -> P21:(x'=1) + P23:(x'=3);
  [ ] x=3 -> P32:(x'=2) + P34:(x'=4);
  [ ] x=4 -> P43:(x'=3) + P45:(x'=5);
  [ ] x=5 -> (x'=5);
endmodule

```

Fig.3. PRISM model of the random walk example (Fig. 1.)

If the voltage source other than unit voltage is to be modeled, `costs` and `rewards` feature is used like in Fig. 4.

```
rewards x=5: Va; endrewards
```

Fig. 4. Usage of costs and rewards in PRISM

In order to analyze a probabilistic model which has been specified and constructed in PRISM, it is necessary to identify one or more *properties* of the model which can be evaluated by the tool. Properties are expressed in a language based on the logics PCTL (for DTMCs and MDPs) and Continuous Stochastic Logic (CSL) for CTMCs, probabilistic extensions of the CTL.

The full explanation of property expression available in PRISM, exceeds the scope of this article, so please refer to [4] and PRISM web-site for more information.

Although resistive electrical circuits are modeled as DTMCs, CTMC PRISM engine will be used, because the current release of PRISM does not support the S (“steady state”) operator with DTMC models. The reference [6] describes the relationship in existence and form of the stationary distribution of the irreducible CTMC X with those of its embedded DTMC $\bar{X}$. This enables us to use CTMC model of a resistive circuit in PRISM, providing us with the equivalent results for steady state probabilities, which represent potentials of nodes in our model. For more details, please refer to [6].

IV. EXAMPLES AND RESULTS

A. Proof of concept: a simple example

In this example, two resistors $R_1=1.5k\Omega$ and $R_2=1k\Omega$ are connected in series to the 5V constant voltage source (voltage divider). Furthermore, let the tolerance for these resistors be $\pm 1\%$. The model in PRISM is given on Fig. 5.

```

ctmc

const R1;
const R2;

module M1
  x : [1..3] init 2;

  [ ] x=1 -> (x'=1);
  [ ] x=2 -> 1/R1:(x'=1) + 1/R2:(x'=3);
  [ ] x=3 -> (x'=3);
endmodule

rewards x=1 : 5; endrewards

```

Fig. 5. CTMC PRISM model of the voltage divider

The `const` statement defines constants to be used in the model, and they can be initialized later, during experiments in PRISM. The initial state for the model represents the starting point for the random walker. For an example, if we want to calculate the potential V_2 of node 2, the PRISM construct `x: [1..3] init 2` will set the initial state to 2. Calculating the V_2 is done by calculating the following property:

$$R=? [S] \quad (3)$$

The meaning of the property (3) is: “What is the expected reward (i.e., potential in our case) in the steady state?”. Within the experiment, we calculate in PRISM steady state probabilities for all combinations of resistor values $R_1 \in [1485, 1515]$ and $R_2 \in [990, 1010]$, with step of 1Ω . As it can be seen on Fig. 6., values for potential V_2 belong to the interval $V_2 \in [1.976, 2.024]$, i.e. it varies 1.2% from the nominal value $V_2=2V$. The plot on the Fig. 6. is monotone, but should not be misinterpreted as linearly dependant on resistor values. The plotted result focuses on a very narrow interval of 2-dimensional function domain.

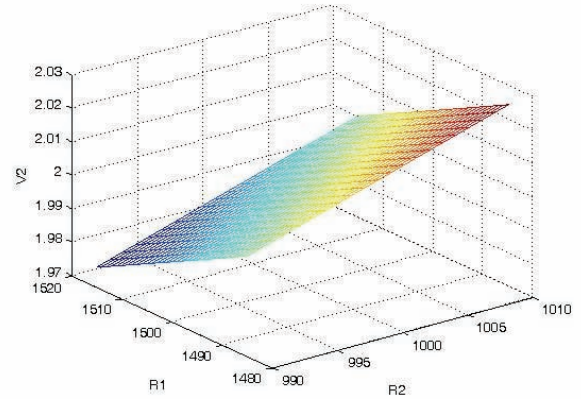


Fig. 6. Potential V_2 as a function of resistor values R_1, R_2

B. Example 2: Robustness of perturbed system

Here we describe a more advanced example of the modeling and model checking of resistive circuits in PRISM. In Example 2, as a difference to the simple model from Example 1, we have changes in the referent values 5V of voltage sources V_{IN1} and V_{IN2} , as well as variable circuit topology, modeled with switches S_1 and S_2 . We will analyze circuit behavior under extreme min/max values of seven perturbed circuit parameters $R_1, R_2, R_3, R_{S1}, R_{S2}, V_{IN1}$ and V_{IN2} .

On the resistive circuit shown on Fig. 7. there are 3 resistive loads: $R_1=6k\Omega$, $R_2=4k\Omega$ and $R_3=5k\Omega$, all with 10% tolerances. Resistors $R_4=R_5=R_6=R_7=R_8=R_9=10\Omega$ are modeling non-ideal wire resistances. Voltage sources V_{IN1} and V_{IN2} give 4.85V to 5.15V and have $R_{IN1}=R_{IN2}=100\Omega$ internal resistance. Loads R_2 and R_3 can be disconnected from the net by two switches having resistance of 1Ω when on, and $1M\Omega$ when off. The PRISM model is given on Fig. 8. The results are shown on Fig. 9., where the potential values V_2 of node 2 are plotted, for all possible $2^7=128$ combinations of the seven changing parameters. The

changes in these parameters are modeled through variables kR_1 , kR_2 , kR_3 , kV_{IN1} , kV_{IN2} , kR_{S1} and kR_{S2} , all taking values 0 or 1, in order to provide minimum and maximum parameter values.

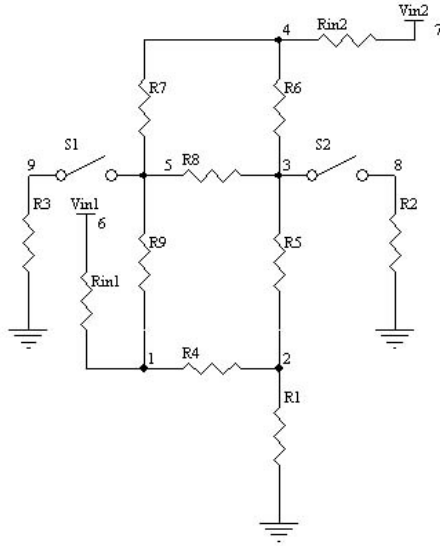


Fig. 7. Resistive circuit from Example 2.

```
ctmc

const double GIN1=1/100;
const double GIN2=1/100;
const double G4=1/10;
const double G5=1/10;
const double G6=1/10;
const double G7=1/10;
const double G8=1/10;
const double G9=1/10;

formula G1=1/(5400+ kR1*1200);
formula G2=1/(3600+ kR2*800);
formula G3=1/(4500+ kR3*1000);
formula GS1= 1/(1+ kRS1*1000000);
formula GS2= 1/(1+ kRS2*1000000);

module M1

  x : [0..9];
  kR1: [0..1]; kR2: [0..1];
  kR3: [0..1]; kVIN1: [0..1];
  kVIN2: [0..1]; kRS1: [0..1];
  kRS2: [0..1];

  [] x=0 -> x'=0;
  [] x=1 -> G4:(x'=2) + G9:(x'=5) + GIN1:(x'=6);
  [] x=2 -> G1:(x'=0) + G4:(x'=1) + G5:(x'=3);
  [] x=3 -> GS2:(x'=8) + G5:(x'=2) + G6:(x'=4) +
G8:(x'=5);
  [] x=4 -> G6:(x'=3) + G7:(x'=5) + GIN2:(x'=7);
  [] x=5 -> GS1:(x'=9) + G9:(x'=1) + G8:(x'=3) +
G7:(x'=4);
  [] x=6 -> x'= 6;
  [] x=7 -> x'= 7;
  [] x=8 -> G2:(x'=0) + GS2:(x'= 3);
  [] x=9 -> G3:(x'=0) + GS1:(x'= 5);

endmodule

rewards
  x=6: (4.85 + kVIN1*0.3);
  x=7: (4.85 + kVIN2*0.3);
endrewards

init true endinit
```

Fig. 8. PRISM model for circuit on Fig. 7.

The initial state for the model represents the starting point for the random walker. We used `init true endinit` construct, which sets all the states as initial, but we will

specify the true initial state for x later with properties. If variables are not initialized, as it is the case with kR_1 , kR_2 , kR_3 , kV_{IN1} , kV_{IN2} , kR_{S1} and kR_{S2} , PRISM will cycle through all their possible states. Except for the x -variable, no transitions are specified for other 7 variables, so their values will remain the same as initial during the random walk.

For an example, properties of interest to be checked can be

$$R=? [S \{x=2\} \{min\}] \quad (4)$$

Equation (4) means: “In a steady state, what is the minimal expected reward the walker will have, starting from node 2, every time with different kR_1 , kR_2 , kR_3 , kV_{IN1} , kV_{IN2} , kR_{S1} and kR_{S2} values?”. Using Claim 1, this value equals the minimal potential of the node 2 in the circuit from Fig. 7., under all 128 parameter combinations.

Another property to be verified can be

$$(x=2) \Rightarrow R > 4.67 [S] \ \& \ R < 5.12 [S] \quad (5)$$

Equation (5) means: “In a steady state, is it true that the expected reward the walker will have, starting from node 2, will be between 4.67V and 5.12V, for all possible kR_1 , kR_2 , kR_3 , kV_{IN1} , kV_{IN2} , kR_{S1} and kR_{S2} combinations?”. If satisfied, property (5) guaranties that the potential of node 2 will stay within the specified boundaries [4.67, 5.12], under all 128 experimental setups. Fig. 9. justifies the correctness of the results obtained from the verification of the statement (5).

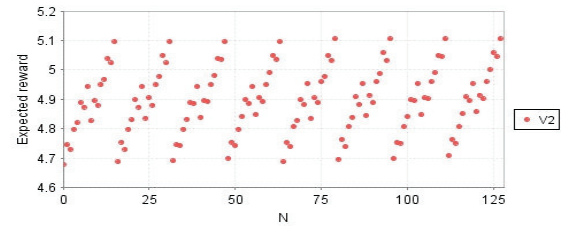


Fig. 9. Values of V2 for all possible parameter combinations

REFERENCES

- [1] T. Kropf, *Introduction to Formal Hardware Verification*, Springer, 1999.
- [2] L. Kolev, “Worst-case tolerance analysis of linear DC and AC electric circuits”, *Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications*, *IEEE Transactions on*, Volume 49, Issue 12, Dec 2002 Page(s): 1693 – 1701.
- [3] P.G. Doyle and J.L. Snell, *Random Walks and Electrical Networks*, Mathematical Assn of America, 1984. Available: <http://math.dartmouth.edu/~doyle/docs/walks/walks.pdf>
- [4] M. Kwiatkowska, G. Norman and D. Parker, “PRISM: Probabilistic Symbolic Model Checker”, In *Proc. PAPM/PROBMIV'01 Tools Session*, pages 7-12. Available as Technical Report 760/2001, University of Dortmund. September 2001. Available: <http://www.prismmodelchecker.org>
- [5] C. Borgelt and R. Kruse, “Probabilistic Graphical Models for the Diagnosis of Analog Electrical Circuits”, in L. Godo (Ed.): *ECSQARU 2005*, LNAI 3571, pp. 100–110, 2005. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005. Available: <http://www.springerlink.com/content/83wymce7erquwkdq/fulltext.pdf>
- [6] A. Pacheco, *Stochastic Manufacturing and Service Systems*, Class Notes, Spring 2002. Available: <http://www.math.ist.utl.pt/~mjmorais/CN-2002.pdf>

**INTEGRACIJA APLIKACIJA U UMS SISTEMIMA PRIMENOM
MICROSOFT MESSAGE QUEUING TEHNOLOGIJE****APPLICATION INTEGRATION IN UMS USING
MICROSOFT MESSAGE QUEUING TECHNOLOGY**Bela Varga, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Rad se bavi problemom integracije informacionih tehnologija u preduzećima za upravljanje javnim dobrima (Utility Management Systems - UMS). Analiziraju se problemi prilikom integracije i dosadašnja rešenja. Kao praktični deo prikazan je jedan servis implementiran primenom Microsoft WCF tehnologije koji koristi Microsoft Message Queuing tehnologiju (MSMQ) kao model komunikacije sa klijentima. Servis obezbeđuje pristup bazi podataka sa istorijskim vrednostima raznih merenja. Takođe, ukazano je na prednosti koje nudi ovaj model komunikacije.

Abstract – This paper discusses the issue of Application Integration in Utility Management Systems (UMS). It deals with the occurring issues at integration and previous solutions. Further, one service implementation is presented as a practical part of this paper. The service is implemented over Microsoft WCF technology, and uses Microsoft Message Queuing (MSMQ) as a communication model. The service enables access to historical database of measurements for its clients. Also, it's been pointed out to the advantages of using MSMQ.

Ključne reči: Integracija aplikacija, sistem poruka, informacioni sistemi za upravljanje preduzećem

1. UVOD

U današnje vreme sve češće dolazi do povezivanja preduzeća, koja se bave istom delatnošću, a često i onih sa različitim delatnostima. Nameće se zahtev da nezavisni informacioni sistemi, koji su namenjeni za različite zadatke na različitim mestima u preduzeću budu povezani u jedan veliki sistem i tako omogućiti komunikaciju među aplikacijama. Tipično je da zajednički podaci budu deljeni među aplikacijama, i u tim slučajevima je potrebno obezbediti sinhronizovan pristup podacima. Često je potrebno da podaci skladišteni tokom vremena budu dostupni aplikacijama kojima se vrše naknadne analize i optimizacije. U nekim slučajevima je potrebno da događaji u jednom delu sistema u realnom vremenu budu praćeni preko aplikacije drugog sistema. Zahtevi za integraciju aplikacija su različiti i svi su u cilju efikasnijeg upravljanja. Imajući u vidu navedeno, kao i da su aplikacije često razvijane nezavisno, integracija aplikacija u jedinstveni upravljački sistem predstavlja težak zadatak.

NAPOMENA:

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

**2. INFORMACIONI SISTEMI ZA UPRAVLJANJE
PREDUZEĆEM – UMS**

Tipični predstavnici velikih preduzeća su preduzeća za upravljanje javnim dobrom. Tu spadaju preduzeća za proizvodnju, prenos i distribuciju vode, gasa, električne energije, grejanja, itd. U ne tako davnoj prošlosti upravljačke sisteme u ovim preduzećima je činio SCADA - *Supervisory Control And Data Acquisition* sistem. SCADA sistem nudi nadzor i upravljanje, ali ne i neke naprednije funkcije kao što su na primer analiza, simulacija i optimizacija na osnovu ranijih prikupljenih podataka. SCADA sistem se odnosi više na sam proces proizvodnje i na distribuciju. Sa druge strane, upravljanje preduzećem se vrši namenskim aplikacijama, kao što su vođenje evidencije o potrošačima, zaposlenima, ili nalogima, itd. Razvojem informacionih tehnologija sve ove navedene aplikacije su postale veoma sofisticirane i da bi funkcionisale zahtevaju pristup podacima iz raznih delova sistema, pa je neophodno povezati sve izolovane informacione celine u jednu (Slika. 1). Dodatni motivi za ovakvu integraciju su različiti. Ovakav sistem nudi mnogo više od "jednostavnog" upravljanja, jer nudi sofisticirane alate za analizu, optimizaciju, simulaciju pojave raznih "nepredviđenih" događaja, i sa tim i efikasnije upravljanje. Nudi mogućnost brže reakcije i donošenja odluka na osnovu svih istovremeno dostupnih podataka, usled promena na tržištu. Takođe, nudi sigurnost podataka pri razmeni, efikasnost, uštedu nad brojem zaposlenih, itd. U današnje vreme upravljački sistemi u preduzećima se sastoje od svih (ili bar nekih) navedenih celina integrisanih u jedan veliki sistem, i zajednički naziv za njih je *Informacioni sistem za upravljanje preduzećem* - UMS.

3. INTEGRACIJA I PROBLEMI INTEGRACIJE

Problemi koji nastaju prilikom integracija su različiti, a glavni uzroci su izrazita heterogenost i distribuiranost postojećih sistema, kao i nasleđeni delimično integrisani sistemi [1]. Kao što je već navedeno UMS se sastoji od mnoštva različitih aplikacija, koje su pravljene specijalno za neku namenu, koje su preuzete od drugih preduzeća, koje su nasleđene u preduzeću prilikom akvizicije, ili koje su kombinacije navedenih. Ove aplikacije često rade u različitim slojevima arhitekture i na različitim operativnim sistemima. Integracija treba da omogući deljenje funkcionalnosti (servisa) koje nude pojedinačne aplikacije, kao i efikasnu, pouzdanu i sigurnu razmenu podataka između njih. Postoji četiri glavne metode za razmenu podataka.

File Transfer - **Prenos podataka preko datoteke** predstavlja najjednostavnije rešenje koje karakteriše

interoperabilnost i mogućnost jednostavnog razdvajanja (*decoupling*) aplikacija, ali zato sva odgovornost ostaje na aplikacijama da se “dogovore” oko lokacije i imena datoteke, kao i formata podataka. Tu je i problem sinhronizacije. Najzastupljeniji predstavnik ove metode je XML – *Extensible Markup Language*.

Shared Database - Deljene baze podataka nude pristup strogo tipiziranim podacima na jednom mestu. Sve aplikacije pristupaju bazi preko servera baze i tako rešavaju problem formata datoteke i formata podataka, kao i sinhronizaciju pristupa. Problem koji se javlja kod ove metode je formiranje modela podataka tako da ispuni zahteve svih korisnika. Isto tako, javlja se ozbiljan problem u performansi ako su aplikacije distribuirane i svi pristupaju istoj bazi podataka. Najzastupljeniji sistemi za upravljanje bazama podataka su MS SQL i Oracle.

Navedene metode nude integraciju preko razmene podataka, ali ne i deljenje funkcionalnosti između aplikacija.

Remote Procedure Call (RPC) - Poziv udaljene procedure omogućava deljenje funkcionalnosti, tako što implementira komponente za aplikacije koje vrše neku funkciju i otkriva interfejs preko kojih se mogu pozivati. RPC upotrebljava najbolju praksu što se tiče objektno orijentacije i skrivanja implementacije što omogućava slabu povezanost (*loose coupling*) između servera i klijenta. Pa ipak, jedan od glavnih problema sa ovim tehnologijama, jeste nemogućnost međusobnog pozivanja, tj. interoperabilnost. Isto tako, performansa i pouzdanost može da bude veoma niska ako su aplikacije distribuirane u mreži koja je opterećena. Do sada su korišćene mnoge tehnologije za izradu komponenti za aplikacije, poput: DCE/RPC – *Distributed Computing Environment* / *Remote Procedure Call*, CORBA – *Common Object Request Broker Architecture*, DCOM – *Distributed Component Object Model*, .NET remoting, EJBs – *Enterprise Java Beans*, RMI – *Java Remote Method Invocation*, itd.

Messaging - Sistem poruka takođe obezbeđuje deljenje funkcionalnosti, ali za razliku od poziva udaljene procedure on obezbeđuje i interoperabilnost upotrebom XML serijalizacije podataka. Sistem poruka je sistemski program (*Middleware*) koji obezbeđuje unificiran način komunikacije između aplikacija. Sistem poruka obezbeđuje sigurnu isporuku poruka, a na prijemnoj strani sprečava preopterećenje jednostavnim uvezivanjem poruka u red sve dok resurs ne postane raspoloživ. Zbog relativne kompleksnosti, sistem poruka pokazuje slabije performanse pri većoj opterećenosti mreže. Najzastupljenije tehnologije koji implementiraju sistem poruka su MSMQ, IBM WebSphere MQ, JMS, TIBCO, itd.

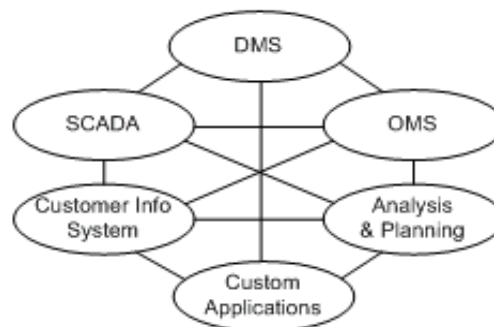
Treba napomenuti da je svaka metoda evolucija prethodne, ali nijedna metoda ne nudi univerzalno rešenje za sve zahteve integracije.

3.1 Arhitekture i pristupi pri integraciji

Generalno postoje tri arhitekture pri integraciji koje su se pojavile tokom vremena [2, 3], i one su odraz pristupa pri rešavanju problema integracije i raspoložive tehnologije.

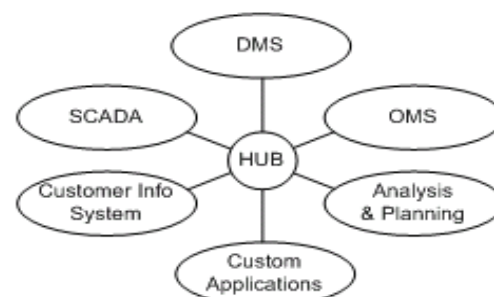
Point-To-Point arhitektura je najraniji pokušaj integracije (Slika 1.). Aplikacije su povezivane svaka sa svakom, i za svaku vezu je potreban poseban adapter da bi se omogu-

ćilo povezivanje. Ovaj pristup je veoma neefikasan i skup za održavanje i ne omogućava jednostavno proširivanje.



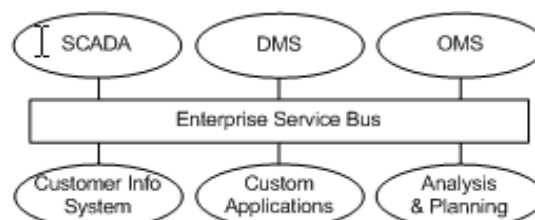
Slika 1. Point-To-Point arhitektura

Hub-And-Spoke arhitektura obezbeđuje da se komunikacija obavlja preko Hub-a i samim tim potreban je samo jedan adapter za svaku aplikaciju (Slika 2.). Sa ovim je postignuto jednostavnije (jeftinije) održavanje i proširivanje. Sa druge strane, veliki nedostatak je što postoji jedna tačka otkaza.



Slika 2. Hub-And-Spoke arhitektura

ESB - Enterprise Service Bus arhitektura je najnoviji pristup (Slika 3.). Predstavlja zajedničku platformu za komunikaciju aplikacija kroz mrežu, koja je zasnovana na sistemu poruka. Kao takva podržava veliku distribuiranost i pogodna je za servis orijentisanu arhitekturu (SOA – *Service Oriented Architecture*). Aplikacija, koja je implementirana primenom SOA koncepta, stavlja na raspolaganje meta podatke svojih servisa ostalim aplikacijama i tako im omogućava da se prijave na korišćenje, tj. da pozivaju metode servisa bez poznavanja detalja o implementaciji. Ovim se postiže jednostavnija skalabilnost.



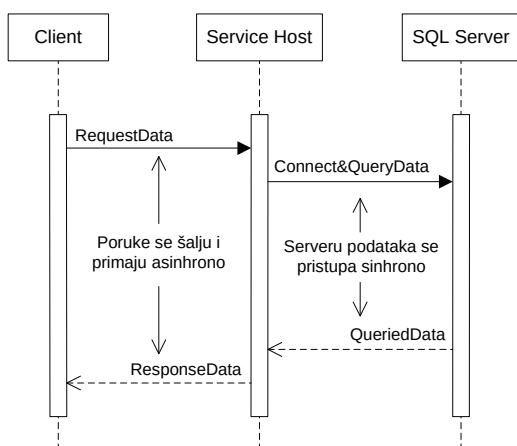
Slika 3. Enterprise Service Bus arhitektura

4. SERVIS ZA PRISTUP ISTORIJSKIM VREDNOSTIMA MERENJA PREKO MSMQ-A

U ovom delu rada su opisani zahtevi za jedan servis koji pristupa bazi podataka sa istorijskim vrednostima i jedna moguća implementacija istog.

U proizvodnom procesu, skladištenju, transportu i distribuciji nekog preduzeća postoje razna mesta od interesa na kojima se mere fizičke veličine (temperatura, pritisak, napon, itd.) u cilju održanja zahtevanog tehnološkog procesa. Te veličine se prate i kontrolišu preko SCADA sistema, ali za efikasno upravljanje često nisu dovoljni trenutni podaci, pa se te vrednosti tokom vremena skladište u bazi podataka sa istorijskim vrednostima za kasniju analizu i optimizaciju, ili za neke druge svrhe.

Pristup bazi podataka je sinhron i relativno spor zbog velike količine podataka, pa je svrsishodno implementirati servis koji bi omogućio asinhron pristup iz aplikacija koje konzumiraju ove podatke. Ovakav način pristupa predstavlja bolje rešenje, jer se time izbegava blokiranje klijenta za vreme pribavljanja podataka iz baze i izvršenja servisa. Takođe je poželjno da se klijentu omogući gašenje po poslatom zahtevu, kao i da pošalje zahtev servisu koji u tom trenutku nije aktivan iz nekog razloga. Jedan ovakav servis obezbeđuje sinhronu komunikaciju prema bazi podataka, dok sa klijentom komunicira asinhrono (Slika 4.).



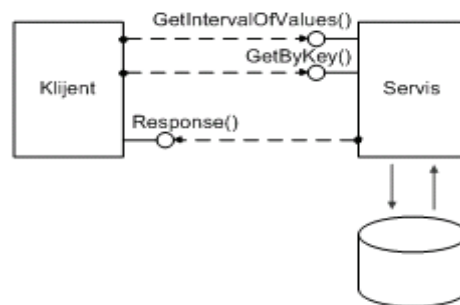
Slika 4. Tok zahteva i odgovora klijentu

Za predhodno navedene zahteve implementiran je servis u razvojnom okruženju *Microsoft Visual Studio 2008* u programskom jeziku C# upotrebom WCF – *Windows Communication Foundation* razvojnog alata. WCF omogućava jednostavan razvoj servisa, kao i primenu MSMQ-a [4].

Servis implementira dva interfejsa *GetIntervalOfValues* i *GetByKey*, a zbog dvosmerne komunikacije klijent implementira *Response* interfejs (Slika 5). *GetIntervalOfValues* omogućava dohvat intervala vrednosti iz baze po izabranom ključu, a *GetByKey* dohvat svih podataka po izabranom ključu. Za ova dva interfejsa servis kreira MSMQ red u koji se smeštaju poruke pri pozivu (*ServiceQueue*), dok red za odgovore obezbeđuje klijent (*ResponseQueue*). Na klijentskoj strani *Response* implementira prihvatanje traženih podataka smeštanjem u listu. Adresa servisa i adrese MSMQ redova za pozive i odgovore su konfigurisane preko URI – *Universal Resource Identifier*-a, i one su primenljive na lokalnom računaru, kao i na distribuiranim računarima u lokalnoj mreži.

Istorijske vrednosti merenja su organizovane u vidu tabele i njen format je prikazan u Tabeli 1. Ovi podaci su smešteni u MS SQL bazi i njima pristupa servis posred-

stvom MS SQL Server-a.



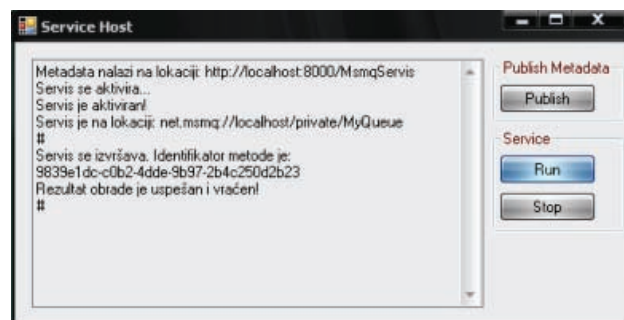
Slika 5. Organizacija klijenta, servisa i baze podataka

Tabela 1. Šema podataka

ItemID	Type	TimeStamp	Value	Quality

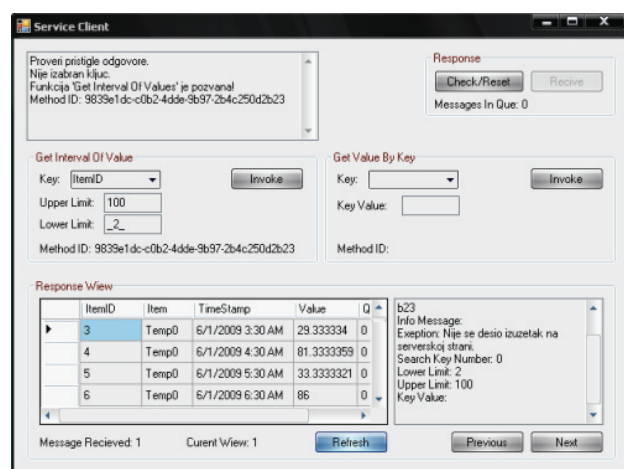
4.1 Test aplikacije i testiranje

Za potrebe testiranja razvijene su tri aplikacije. Prva aplikacija stavlja na raspolaganje meta podatke i pristupne tačke servisa ostalim korisnicima i omogućava kontrolisanje izvršenje i suspenziju servisa (Slika 6.).



Slika 6. Servis

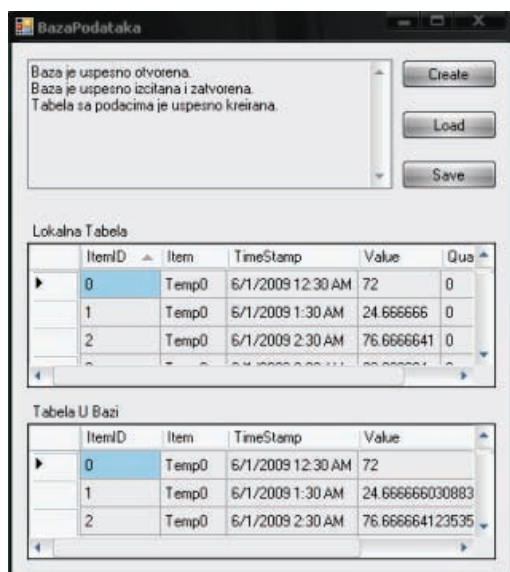
Sledeća aplikacija, koja predstavlja klijenta omogućava poziv obe metode sa različitim kriterijumima, proveru pristiglih, a ne primljenih poruka, primanje, kao i prelistavanje primljenih poruka (Slika 7.).



Slika 7. Klijent

Takođe, obezbeđuje pristupnu tačku *Response* metodi. Obe aplikacije ispisuju sve relevantne aktivnosti tokom rada, tako da je moguće pratiti njihov tok izvršavanja.

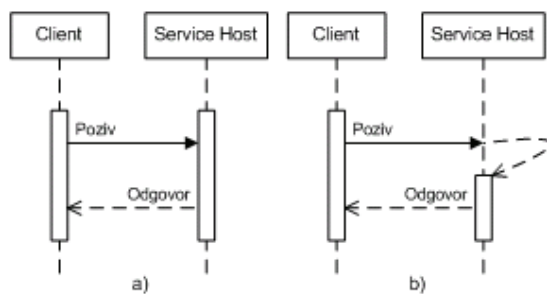
Treća aplikacija služi za kreiranje tabele merenja sa slučajnim vrednostima i smeštanje u bazu podataka (Slika 8).



Slika 8. Tabela merenja

Test scenario zamišljen je tako da prikaže ispravnu funkcionalnost i mogućnosti ovog servisa u pogledu asinhronne komunikacije. Svaka metoda ima svoj jedinstveni identifikacioni broj koji se šalje pri zahtevu zajedno sa izabranim kriterijumom za podatke, a pri odgovoru se šalje nazad zajedno sa traženim podacima.

Test obuhvata tri slučaja. Pri testu klijent poziva metode servisa slanjem poruka servisu u red za pozive. U prva dva slučaja klijent ostaje aktivan sve vreme i spreman je da primi odgovore. U prvom slučaju i servis je aktivan sve vreme, tako da odmah preuzima poruku iz reda za pozive, izvršava se i šalje poruku u red za odgovore (Slika 9a.). Klijent preuzima odgovor i smešta rezultat u lokalne promenljive. U drugom slučaju servis nije aktivan, pa poruka čeka u redu za pozive sve dok se servis ne aktivira. Nakon aktiviranja, servis preuzima poruku i dalje se izvršava kao u prvom slučaju (Slika 9b.).

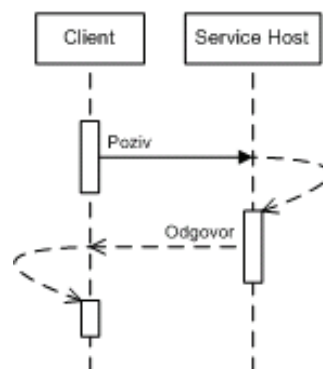


Slika 9. Tok izvršavanja pri testu

U trećem slučaju klijent nakon poziva metode servisa prestaje da bude aktivan. Pri pozivu servis nije aktivan, tako da poruka čeka u redu za pozive sve dok se ne aktivira.

Nakon aktiviranja, servis preuzima poruku i nakon izvršenja šalje odgovor.

Poruka sa odgovorom čeka u redu za odgovore sve dok se klijent ponovo ne aktivira i preuzme poruku (Slika 10.).



Slika 10. Tok izvršavanja pri testu

Proverom primljenih odgovora i upoređivanjem identifikacionih brojeva sa identifikacionim brojevima pozvanih metoda, dolazi se do zaključka da servis funkcioniše ispravno i da omogućava asinhronu perzistentnu komunikaciju.

5. ZAKLJUČAK

Integracija informacionih sistema u jedinstveni UMS predstavlja veoma težak zadatak pre svega zbog heterogenosti postojećih sistema, ali je neophodna zbog efikasnijeg upravljanja. Identifikacijom problema tokom vremena razvile su se mnoge tehnologije i alati koje nude rešenje. Čini se da je ESB arhitektura najbolje rešenje za distribuirane sisteme poput UMS. ESB koristi SOA koncept za deljenje funkcionalnosti koje nude pojedine aplikacije, a komunikacija između njih je preko sistema poruka. Kao rezultat dobija se UMS koji obezbeđuje funkcionalnu distribuiranost, interoperabilnost među tehnologijama, pouzdanost pri radu i relativno jednostavnu skalabilnost. Servis za pristup istorijskim vrednostima realizovan je pomoću WCF razvojnog alata, i on je u skladu sa najboljom praksom SOA koncepta. MSMQ tehnologija koja je primenjena za komunikaciju nudi mogućnost pouzdane i asinhronne komunikacije. Primene tehnologije za realizaciju ovog servisa omogućuju primenu u ESB arhitekturi.

6. LITERATURA

- [1] G. Hohpe, B. Woolf, "Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions", Addison Wesley, October 2003.
- [2] A. C. Mijić, A. Martinić, D. Mocinić, "Proposed model for application integration in Electric Power Utility", CIRED 19th International Conference on Electricity Distribution, May, 2007.
- [3] Binildas C. A., "Service Oriented Java Business Integration", Packt Publishing Ltd., March 2008.
- [4] J. Löwy, »Programming WCF Services, 2nd Edition«, O'Reilly Media Inc., November 14, 2008.

Kratka biografija:



Bela Varga rođen je u Zrenjaninu 1983. god. Diplomski-Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Automatika i upravljanje sistemima odbranio je 2009. god.

**TOPOLOŠKA ANALIZA I OPTIMALNA PODELA MODELA DISTRIBUTIVNE
ELEKTROENERGETSKE MREŽE PO REGIONIMA****DISTRIBUTION POWER NETWORK TOPOLOGY MODEL ANALYSIS AND OPTIMAL
PARTITIONING**Mirel Štrangarić Šteta, Darko Čapko, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je opisana implementacija inicijalne podele modela distributivne elektroenergetske mreže na regione. Podela uključuje analizu topologije mreže i dva načina za grupisanje topoloških celina zasnovanih na: 1) Particle Swarm Optimization (PSO) algoritmu i 2) algoritmu raspodele međusobno povezanih aktivnih delova mreže. Izvršeno je poređenje ovih algoritama na realnom primeru modela mreže. Podela na regione doprinosi postupku distribucije modela na više računara i time upotrebi veoma velikih modela mreže.

Abstract – This paper has introduced implementation of distribution power network model initial partitioning. Partitioning includes network topology analysis and two aspects of grouping arrangement for topological areas based on: 1) Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm and 2) distribution algorithm of mutually connected active areas of network. Algorithms were tested on actual power network model. Network partitioning contributes to distribution of model on several computers and thereby use of very big network models.

Ključne reči: Model elektrodistributivne mreže, Topologija, PSO algoritam

1. UVOD

Distributivni menadžment sistem (DMS) sadrži podatke o modelu distributivne elektroenergetske mreže kako bi se na njemu vršile razne simulacije i optimizacioni proračuni. Kada je energetska mreža velika potreban je veliki memorijski prostor da se on skladišti. Takođe, veliki model zahteva snažne procesore (računare). Jedna realizacija DMS-a, gde se ceo model smešta u jedan računar, zahteva veoma skup računar jer treba da je snažan i opremljen sa dosta memorije (RAM). Drugačija realizacija, koja se razmatra u ovom radu, razmatra distribuiran računarski sistem u kome se upotrebljava nekoliko skromnijih računara. Takvo rešenje je složenije za implementaciju, ali nudi niz prednosti, uključujući i jeftiniji hardver. Kada se upotrebljava više računara (procesora) potrebno je podeliti mrežu sa ciljem da se svaki procesor podjednako optereti podacima sa stanovišta brzine izvršavanja i memorijskog zauzeća u granicama memorijskog kapaciteta. Komunikacija između procesora je moguća, ali je treba svesti na minimum i obezbediti da ona bude ujednačena.

NAPOMENA:

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

U ovom radu opisana je topološka analiza kojom se izdvajaju aktivne (napojene) oblasti elektroenergetske mreže. Oblasti se, zatim, na osnovu kreiranog kriterijuma optimalnosti grupišu u delove mreže (regione), koji se raspodeljuju po procesorima. Predložena su dva algoritma raspodele: 1) upotrebom Particle Swarm Optimization (PSO) algoritma i 2) raspodela „super-korena“ (kraće RSK algoritam). Na kraju su analizirani njihovi rezultati.

**2. MODELOVANJE ELEKTROENERGETSKE
MREŽE POMOĆU GRAFOVA**

Teorija grafova nalazi veliku primenu u praksi, a između ostalog se koristi i za opisivanje modela električnih mreža. Električni elementi u elektroenergetskoj mreži (transformatori, prekidači itd.) mogu se prikazati kao grane grafa, a mesta njihovog spajanja kao čvorovi. Topološke oblasti, koje predstavljaju skup međusobno povezanih elemenata, takođe možemo predstaviti grafom. Dva elementa su topološki povezana ako se sukcesivnim kretanjem preko njihovih susednih elemenata može doći od jednog do drugog, a da se pri tome ne pređe preko otvorenog elementa (rasklopne opreme).

Model podataka sadrži klase kojima opisujemo čvorove i grane, čije se instance kreiraju prilikom učitavanja podataka o mreži. Grane (električni elementi) sadrže informacije: o tipu elementa i njegovom statusu (otvoren ili zatvoren), kao i o čvorovima koje element povezuje. Svaki čvor sadrži listu susednih čvorova i listu grana, preko kojih je povezan sa susednim čvorovima. Sve grane i čvorovi sadrže informaciju o tome u kom grafu (oblasti) se nalaze.

Oblast mreže predstavlja se instancom klase koja opisuje graf. Ona sadrži listu grana i čvorova koje se nalaze unutar grafa, informaciju o veličini grafa (broju grana) i listu susednih grafova. Dva grafa su susedna ako postoji veza između njih preko otvorenih grana. U mreži razlikujemo napajane (aktivne) i nenapajane (neaktivne) oblasti, koje nazivamo koren i ostrvo, respektivno. Stoga svaki graf sadrži informaciju o tipu (u zavisnosti od postojanja izvora napajanja u oblasti koju predstavlja) i listu izvora iz kojih se napaja. Ako se u oblasti nalazi neaktivan izvor energije, cela oblast je neaktivna. Informacija o takvom neaktivnom izvoru energije čuva se u grafu tipa koren, koji ne sadrži druge elemente.

Skup svih susednih korena predstavljamo super-korenom koji sadrži listu korena. Nakon podele mreže na delove kreiramo regione koji se sastoje od oblasti, tj. grafova raspodeljenih u isti deo (procesor).

Za inicijalnu podelu mreže u regione najznačajnije su aktivne oblasti, njihova veličina i poznavanje otvorenih elemenata između ovih oblasti.

2.1. Topološka analiza

Podaci o elementima mreže predstavljaju se u obliku koji omogućava i olakšava utvrđivanje međusobne „potencijalne“ povezanosti oblasti. „Potencijalna“ povezanost predstavlja mogućnost da zatvaranjem otvorenog prekidača, dve topološke oblasti postanu jedna. U slučaju zatvaranja prekidača između korena i ostrva, elementi ostrva postaju deo korena.

Prilikom učitavanja podataka o mreži, kreiraju se instance čvorova i grana i smeštaju u početni graf, kojim je predstavljena cela mreža. Potrebno je izdvojiti početni graf na više manjih, kako bi se grafovima predstavile samo oblasti koje sadrže međusobno povezane elemente. Izdvajanje ovih oblasti se vrši sukcesivnim prolaskom kroz liste susedstva čvorova i smeštanjem međusobno povezanih čvorova i grana u grafove, koristeći se algoritmom prvi u dubinu [1]. Kreiranjem (pod)grafova unutar početnog grafa dobijamo izdvojene aktivne i neaktivne oblasti mreže.

Sve otvorene grane predstavljaju „potencijalne“ veze između grafova ukoliko se čvorovi, koje grana povezuje, ne nalaze u istom grafu. Na osnovu informacija o otvorenim granama i o tome koje grafove povezuju, kreira se matrica koja sadrži informacije o broju „potencijalnih“ veza za sve razmatrane grafove. Ovu matricu nazivamo matrica povezanosti (*Connection Matrix - CM*). U pitanju je kvadratna simetrična matrica, dimenzije jednake broju grafova za koje se prikazuje „potencijalna“ povezanost. Element matrice CM_{ij} predstavlja broj veza između korena i i j , a elementi na dijagonali CM_{ii} jednaki su ukupnom broju veza za odgovarajući koren i . Ukoliko napojena oblast nije aktivna (izvor napajanja je otvoren element), svi elementi vrste i kolone biće jednaki 0.

Za razmatrani problem kreira se matrica povezanosti korena.

3. KRITERIJUM PODELE MREŽE NA REGIONE

Nakon podele, region će se, kao skup grupisanih oblasti, obrađivati na jednom procesoru. U razmatranom slučaju, smatra se da je broj regiona unapred poznat i određen je brojem raspoloživih procesora (računara).

Kako bi se topološke oblasti optimalno raspodelile u regione, potrebno je formirati kriterijum optimalnosti. U ovom radu se realizuje inicijalna podela (regionalizacija) gde se uzimaju normalna (uobičajena) stanja rasklopne opreme, ali se uzima u obzir i da je u toku rada moguća promena oblasti elektroenergetske mreže. Izgled mreže menja se promenom stanja električnih elemenata (otvaranje i zatvaranje prekidača), nakon čega dolazi do drugačijeg sastava, veličine i ukupnog broja topoloških oblasti, tj. grafova, koji ih predstavljaju. Međusobna „potencijalna“ povezanost oblasti je presudna za podelu mreže. Po regionima moraju biti smešteni grafovi koji međusobno imaju najviše „potencijalnih“ veza, ukupne veličine koja ne prelazi maksimalnu dozvoljenu veličinu regiona. Ovaj pristup smanjuje potrebu za ponovnom reorganizacijom oblasti elektroenergetske mreže u regione kako bi se topološke oblasti, povezane nakon zatvaranja prekidača, nalazile u istom regionu.

Izračunavanje kriterijuma optimalnosti vrši se na osnovu matrice povezanosti korena CM i vektora veličine svakog od korena (*Graph Size - GS*). Ograničenje je maksimalna dozvoljena veličina regiona (*MRS - Maximal Region Size*):

$$MRS = (1 + x) \cdot \frac{\sum GS_i}{n_{reg}} \quad (1)$$

gde su:

GS_i - veličina korena (grafa) i ,

n_{reg} - željeni broj regiona,

x - tolerancija odstupanja od srednje dozvoljene veličine regiona, koja ima vrednost iz intervala:

$$x \in [0, \frac{(n_{reg} - 1)}{n_{reg}}] \quad (2)$$

Kriterijum optimalnosti je:

$$F = \max_r \sum f_r \quad (3)$$

$$f_r = \sum_{p,q \in R_r} CM_{p,q} \quad (4)$$

gde je f_r funkcija definisana za svaki region r (R_r), a p i q su koreni rađoređeni u region $r = 0, \dots, n_{reg}$.

Regioni se formiraju uz ograničenje:

$$RS_r = \sum_{p \in R_r} GS_p \leq MRS \quad (5)$$

gde je RS_r veličina regiona r u kome su koreni p veličine GS_p .

4. PRIMENJENI ALGORITMI

4.1. PSO algoritam

PSO predstavlja stohastičku optimizacionu tehniku zasnovanu na kolektivnoj inteligenciji populacije. Populacija se sastoji od niza čestica koje se kreću kroz višedimenzioni prostor i menjaju svoje pozicije u zavisnosti od sopstvenog iskustva i iskustva ostalih jedinki [2].

Adaptacijom PSO algoritma na problem raspodele grafova čestice, koje predstavljaju neku raspodelu, imaju dimenziju jednaku broju korena koje raspodeljujemo. Pozicije čestica se ažuriraju u određenom broju iteracija u skladu sa definisanim kriterijumom optimalnosti. Traži se najbolja pozicija čestice.

Ažuriranje pozicije x_i čestice i započinje ažuriranjem njene brzine kretanja v_i za svaku dimenziju d :

$$v_{i,d} = W \cdot v_{i,d} + C_1 \cdot rand() \cdot (pBest_{i,d} - x_{i,d}) + C_2 \cdot rand() \cdot (gBest_d - x_{i,d}) \quad (6)$$

gde su:

W - faktor inercije,

C_1 - faktor individualnosti,

C_2 - socijalni faktor,

$(pBest_{i,d} - x_{i,d})$ - individualna komponenta,

$(gBest_d - x_{i,d})$ - socijalna komponenta,

$rand()$ - slučajan broj u intervalu $[0,1]$.

Velika brzina kretanja čestica rezultuje velikom promenom pozicije, pa se uvodi ograničenje za brzine:

$$v_{i,d} = \begin{cases} vSpan, & v_{i,d} > vSpan \\ -vSpan, & v_{i,d} < -vSpan \end{cases} \quad (7)$$

Kako bi obezbedili raznovrsnije brzine kretanja za sve dimenzije čestice, vršimo modifikaciju ograničene brzine $v_{i,d}$, kao u formuli:

$$v_{i,d} = v_{i,d} \cdot \Delta x_{\max} \cdot rand() \quad (8)$$

gde je $\Delta x_{\max} \cdot rand()$ raspon za modifikaciju brzine.

PSO je kontinualan algoritam, stoga je potrebno prilagoditi ga razmatranom diskretnom problemu i definisati prostor u kome se čestice mogu pozicionirati. Prvo se vrši modifikacija brzine zaokruživanjem na najbliži ceo broj, kako bi dobili diskretnu vrednost:

$$v_{i,d} = round(v_{i,d}) \quad (9)$$

a potom se ažuriraju pozicije čestica formulom:

$$x_i = x_i + v_i \quad (10)$$

Pozicije čestica moraju imati celobrojne vrednosti iz intervala $[0, n_{reg}]$, pa se na samom kraju radi modifikacija pozicija po modulu n_{reg} :

$$x_{i,d} = \left\lfloor mod(x_{i,d}, n_{reg}) \right\rfloor \quad (11)$$

gde je $mod(a,b)$ ostatak pri deljenju a sa b .

Za ažuriranu poziciju x_i čestice i izračunava se vrednost kriterijuma optimalnosti $F(x_i)$. Pozicija x_i se pamti kao najbolja na nivou individue $pBest_i$ i populacije $gBest$, ukoliko je bolje od dotadašnje najbolje pozicije.

Nakon izvršavanja definisanog broja iteracija PSO algoritma dobija se raspodela korena po regionima koja je sadržana u najboljoj poziciji čestica na nivou populacije.

4.2. RSK algoritam

Ideja RSK algoritma je da se kreiraju grupacije aktivnih oblasti mreže (super-koreni) unutar kojih će se nalaziti svi „potencijalno“ povezani koreni. Super-koreni između sebe nemaju potencijalnih veza. Cilj je raspodeliti ovako idealno izolovane aktivne delove mreže po regionima što ravnomernije u skladu sa ograničenjem veličine regiona (MRS). Algoritam RSK ima 3 faze:

1. Kreiranje super-korena (SK)

Kreiranje SK-a se vrši prolaskom kroz listu susednih korena za svaki od korena, algoritmom prvi u dubinu i njihovim smeštanjem u isti super-koren.

2. Podela super-korena koji su veći od MRS

Posle kreiranja, vrši se provera veličine super-korena. Ukoliko su svi super-koreni dozvoljene veličine, raspodeljuju se *Greedy* algoritmom [3]. U suprotnom, prvo se vrši podela super-korena koji su veći od MRS primenom opisanog PSO algoritma (poglavlje 4.1). Broj delova, na koje se super-koren SR_i može podeliti određujemo formulom:

$$\begin{aligned} minParts_i &= \left\lceil \frac{sizeSR_i}{MRS} \right\rceil \\ maxParts_i &= \begin{cases} nRoots_i, & n_{reg} > nRoots_i \\ n_{reg}, & n_{reg} < nRoots_i \end{cases} \end{aligned} \quad (12)$$

gde su:

$minParts_i$ - najmanji potreban broj regiona za SR_i ,

$maxParts_i$ - najveći broj regiona za podelu SR_i ,

$sizeSR_i$ - veličina super-korena SR_i ,

$nRoots_i$ - broj korena u SR_i .

Kako postoji više načina podele na delove, za svaki od prevelikih super-korena, moguće je dobiti više kombinacija njihovih podela, koje je potrebno rasporediti u regione:

$$nCombs = \prod_{i=0}^{nTooBigSR} n_i \quad (13)$$

gde su:

n_i - broj mogućih načina podele SR_i na delove,

$nTooBigSR$ - broj prevelikih super-korena.

Za svaku kombinaciju podela prevelikih SK-a, dobija se određeni broj delova ($nOfParts$) koji se raspodeljuju. Kako nije u pitanju veliki broj delova, primenom *Brute force* algoritma [3] na svaku od kombinacija, proveravaju se sve moguće raspodele delova po regionima, što predstavlja proveru permutacija broja regiona n_{reg} na $nOfParts$ načina. Svaka permutacija predstavlja raspodelu delova super-korena po regionima. Regioni se između sebe ne razlikuju, pa je broj raspodela koje se uzimaju u obzir kao moguće rešenje značajno smanjen. Ukupan broj mogućih raspodela je:

$$nSolutions = nCombs \cdot nPerms. \quad (14)$$

Za svako od $nSolutions$ mogućih rešenja izračunava se vrednost kriterijuma optimalnosti. Uzima se najbolje rešenje i izvrši raspodela korena po regionima, na osnovu raspodele delova u kojima se koreni nalaze.

3. Raspodela super-korena *Greedy* algoritmom

Da bi se izvršila raspodela super-korena *Greedy* algoritmom, potrebno je prvo sortirati super-korene po veličini od najvećeg do najmanjeg. Zatim se pronalazi najmanje popunjen region u koji se raspodeljuje najveći od preostalih, još neraspodeljenih, super-korena. Svaki od super-korena, redom po veličini, stavljamo u do tada najmanje popunjen region. Ovaj postupak se ponavlja dok se svi super-koreni ne raspodele.

5. REZULTATI TESTIRANJA

Softversko rešenje realizovano je programskim jezikom C# u Microsoft.NET okruženju. Testiranje je izvršeno na računaru sa Intel CoreDuo procesorom na 2 GHz i 4 GB RAM memorije. Kao test model korišćen je model elektroenergetske mreže grada Beograda, koji ima 54 korena, ukupne veličine 167265 elemenata.

Analizirani su rezultati prosečnih vrednosti funkcije cilja (F), vremena dobijanja raspodele (T) i apsolutnog odstupanja od idealne veličine regiona (O). Testovi su rađeni u 100 ponavljanja za svaku od kombinacija vrednosti sledećih parametara:

- broj regiona (REG): 2, 3, 4, 5 i 6
- tolerancija x : 0.1, 0.2 i 0.3
- iteracija PSO algoritma: 10, 100, 1000 i 5000.

Testiranja PSO i RSK algoritma sa 5000 iteracija PSO-a nisu dali bolje rezultate u odnosu na rezultate sa 1000 iteracija pa neće biti prikazani.

U tabelama 2, 3 i 4 predstavljeni su rezultati testiranja za različite vrednosti tolerancije $x = 0.1, 0.2$ i 0.3 .

Tabela 1. Uspešnost PSO i RSK (data u procentima) za podelu mreže pri toleranciji od 0.1

REG	PSO (10 it)	PSO (100 it)	RSK (10 it)	RSK (100 it)	RSK (1000 it)
3	100	100	100	85	100
4	100	100	80	83	90
5	79	100	98	100	100
6	15	92	93	100	100

PSO i RSK algoritam ne izvrše svaki put korektnu podelu mreže pri toleranciji od 0.1 (dešava se da je veličina regiona veća od dozvoljene). Uspešnost oba algoritma je 100% za podelu na 2 regiona, dok je za podelu na veći broj regiona prikazana tabelom 1.

Tabela 2. Rezultati testiranja za toleranciju 0.1

x = 0.1		10		100		1000	
REG	ALG	PSO	RSK	PSO	RSK	PSO	RSK
2	F	-349	-380	-390	-397	-393	-398
	O [%]	4.9	3.2	4.9	3.5	5.8	3.4
	T[s]	0.38	0.13	3.62	0.99	35.9	9.64
3	F	-256	-327	-321	-368	-376	-386
	O [%]	6.06	3.6	5.8	3.7	5.4	4.9
	T[s]	0.42	0.17	3.67	1.14	28.32	7.49
4	F	-167	-283	-230	-324	-361	-328
	O [%]	6.1	4.5	6.3	4.6	5.9	6.2
	T[s]	0.44	0.31	4.08	2.49	22.5	13.29
5	F	-78	-183	-157	-251	-330	-336
	O [%]	6.3	6.8	6.7	6.7	6.3	6.9
	T[s]	0.48	0.37	4.47	2.93	24.07	15.11
6	F	-54	-168	-73	-220	-296	-344
	O [%]	6.4	5.06	6.5	5.04	6.9	5.6
	T[s]	0.55	0.92	5.04	3.84	27.56	18.37

Tabela 3. Rezultati testiranja za toleranciju 0.2

x = 0.2		10		100		1000	
REG	ALG	PSO	RSK	PSO	RSK	PSO	RSK
2	F	-355	-381	-392	-398	-396	-398
	O [%]	9.8	4.8	9.9	11.4	12.2	14.4
	T[s]	0.31	0.09	0.24	0.66	24.84	6.66
3	F	-278	-334	-335	-373	-380	-387
	O [%]	12.3	7.07	11.3	8.4	12.2	10.9
	T[s]	0.28	0.1	2.35	0.72	19.79	59.51
4	F	-220	-295	-270	-344	-368	-373
	O [%]	12.9	15.4	13	15.3	11.9	16.1
	T[s]	0.29	0.2	2.78	1.68	21.62	12.78
5	F	-153	-260	-218	-305	-358	-370
	O [%]	12.7	11.6	12.5	11.9	11.6	12.2
	T[s]	0.32	0.25	3	1.94	24.38	15.26
6	F	-98	-228	-161	-272	-350	-356
	O [%]	13.01	9.8	13.3	10.2	12.3	10.2
	T[s]	0.35	0.59	3.43	2.58	46.56	30.93

Tabela 4. Rezultati testiranja za toleranciju 0.3

x = 0.3		10		100		1000	
REG	ALG	PSO	RSK	PSO	RSK	PSO	RSK
2	F	-360	-381	-393	-399	-396	-399
	O [%]	15.7	7.06	14.6	18.1	17.2	18.09
	T[s]	0.42	0.13	1.97	0.55	19.71	5.47
3	F	-291	-360	-342	-387	-384	-392
	O [%]	18.03	31.6	17.6	31.5	20	31.5
	T[s]	0.38	0.24	2.05	1.2	20.4	11.51
4	F	-236	-318	-289	-358	-374	-383
	O [%]	18.5	18.4	18.04	18.9	19.7	19.01
	T[s]	0.41	0.28	2.27	1.41	40.14	24.6
5	F	-187	-283	-245	-322	-366	-372
	O [%]	18.8	16.2	18.9	16.1	19.1	18.3
	T[s]	0.46	0.36	2.52	1.65	44.97	28.57
6	F	-151	-251	-198	-278	-356	-327
	O [%]	19.1	18.7	18.3	20.7	17.6	29.6
	T[s]	0.52	1.01	2.7	2.84	46.45	43.17

Za podele na mali broj regiona vreme izvršavanja PSO algoritma (T_{PSO}) je u proseku oko tri puta duže od vremena izvršavanja RSK algoritma (T_{RSK}). Sa povećanjem broja regiona, odnos vremena izvršavanja T_{PSO} i T_{RSK} se smanjuje. Za podelu na 6 regiona za algoritme sa 10 iteracija PSO-a, PSO je brži od RSK algoritma ($T_{PSO} : T_{RSK} \approx 0,6$). Međutim, kvalitet raspodele znatno je lošiji za rezultate dobijene PSO algoritmom.

Sa povećanjem broja regiona i tolerancije, povećava se i broj načina na koji je moguće podeliti prevelike super-korene upotrebom PSO algoritma, zbog čega dolazi do sve dužeg izvršavanja RSK algoritma. Ukoliko se pored testovi PSO i RSK algoritma koji daju približne vrednosti kriterijuma optimalnosti F , RSK algoritam uvek ima kraće vreme izvršavanja od PSO algoritma.

PSO algoritmom se dobijaju zadovoljavajući rezultati (ali lošiji od rezultata RSK-a) za 1000 iteracija, međutim vreme izvršavanja T_{PSO} je znatno duže od svih ostalih testiranih algoritama.

Razlika u kvalitetu rešenja RSK algoritma sa 1000 i RSK sa 100 iteracija PSO-a je zanemarljivo mala za podele na 2, 3 i 4 regiona. Za podelu na 5 i 6 regiona razlika u kvalitetu se povećava. Kada se u obzir uzmu vreme izvršavanja ($T_{RSK} \approx 1.5s$ za manji broj regiona i $T_{RSK} \approx 4.8s$ za veći broj regiona) i kvalitet rešenja koje se dobija, predlaže se korišćenje algoritma RSK sa 100 iteracija PSO-a.

Kada je u pitanju odstupanje od idealne veličine regiona, PSO ima bolje rezultate od RSK algoritma za podele na veći broj regiona pri većoj toleranciji. Kod RSK algoritma, ravnomernost raspodele podređena je što većoj povezanosti oblasti unutar regiona.

6. ZAKLJUČAK

U radu je opisana topološka analiza i implementacija inicijalne podele modela elektroenergetske mreže na delove koja se vrši prilikom pokretanja sistema. Predložena su i opisana dva algoritma za podelu: PSO i RSK algoritam i analizirani su rezultati dobijeni testiranjem oba algoritma na test modelu mreže.

Nakon analize rezultata testiranja PSO i RSK algoritma, predlaže se korišćenje algoritma raspodele super-korena (RSK) sa 100 iteracija PSO-a, koji daje zadovoljavajuće vrednosti kriterijuma optimalnosti uz brzo izvršavanje. Ovim algoritmom dobijamo raspodelu po regionima, koja omogućuje smanjenu potrebu za međusobnom komunikacijom između procesora. RSK daje mnogo bržu podelu na regione pri pokretanju sistema od PSO algoritma. Ravnomernost raspodele, tj. opterećenja procesora sa stanovišta memorijskog zazuzeća nešto je manja za RSK algoritam kada su u pitanju podele na regione pri većim tolerancijama odstupanja od dozvoljene veličine regiona. RSK algoritam podređuje ujednačenost raspodele većoj povezanosti oblasti unutar regiona.

7. LITERATURA

- [1] S. Dasgupta, C.H. Papadimitriou, and U.V. Vazirani, "Algorithms", McGraw Hill, 2006.
- [2] Rania Hassan, "Particle Swarm Optimization - Method and Applications", Engineering Systems Division Massachusetts Institute Of Technology, March 2004.
- [3] Richard E. Korf, "A Complete Anytime Algorithm for Number Partitioning", Artificial Intelligence, Vol. 106 No. 2, December 1998, pp.181-203

Kratka biografija:



Mirel Štrangarić Šteta rođena je u Somboru 1984 god. gde je 2003. god. završila Gimnaziju "Veljko Petrović". Apsolvent je na Fakultetu tehničkih nauka, odsek Računarstvo i automatika, katedra za automatiku i upravljanje sistemima.

PRIMENA MALIH AKUSTIČKIH FILTARA KOD UREĐAJA ZA ZAŠTITU SLUHA HEARING PROTECTION DEVICE USING A SMALL ACOUSTIC FILTER

Dragana Jović, Goran Stojanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Gubitak sluha izazvan bukom je jako poznat problem širom sveta, koji nastaje kontinualnim izlaganjem glasnim zvukovima određeno vreme. Zaštita od oštećenja, tj. gubitka sluha je jako bitna jer je nemoguće povratiti izgubljeno. Razni vidovi zaštite od oštećenja sluha, kao što su štitnici za uši ili zaštitne slušalice već postoje, ali je jako veliki problem naterati radnike u bučnim sredinama da ih nose. U ovom radu su kao rešenje tog problema analizirani mali akustički filtri, kako bi bio rešen problem u govornoj komunikaciji u bučnoj sredini. Posmatrano je nekoliko malih akustičkih filtara i njihove karakteristike unetog slabljenja u zavisnosti od geometrijskih parametara.

Abstract – Noise induced hearing loss (NIHL) is well-known problem all over the world, created by continuous exposure to loud sounds of a certain time. For this reason, the prevention of NIHL is very important, because it is impossible to restore lost hearing. There are various types of hearing protection devices (HPDs), such as earplugs and earmuffs, but it is a big problem to make workers in noisy environment to wear them. To solve the problem, in this paper is analysed a small acoustic filters for the HPD, in order to solve the problem of speech communication in noisy environment. In this paper is observed several small acoustics filters and their transmission loss characteristics as a function of geometrical parameters.

Ključne reči: hearing protection device (HPD), filters, transmission loss.

1. UVOD

Svakodnevno se susrećemo sa zvucima u našem okruženju, kao što su zvuci sa radio prijemnika, kućnih aparata, zvuci u saobraćaju. Ti zvuci obično nisu štetni po naš sluh. Međutim, kada smo izloženi štetnim zvucima – zvuci koji su previše glasni ili koji traju dugo – osetljiva struktura u našem unutrašnjem uhu može biti oštećena, izazivajući gubitak sluha izazvan bukom (NIHL). Te osetljive strukture, koje se nazivaju i trepljaste ćelije, su male senzorske ćelije koje konvertuju energiju zvuka u električne signale koji dolaze do mozga. Jednom oštećene trepljaste ćelije ne mogu se regenerisati [1].

Svaki zvuk nivoa preko 85 dB (decibela) preti oštećenju sluha. Na mnogim radnim mestima zvuk je često registrovan na mnogo višem nivou, preko 90 dB.

NAPOMENA:

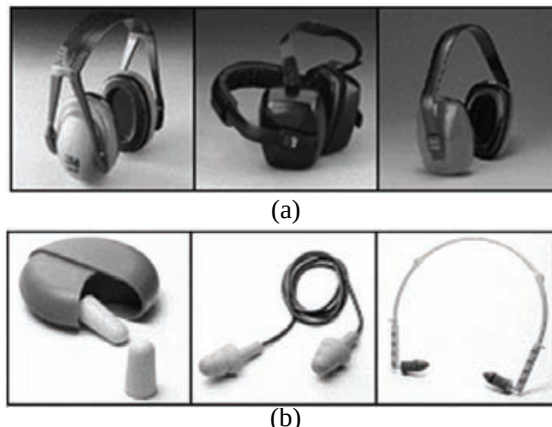
Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Goran Stojanović, docent.

Kako ljudsko uho nije otporno na takvu vrstu buke, većina radnika koristi neku vrstu zaštite. Razni vidovi zaštite od oštećenja sluha, kao što su čepovi za uši ili zaštitne slušalice, već postoje ali je jako veliki problem naterati radnike da ih nose [2]. Glavni razlozi zbog kojih radnici odbijaju da nose uređaje za zaštitu sluha su neudobnost, loša usmena komunikacija sa kolegama usled nošenja istih, kao i nemogućnost primećivanja alarmnih zvukova [3].

U ovom radu je za rešenje gore navedenog problema predložen mali akustički filter koji bi se stavljao u HPD uređaje napravljene po meri, i na taj način je rešen problem nelagodnosti. Analizom prenosnih karakteristika slabljenja ovih filtara dolazi se do zaključka da je moguće obezbediti i određenu zaštitu i relativno laku govornu komunikaciju prilikom nošenja HPD-a. Odnosno moguće je obezbediti odgovarajuće slabljenje u željenom frekventnom opsegu, menjanjem geometrijskih parametara ovih filtara.

2. UREĐAJI ZA ZAŠTITU SLUHA

Opseg frekvencije koji se posmatra u ovom radu je od 100 Hz pa do 10 kHz što se uglavnom poklapa sa standardnim opsegom frekvencija prilikom ispitivanja sluha. Uređaji za zaštitu sluha predstavljaju bitan deo opreme u svim industrijskim objektima u kojima je velika buka, a pogotovu u objektima u kojima je buka preko 85 dB. Postoje razne vrste uređaja za zaštitu sluha, ali jedni od najčešće korišćenih, koji su se pokazali i kao prilično efikasni, su čepovi za uši (*earplugs*) i zaštitne slušalice (*earmuffs*), prikazani na slici 1(a) i 1(b) respektivno. Međutim, uređaji za zaštitu sluha imaju efekta jedino ako su dobro dimenzionisani i ako dobro naležu u ili na uho [3].



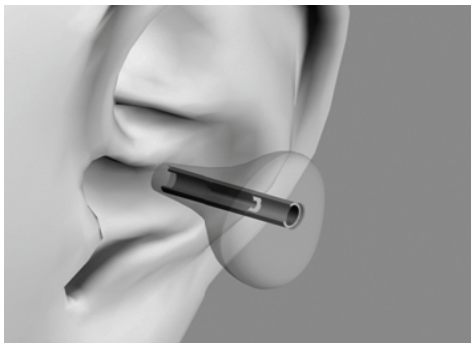
Slika 1. Uređaji za zaštitu sluha (a) earmuff, (b) earplug.

I jedni i drugi uređaj su prihvatljivi, pri čemu su čepovi za uši bolji iz razloga što se oni mogu napraviti tako da odgovaraju obliku i veličini korisnikovog ušnog kanala.

Drugim rečima prave se prema uzetom uzorku (otisku uha) za svakog korisnika pojedinačno. Kao takvi su prijatni za nošenje, ne stvaraju nelagodnost, nisu za jednokratnu upotrebu i stvaraju prilično dobru zaštitu [4].

3. DIZAJN AKUSTIČKIH FILTARA

Mali akustički filter se postavlja unutar uređaja za zaštitu sluha od specijalne vrste plastike koji se postavlja u uho. Na slici 2 se može videti kako virtualno izgleda uređaj sa malim akustičkim filtrom.

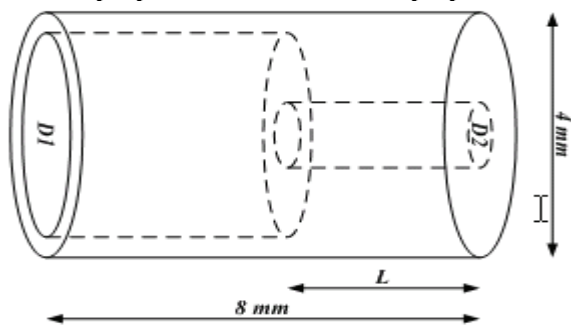


Slika 2. Prikaz uređaja za zaštitu sluha koji u sebi ima mali akustički filter

Mogućnost sporedne grane (grana sa prečnikom D_2 , slika 3) da priguši energiju zvuka koja se prenosi kroz malu cev je osnova ove vrste akustičkih filtara. U zavisnosti od ulazne impedanse sporedne grane, postoje sistemi koji mogu biti nisko propusni, visoko propusni ili filteri propusnici opsega učestanosti.

Kako su filteri umetnuti u HPD, spoljašnja dužina i prečnik su fiksirani na 8 mm i 4 mm, respektivno. Dimenzije D_1 , D_2 i L se mogu menjati unutar opsega fiksiranih spoljašnjih dimenzija, a kako se one menjaju dolazi do promene prenosne karakteristike slabljenja filtra.

3.1. Nisko propusni akustični filter step tipa



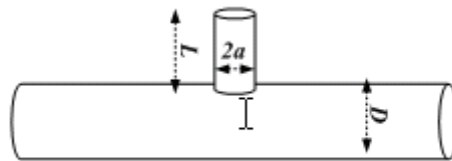
Slika 3. Dijagram akustičnog filtra step tipa

Koeficijent transmisije kod filtra step tipa u zavisnosti od geometrijskih parametara i frekvencije se može izraziti na sledeći način, [3]:

$$T_{\pi} = \frac{4}{4 \cos^2 kL + \left(\frac{S_1}{S_2} + \frac{S_1}{S_2} \right)^2 \sin^2 kL} = \frac{4}{4 \cos^2 \left(\frac{2\pi f}{c} L \right) + \left(\frac{S_1}{S_2} + \frac{S_1}{S_2} \right)^2 \sin^2 \left(\frac{2\pi f}{c} L \right)}$$

gde je k – talasni broj ($k = \omega/c = 2\pi/\lambda$, c – brzina zvuka), f – frekvencija.

3.2. Akustični visoko propusni filter



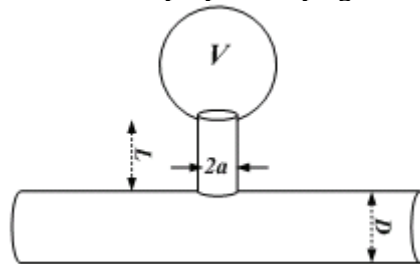
Slika 4. Dijagram akustičnog visoko propusnog filtra

Koeficijent transmisije kod visoko propusnog filtra je, [3]:

$$T_{\pi} = \frac{1}{1 + \left(\frac{\pi a^2}{2SLk} \right)^2}$$

gde je L – dužina sporedne grane, S – površina poprečnog preseka cevi u glavnoj grani.

3.3. Akustični filter nepropusnik opsega učestanosti



Slika 5. Dijagram akustičnog filtra nepropusnika opsega

Koeficijent transmisije kod filtra nepropusnika opsega učestanosti je, [3]:

$$T_{\pi} = \frac{1}{1 + \left(\frac{c/2S}{\omega L/S_b - c^2/\omega V} \right)^2}$$

gde je S_b – površina poprečnog preseka sporedne grane, L – dužina sporedne grane, S – površina poprečnog preseka glavne grane, V – zapremina tzv. Helmholtcovog rezonatora na kraju sporedne grane.

Pored pasivnih akustičkih filtara postoje i elektronski filteri. Elektronski filteri su aktivni sklopovi koji se koriste kod obrade signala, [5]. Njihova uloga je kao i kod akustičkih filtara, da na određenim frekvencijama uklanjaju neželjene signale. Razlika u odnosu na akustičke je ta što se oni mogu podesiti da rade dosta preciznije, a nedostatak mogu predstavljati veće dimenzije sklopa.

4. REZULTATI I DISKUSIJE

Razvijen je *user friendly* softverski paket za predviđanje i analizu prenosnih karakteristika, odnosno slabljenja pasivnih akustičkih filtara promenom ulaznih geometrijskih parametara. Rezultati su dobijeni analiziranjem nisko propusnih, visoko propusnih i filtara nepropusnika opsega učestanosti. Posmatrano je kako promene dimenzija malih

akustičkih filtara mogu uticati na slabljenje i propusni opseg filtra.

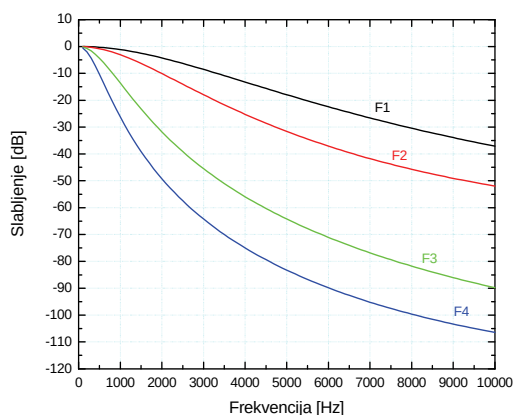
4.1. Analiza nisko propusnih filtara

Uloga nisko propusnih filtara je da propuštaju signale na niskim frekvencijama, a blokiraju one na višim.

U nastavku je prikazan grafik slabljenja step filtra za 4 slučaja (F1, F2, F3, F4), kod kojih je $D1 = 3\text{ mm}$ a veličine ostalih parametara su prikazane u tabeli 1.

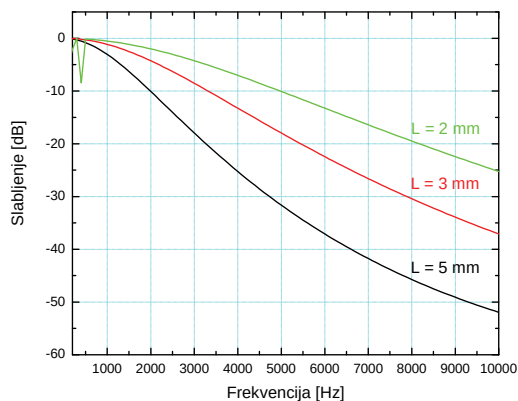
Tabela 1: Dimenzije analiziranih step filtara

Filteri	$D2$	L
F1	1 mm	3 mm
F2	1 mm	5 mm
F3	0.5 mm	3 mm
F4	0.5 mm	5 mm



Slika 6. Prenosna karakteristika step filtra

Ako posmatramo filtre F2 i F4 ($L = 5\text{ mm}$) vidimo da je na frekvenciji od 6 kHz slabljenje -37 dB za $D2 = 1\text{ mm}$, dok je za $D2 = 0.5\text{ mm}$ slabljenje dosta veće, oko -90 dB.



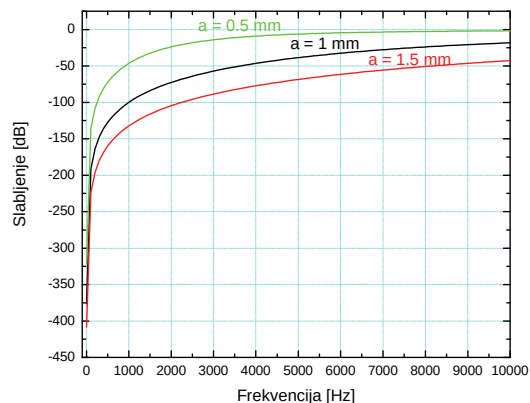
Slika 7. Karakteristika slabljenja nisko propusnog filtra u zavisnosti od promene dužine L i frekvencije

Na slici 7 je prikazana karakteristika slabljenja nisko propusnog filtra u zavisnosti od promene dužine L (slika 3) i frekvencije.

Sa grafika vidimo da se smanjivanjem dužine desnog dela glavne grane smanjuje i slabljenje filtra ($D2 = 1\text{ mm}$, $D1 = 3\text{ mm}$). Ako se posmatra ponašanje filtra na frekvenciji od 5 kHz, za $L = 5\text{ mm}$ slabljenje je -32 dB, a za $L = 2\text{ mm}$ slabljenje je -10 dB.

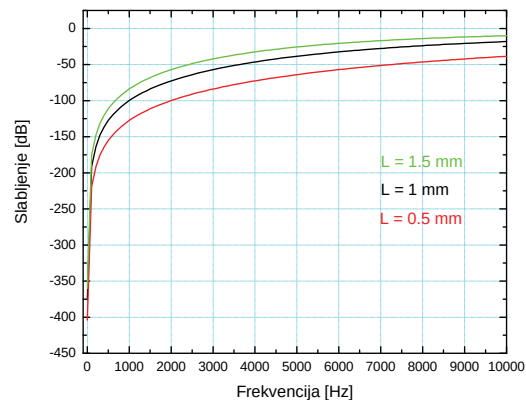
4.2. Analiza visoko propusnih filtara

Uloga visoko propusnih filtara jeste da propuštaju signale na visokim frekvencijama, a blokiraju one na nižim. U nastavku su prikazani grafici (slika 8) u slučaju da se menja poluprečnik sporedne grane sa slike 4 ili ako se menja dužina sporedne grane L (slika 9).



Slika 8. Prenosna karakteristika visoko propusnog filtra u zavisnosti od poluprečnika a

Sa slike 8 se može zaključiti da smanjenje poluprečnika sporedne grane dovodi do smanjenja slabljenja i obrnuto. Prilikom ovih simulacija vrednosti ostalih parametara su bili $L = 1\text{ mm}$ i $D = 3\text{ mm}$. Na frekvenciji od 4 kHz slabljenje za $a = 1\text{ mm}$ je -49 dB, dok je slabljenje za $a = 0.5\text{ mm}$ jednako samo -2 dB.

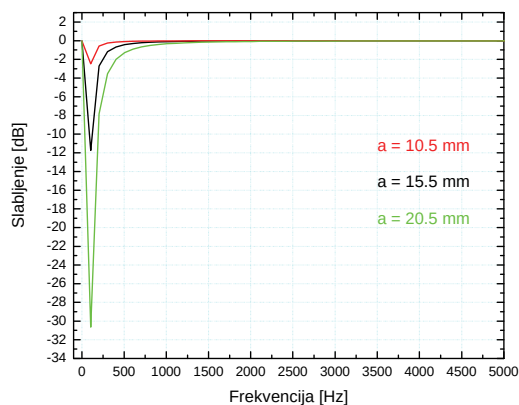


Slika 9. Prenosna karakteristika visoko propusnog filtra u zavisnosti od promene dužine L sporedne grane

Sa slike 9 registrujemo da u slučaju da se dužina L (sa slike 4) smanjuje slabljenje se povećava, i obrnuto ($a = 1\text{ mm}$, $D = 3\text{ mm}$). Na frekvenciji od 4 kHz slabljenje za $L = 1\text{ mm}$ je -50 dB, dok je slabljenje za $L = 0.5\text{ mm}$ jednako -75 dB.

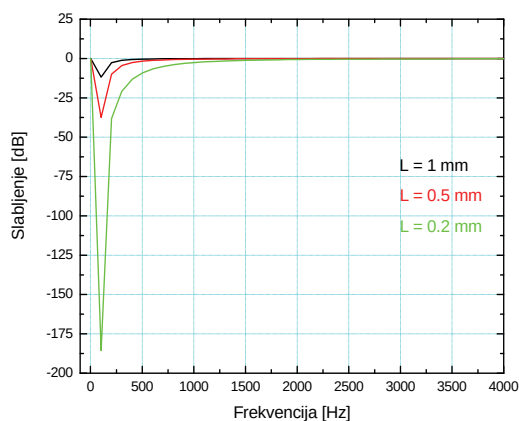
4.3. Analiza filtra nepropusnika opsega učestanosti

Uloga pojasno propusnih filtara je da samo signal na određenoj frekvenciji blokiraju, dok sve ostale signale propuštaju (slika 5). U nastavku su prikazani grafici u slučaju da se menja poluprečnik sporedne grane a (slika 10) i dužina sporedne grane L (slika 11) kod ove vrste filtara.



Slika 10. Prenosna karakteristika filtra nepropusnika opsega učestanosti u zavisnosti od poluprečnika a

Sa slike 10 može se zaključiti da smanjenje poluprečnika a dovodi do smanjenja slabljenja, i obrnuto ($L = 1$ mm, $S = 0.0028$ m², $V = 0.000112$ m³). Učestanost na kojoj ovaj filter ne propušta signal je 172 Hz. Na toj frekvenciji slabljenje za $a = 15.5$ mm je -11.8 dB, dok je za $a = 10.5$ mm slabljenje manje i iznosi -2.3 dB.



Slika 11. Prenosna karakteristika nepropusnika opsega učestanosti u zavisnosti od dužine L

Sa slike 11 se može uočiti da smanjenjem dužine L slabljenje se povećava ($a = 15.5$ mm, $S = 0.0028$ m², $V = 0.000112$ m³). Učestanost na kojoj ovaj filter ne propušta signal je 172 Hz. Na toj frekvenciji slabljenje za $L = 1$ mm je -10 dB, dok je za $L = 0.2$ mm slabljenje dosta veće i iznosi -185 dB.

5. ZAKLJUČAK

Gubitak sluha izazvan bukom nastaje oštećenjem slušnih ćelija. Nekada nije moguće povratiti sluh koji je oštećen prilikom izlaganja nekoj jako glasnoj buci, zato je zaštita od gubitka sluha jako bitna. Da bi sprečili pojavu oštećenja sluha radnici u bučnim okruženjima moraju nositi HPD što oni obično odbijaju iz razloga što su napravljeni u jednoj veličini i kao takvi su jako neudobni i ne prijanjaju unutar uha kako bi trebalo, otežana je komunikacija sa kolegama pa ih radnici obično skidaju kako bi razmenili informacije.

Iz tog razloga se došlo do ideje da se naprave HPD uređaji koji se prave po meri i u koje se stavljaju mali akustični filteri.

U ovom radu je predstavljeno nekoliko tipova malih akustičnih filtera kod kojih se promenom geometrijskih dimenzija može uticati da slabljenje preglasnih zvukova bude željeno u odgovarajućem frekventnom opsegu (koji zavisi od frekvencije izvora signala preterane buke). Razvijen je *user friendly* softverski paket kod koga se jednostavnom promenom geometrije i tipa filtera mogu brzo dobiti prenosne karakteristike slabljenja pasivnih akustičkih filtera.

6. LITERATURA

- [1] NoiseInduceHearingLoss Data Sheet
<http://www.nidcd.nih.gov/staticresources/health/hearing/NoiseInducedHearingLoss.pdf>
- [2] Y.J. Lee, et al, "FEA of small acoustic filters for hearing protection device", *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering*, vol. 14/2, pp. 827-830, 2006.
- [3] Lee, Yun-Jung, et al, "Custom-Made ITE Type Hearing Protection Device Using a Small Acoustic Filter", *Journal of Biomedical Engineering Research*, vol. 27, no. 6, pp. 376-383, 2006.
- [4] Robert Thayer, Occupational hearing loss.
<http://books.google.com/books?id=Pg5gUG5CYI8C&printsec=frontcover&dq=occupational+hearing+loss#v=onepage&q=&f=false>
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_filter

Kratka biografija:



Dragana Jović rođena je u Kraljevu 1983. god. Završila je srednju tehničku školu ESTŠ "Nikola Tesla" u Kraljevu. Upisala se 2002. god. kao redovan student na Fakultetu tehničkih nauka na odseku za Elektrotehniku i računarstvo, smer Mikroračunarska elektronika. Prosečna ocena studiranja je 8.03.



Dr Goran Stojanović rođen je 1972. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2005. god. i izabran je u zvanje docenta za užu naučnu oblast Elektronika. Naročito se ističe projektima, naučnim radovima i nastavnom delatnošću.

LOKALIZACIJA KOD BEŽIČNIH SENZORSKIH MREŽA

LOCALIZATION IN WIRELESS SENSOR NETWORK

Avram Avramović, Dragana Bajić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisana je realizacija RSSI metode lokalizacije pomoću iris motova. RSSI lokalizacija je najpopularnija metoda za rešavanje problema lokalizacije kod bežičnih senzorskih mreža.

Abstract – This paper describes realization of RSSI localization method using iris motes. RSSI localization is a most popular method for resolving problem of localization in wireless sensor networks.

Ključne reči: bežična senzorska mreža, RSSI, lokalizacija, iris, RF230

1. UVOD

Bežične senzorske mreže (eng, WSN, Wireless Sensor Networks) su namenske mreže, sastavljene od velikog broja resursno ograničenih uređaja, zvanih motovi. Postavljanjem velikog broja motova na nekom prostoru, moguće je sakupljati informacije i pratiti različite pojave preko senzora (npr. temperaturu, pritisak, svetlost, vlažnost vazduha itd). Osim registrovanja pojava putem senzora, vrlo često je za posmatrača bitno da zna gde se nalazi senzor koji je registrovao pojavu. Ova činjenica čini pojam lokalizacije motova u mreži vrlo bitnim.

U [1] je navedeno da se prilikom lokalizacije nailazi na dva bitna problema hardverske prirode.

Prvi problem se odnosi na izbor koordinatnog sistema. Ako je potrebno izvršiti lokalizaciju u globalnom koordinatnom sistemu potrebno je ugrađivanje nekog sistema za globalno pozicioniranje, kao što je GPS. Ugradnja GPS prijemnika na svaki nod bi rešila ne samo problem koordinatnog sistema već i sam problem lokalizacije.

Nažalost, to rešenje nije ekonomski prihvatljivo. Ali zato ugrađivanje GPS prijemnika na nekoliko nodova jeste prihvatljivo. Ti nodovi se nazivaju svetionik nodovi (Beacon nodes). U odnosu na njih se procenjuje položaj ostalih nodova u mreži. Broj svetionik nodova u mreži varira u zavisnosti algoritma lokalizacije koji se koristi.

Drugi problem, koji predstavlja veći izazov u tehničkom pogledu, jeste procena rastojanja između dva noda. Metode koje se najčešće koriste za procenu rastojanja su: lokacija na osnovu razlike u vremenu, lokacija na osnovu ugla dolaska signala, brojanje radio skokova i RSSI lokacija.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bila prof. dr. Dragana Bajić

Lokacija na osnovu razlike u vremenu i lokacija na osnovu ugla dolaska signala su veoma precizne metode, ali zahtevaju hardversku nadogradnju. Jedna od bitnih karakteristika WSN je niska cena. Nadogradnja hardvera bi uvećala cenu mreže tako da se ove metode uglavnom izbegavaju.

Brojanje radio skokova i RSSI lokacija ne zahtevaju nadogradnju hardvera, ali su zato i manje precizne metode. U praksi se češće koristi RSSI lokalizacija jer je daleko preciznija od metode brojanja radio skokova.

2. RSSI LOKALIZACIJA

RSSI (Received Signal Strength Indicator) je mera snage primljenog radio signala. U bežičnim senzorskim mrežama, RSSI vrednost zajedno sa LQI (Link Quality Indicator) se koriste u proceni kvaliteta linka. Ovo znači da se često koriste prilikom rutiranja, jer većina protokola za rutiranje bežičnih senzorskih mreža koristi neku vrstu procene kvaliteta linka.

2.1. Onovna ideja RSSI lokalizacije

RSSI lokalizacija se zasniva na teoretskoj zavisnosti snage prijemnog signala i rastojanja. Prema Frisovoj jednačini transmisije u slobodnom prostoru, snaga primljenog signala je

$$P_{RX} = P_{TX} G_{TX} G_{RX} \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \quad (1)$$

P_{RX} – snaga signala na mestu prijemne antene

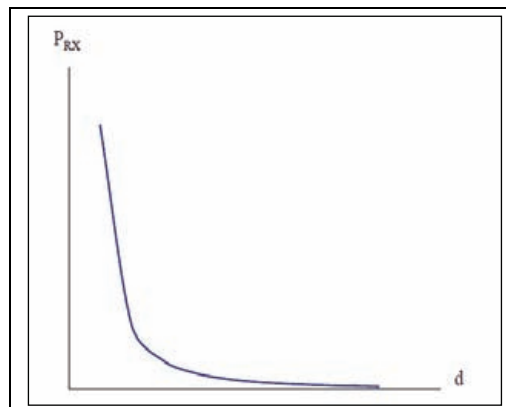
P_{TX} – snaga signala predajne antene

G_{RX} – dobitak prijemne antene

G_{TX} – dobitak predajne antene

d – rastojanje od predajnika do prijemnika

λ – talasna dužina



Slika 1. Zavisnost snage prijemnog signala od rastojanja

Prema ovoj jednačini, snaga eksponencijalno opada sa porastom rastojanja. Ovakva zavisnost omogućava

jednoznačno određivanje rastojanja na osnovu poznate snage P_{RX} . Nažalost u praksi postoji odstupanje od ovakve zavisnosti, jer vrednost snage prijemnog signala varira usled uticaja sredine. Na snagu prijemnog signala mogu da utiču refleksija na metalnim objektima, superpozicija elekto-magnetskih polja, difrakcija na ivicama, temperatura, vlažnost vazduha itd. Svi ovi faktori koji utiču na snagu prijemnog signala smanjuju preciznost ove metode.

2.2. Realizacija RSSI lokalizacije pomoću iris motova

Iris motovi imaju na sebi RF230 radio primopredajnik. RF230 je specijalno dizajniran radio primopredajnik za ZigBee sisteme. Nivo voda podataka i fizički sloj ZigBee protokola su definisani IEEE 802.15.4 standardom. Ovaj standard omogućava bežičnu komunikaciju na 2.4 GHz i protok od 250 kbps uz malu potrošnju energije.

PHY_RSSI je multinamenski registar RF230 radio primopredajnika u kome se čuva snaga primljenog signala. Veličina registra je osam bita, ali se za indicaciju snage primljenog signala koristi samo pet bita. Osnovne karakteristike RSSI su:

- Osetljivost je -91 dB (vrednost definisana kao RSSI_BASE_VAL).
- Dinamički opseg je 81 dB.
- Rezolucija je 3 dB.
- Minimalna vrednost registra je 0.
- Maksimalna vrednost registra je 28.

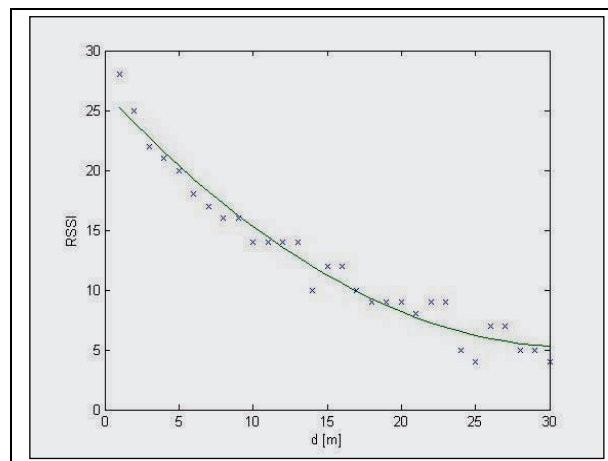
RSSI vrednost jednaka nuli se interpretira kao snaga primljenog signala manja od -91dB, a vrednost u intervalu od 1 do 28 kao

$$P_{RX} = \text{RSSI\_BASE\_VAL} + 3(\text{RSSI} - 1) \quad (2)$$

PHY_RSSI registar nam omogućava da znamo snagu prijemnog signala. Za računanje rastojanja potrebno je znati i funkciju zavisnosti snage od rastojanja. Zbog nepredvidivih uticaja sredine funkcija zavisnosti se nalazi eksperimentalno.

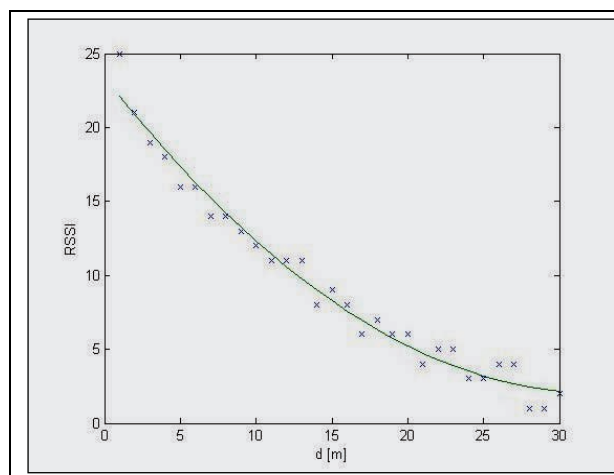
Određivanje funkcije zavisnosti vrši se na osnovu poznavanja snage prijemnog signala i rastojanje na kojem je ta snaga izmerena. Za ovakvo merenje su nam potrebna dva mota. Jedan koji će emitovati poruke i drugi koji će meriti snagu prijemnog signala. Prilikom merenja oba mota moraju da se nalaze na istoj visini iznad tla. Na osetljivost snage prijemnog signala na promenu visine najbolje pokazuje činjenica da je domet iris motova koji se nalaze na zemlji oko 15m, dok na visini od 2.5m imaju domet i do 250m. Rezultati jednog ovakvog merenja prikazani su na slici 2.

Funkcija sa slike je dobijena Lagranžovom interpolacijom drugog stepena. Očigledno je da izmerene vrednosti snage odstupaju od vrednosti funkcije. Ovo za posledicu ima grešku u proceni rastojanja. Greška je izraženija tamo gde su oscilacije RSSI vrednosti veće. U ovom slučaju to su rastojanja veća od 10m.



Slika 2. Rezultati merenja

Ova greška se ne može izbeći ali se može smanjiti. Pri različitim snagama transmisije dobijaju se različite funkcije zavisnosti snage prijemnog signala od rastojanja. Usrednjavanjem RSSI vrednosti dobijenih pri različitim snagama transmisije dobija se funkcija zavisnosti koja daje preciznije rezultate procene rastojanja. Na slici 3 je prikazana funkcija zavisnosti RSSI od rastojanja koje je korišćena za kalibraciju noda. Funkcija je dobijena usrednjavanjem rezultata dobijenih za snagu transmisije od 3dB, -1.2dB, -3.2dB i -5.2dB.



Slika 3. Zavisnost RSSI od rastojanja

Upravo ova funkcija je korišćena za realizaciju TinyOS aplikacije koja vrši procenu rastojanja za iris motove. Za upoznavanje sa TinyOS okruženjem koristila se literatura [2], [3], [4], [5]. Jedan mot je programiran da vrši ulogu baze. Njegova uloga je da prosleđuje poruke koje stižu iz WSN na računar i obrnuto, sa računara u WSN. Ova baza ima još jedan dodatni zadatak, a to je da periodično emituje poruke. Drugi mot je isprogramiran da prima poruke koje šalje baza i meri njihovu RSSI vrednost. Na osnovu dovoljnog broja izmerenih RSSI vrednosti računa se rastojanje na osnovu funkcije prikazane na slici 3. Nakon sračunavanja vrednosti, šalje se bazi poruka sa informacijom o rastojanju i identitetu noda (nodeID) koji meri rastojanje.

2.3. Greške merenja

Kod RSSI lokalizacije tri glavna uzroka grešaka su:

- Greška koja nastaje usled uticaja sredine – Na propagaciju elektromagnetnih talasa utiču: vegetacija, temperatura, refleksija na metalnim objektima, superpozicija elektomagnetskih polja, difrakcija na ivicama itd. Svi ovi faktori utiču na RSSI vrednost na osnovu koje se računa rastojanje.
- Greška kvantizacije – Motovi imaju ograničen skup vrednosti za prikaz snage primljenog signala. U slučaju iris mota to je skup od 29 vrednosti. Na osnovu ovih 29 vrednosti se računa rastojanje, što znači da imamo diskretne vrednosti rastojanja. Greška kvantizacije zavisi od radio dometa i broja kvantizacionih nivoa. Što je radio domet veći, veća je i greška kvantizacije. Kod broja kvantizacionih nivoa je obrnuto. Što je broj kvantizacionih nivoa veći greška kvantizacije je manja.
- Greška koja se pravi pri računanju rastojanja – Za računanje rastojanja na osnovu RSSI koristi se funkcija koja je dobijena eksperimentalno. Sa slike 3 se vidi da RSSI vrednosti odstupaju od vrednosti datih funkcijom. To odstupanje predstavlja glavni uzrok greške pri računanju rastojanja. Sa iste slike se može primetiti i da odstupanje raste sa povećanjem rastojanja, što znači da je greška osetljiva na promenu rastojanja.

U tabeli 1 date su greške koje se prave u različitim uslovima sredine i različitim rastojanjima. Motovi su izdignuti 30 cm iznad tla. Na toj visini iris motovi imaju domet od 30 m, tako da je greška kvantizacije 0.5 m.

Tabela 1. Greške merenja rastojanja

podloga	d < 10m	10m < d < 25m	d > 25m
Beton	1m	2m	6m
malo dublja trava	2m	5m	7m
beton (temperatura niža za 10°C)	5m	8m	8m
zatvorena prostorija	4m	neprovereno	neprovereno

Treba napomenuti da je nod koji je vršio procenu rastojanja bio kalibrisan za rad na betonu i zato je kod njega greška najmanja. Na travnatoj površini greška je nešto veća jer signal ima veće slabljenje zbog vegetacije. Visina trave je bitan faktor. Na uredno pokošenom travnjaku greška je ista kao i na betonu. U nešto dubljoj travi imamo znatno veću grešku kao što je prikazano u tabeli 1. U zatvorenoj prostoriji imamo grešku od četiri metra ali samo ako postoji optička vidljivost između motova. Ako se između njih nađe zid greška će se povećati za 3 m.

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisana je metoda procene rastojanja između iris motova na osnovu snage prijemnog signala. Dat je opis eksperimentalnog određivanja funkcije zavisnosti RSSI od rastojanja. Navedeni su glavni uzroci grešaka i rezultati postignuti u praktičnom delu rada. RSSI lokalizacija predstavlja najčešće korišćeno rešenje problema lokalizacije u bežičnim senzorskim mrežama. Razlog za to je što RSSI lokalizacija važi za najprecizniju metodu koja ne zahteva nadogradnju hardvera.

Tehničko ograničenje radio primopredajnika iris mota (RF230) se ogleda u nedovoljnom broju bita za prikaz snage primljenog signala. Posledica ovog nedostatka je mali broj kvantizacionih nivoa, što je u stvari glavni razlog zašto se u praksi ne koristi ova metoda za motove sa RF230 radio primopredajnikom. Praktičnu primenu ova metoda ima kod motova sa CC2420 radio primopredajnikom. CC2420 sa osam bita za prikaz RSSI vrednosti prevazilazi nedostatak koji ima RF230.

4. LITERATURA

- [1] Ivan Stojmenovic, "Handbook of Sensor Networks Algorithms and Architectures", University of Ottawa.
- [2] David Gay, Philip Levis, David Culler, Eric Brewer, "nesC 1.1 Language Reference Manual", EECS Department University of California, Berkeley.
- [3] Philip Levis, "TinyOS Programming June 28", 2006, EECS Department University of California, Berkeley
- [4] Wikipedia, TinyOS tutorials, http://docs.tinyos.net/index.php/TinyOS_Tutorials
- [5] <http://www.xbow.com/Products/wproductoverview.aspx>

Kratka biografija:



Avram Avramović rođen je u Požarevcu 1983. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacije odbranio je 2009.god.



Dragana Bajić rođena je u Beogradu 1961. Doktorirala je na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu 1995. god., a od 2000. je zaposlena na Fakultetu tehničkih nauka u Novom, Sadu, gde je redovni profesor od 2006. Oblasti interesovanja su računarske komunikacije, obrada biomedicinskih signala, slučajni procesi, sinhroni sistemi.

Jedno rešenje programske podrške za pretraživanje i klasifikaciju dokumenata na internetu

Miloš Macura, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*

Sadržaj — U ovom radu izloženo je jedno rešenje pretraživanja i automatske klasifikacije dokumenata na internetu. Dokumenti koji su predmet obrade zasnovani su na originalnim sadržajima patenata koji su zavedeni i javno dostupni na internetu kod (USPTO) United States Patent and Trademark Office – Američki zavod za patente i trgovačku marku.

Glavne reči — automatska klasifikacija dokumenata, automatsko određivanje ključnih reči, frekvencija reči u dokumentu, težina reči u dokumentu.

I. UVOD

INTERNET danas kao najbrži, najveći i najsveobuhvatniji izvor informacija predstavlja sastavni deo života savremenog društva. Ipak pretraga i korišćenje informacija na internetu bila bi nezamisliva da ne postoji moćna infrastruktura pretraživača koja neprestano ažurira svoje baze podataka sa najsvežijim informacijama kako bi svojim korisnicima što tačnije odgovorila na upite (npr. google.com, čije su usluge i korišćene u jednom delu programske podrške ovog rada). Problem pretraživanja, čak i sa mnogim pretraživačima, interneta daleko je od rešenog, pogotovo za pretraživanja podataka koja zahtevaju analizu velikog broja dokumenata (reči - informacija) sa specifičnim uslovima. Zbog velikog broja različitih potreba (načina) pretrage interneta, korisnici su prinudjeni da razvijaju ili da nadgrade već postojeća rešenja pretrage, kako bi obezbedili sebi što brži i tačniji pristup isključivo željenim informacijama.

Ovaj rad predstavlja jednu takvu realizaciju postignutu kombinovanjem više algoritama i programskih alata. Realizovano programsko rešenje omogućava da zadati skup brojeva (identifikatora) patenata (dokumenata) obradimo na više različitih načina. Rad se može podeliti na tri celine: 1. Povlačenje bibliografskih informacija patenata sa interneta, njihova obrada i sortiranje po istim, 2. Automatska klasifikacija patenata po njihovoj sličnosti konteksta, pronalaženje i određivanje ključnih reči za svaki patent kao i

za njegov klasifikacioni skup, 3. Pretraga zadanog skupa patenata po traženim ključnim rečima i prezentacija rezultata sortirana po relevantnosti u odnosu na upit.

Programska podrška je organizovana tako da može opsluživati više umreženih korisnika u isto vreme (server – klijent). Platforma servera zasnovana je na Windows XP operativnom sistemu na kome su Apache i MySQL server postavljeni preko XAMPP [6],[7] distribucije, a sama mrežna (web) aplikacija razvijana je u PHP [4] i MySQL [5] jeziku. Dodatno jedan deo programske podrške predstavlja EXE datoteku koja se poziva prilikom klasifikacije patenata, radi lakše integracije sa web aplikacijom (EXE datoteka je zapravo prevedena iskompajlirana verzija MATLAB-ovog koda). Da bi korisnik mogao da pretražuje i obrađuje željene patente, neophodno je da je umrežen sa serverom, ima pristup internetu i da ima instaliran neki web pretraživač (Internet Explorer, Mozilla Firefox ili slični).

II. POVLAČENJE BIBLIOGRAFSKIH INFORMACIJA PATENATA SA INTERNETA I NJIHOVA OBRADA

Da bi se započela bilo koja pretraga ili obrada podataka nad nekim željenim skupom patenata, neophodno je prvo obezbediti formiranje ulazne datoteke formata CSV (comma-separated values ili u prevodu vrednosti odvojene zarezom) u kojoj bi se u prvoj koloni nalazio spisak brojeva (identifikatora) patenata koje je potrebno obraditi. Takva ulazna datoteka se pohranjuje na server kroz spregu programske podrške (web aplikacija), te se vrši automatska pretraga domena www.uspto.gov [2] isključivo za patente koji se nalaze u toj datoteci.

Kada se pronađu svi patenti iz ulazne datoteke, pohranjuju se konteksti tih patenata lokalno na serveru kao zasebne datoteke a i u posebnu MySQL tabelu radi buduće obrade. Obrada patenata zavisi od zahteva korisnika, koji u momentu kada pohranjuju ulaznu datoteku na server imaju mogućnost biranja više vrsta obrade:

A. Bibliografski podaci

Predstavljaju najosnovnije informacije vezane za analizirani patent: kao što su ko je pronalazač patenta, vlasnik patenta, pod kojim brojem je zaveden kod USPTO, kao i datum kada je zaveden kod USPTO. Obradom i sortiranjem ovih podataka korisnik ima mogućnost pregleda skupa patenata po istom pronalazaču ili istom vlasniku patenata, kao i po vremenskom periodu kad su zavedeni

Miloš Macura, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Srbija
(telefon: 381-21-4801100; faks: 381-21-4801100; e-mail: milos.macura@gmail.com).

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Miloša Macure. Mentor je bio prof.dr Miroslav Popović.
- b) Rad je prethodno publikovan na Konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2009.

patenti. Rezultati se interpretiraju kroz web pretraživač, ali se i pohranjuju u nove CSV datoteke koje su 100% kompatibilne za pregled i manipulaciju sa Microsoft Office Excel aplikacijom.

B. Patenti koji su citirani u analiziranom patentu – Patenti koji su citirali analizirani patent (Backward – Forward citates)

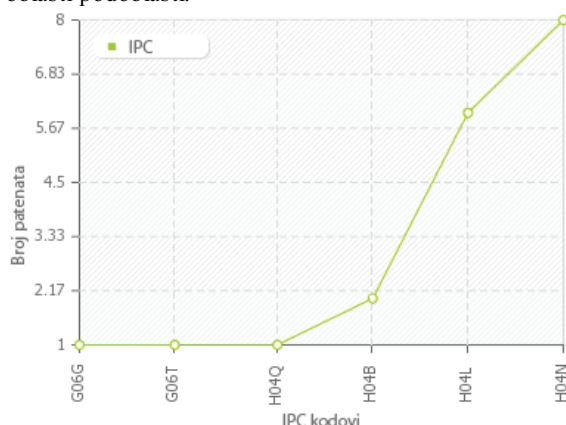
Ova vrsta obrade patenata je veoma interesantna, jer svaki patent iz ulazne datoteke dobija listu patenata koji su citirani kao reference u procesu nastajanja tog analiziranog patenta (Backward citates), kao i listu patenata koji su citirali analizirani patent u procesu njihovog nastajanja (Forward citates). U ovom procesu povezivanja citata sa patentom koristimo jednim delom usluge pretraživača www.google.com/patents jer njegove rezultujuće stranice za analizirani patent parsiramo na način koji bi obezbedio citate vezane baš i samo za analizirani patent. Obradom celog ulaznog skupa patenata, korisnik ima mogućnost da uvidi koji su patent najviše puta citirani, odnosno koji patent imaju najviše referenciranih drugih patenata.

C. Nezavisni zahtevi (Independent Claims)

Prilikom zavođenja patentne dokumentacije neophodno je da objavljivač patenta u zadatoj formi navede sve zahteve vezane za taj patent. Zahtevi mogu biti nezavisni, oni koji se ne pozivaju na prethodne zahteve u tom patentu (logično prvi zahtev je uvek nezavisan), a mogu biti i zavisni odnosno oni koji se pozivaju na prethodne. Korisnik koji izabere ovu vrstu obrade ulaznog skupa patenata, dobija kao rezultat isključivo zahteve koji su nezavisni, te prilikom pregleda rezultata nad celim skupom patenata može odrediti koji patent ima najviše nezavisnih zahteva.

D. Internacionalna Patentna Klasifikacija - (IPC) International Patent Classification

Jedan deo patentne dokumentacije sadrži i (IPC) kodove koje opisuju kojoj oblasti patent pripada. Ponekad patent pripada isključivo jednoj oblasti ili nekoj podoblasti, ali veoma je čest slučaj da patent može pripadati i u preko pet oblasti-podoblasti.



Sl. 1. Sortiran prikaz broja патената po IPC kodovima prisutnim nad analiziranim skupom патената.

Korisnik upotrebom ove vrste obrade ulaznog skupa патената dobija grafikon Sl.1 kao rezultat na kome se jasno vidi kom (IPC) kodu pripada najviše патената. Pa samim tim korisnik ima neku vrstu klasifikacije po (IPC) kodovima nad analiziranim skupom патената.

III. AUTOMATSKA KLASIFIKACIJA SKUPA PATENATA PO NJHOVOJ SLIČNOSTI KONTEKSTA

Analiza i klasifikacija velikog broja патената (ponekad taj broj može biti i više stotina патената) koja se neprestano sprovodi u razvojnim odeljenjima velikih kompanija ili specijalizovanim advokatskim i investicionim agencijama zahteva ogromnu količinu ljudskih resursa kao i vremena. Zbog ovakvog tempa analize патената, rađa se prirodna potreba za određenim pomoćnim „alatima“ koji bi mogli da korišćenjem metoda i algoritama zasnovanih na određivanju „težine“ reči (određivanje važnosti reči u odnosu na druge) u patentima vrše automatsku klasifikaciju патената (tj. formiraju grupe патената vezanih po ključnim rečima). U ovom radu postupak klasifikacije obuhvata pronalaženje i određivanje ključnih reči za svaki patent zasebno kao i za njegov pripadajući klasifikacioni skup (klaster). Postupak klasifikacije patentne dokumentacije se može podeliti u nekoliko faza:

A. Pripremanje reči iz korpusa патената za analizu

Ulazni skup патената se razvija u strukturu MySQL tabele koja sadrži polja „pid“, „term“ i „weight“ tabela 1. U ovom momentu u „pid“ polje upisujemo identifikacioni broj patenta, a u „term“ polje reč koja pripada prihvaćenom opsegu reči analiziranog patenta (opseg obuhvata reči koje nisu manje od 3 karaktera kao i reči koje ne pripadaju listi „nepoželjnih“ reči). Kada se napuni tabela sa svim rečima iz svih патената, reči su spremne za izračunavanje njihovih „težina“.

TABELA 1: MYSQL TABELA REČI ZA ULAZNI SKUP PATENATA.

pid	Term	weight
1234	Video	0,37
1234	Perspective	0,28
1234	Memory	0,14
4321	Memory	0,44
4321	CPU	0,25
4321	Memory	0,44
...	...	...

B. Izračunavanje „težina“ reči (tf-idf)

Polje „weight“ treba da sadrži numeričku vrednost važnosti reči u odnosu na druge reči u analiziranom patentu kao i u odnosu na čitav korpus reči (sve reči iz ulaznog skupa патената). Ta vrednost se izračunava na osnovu jednostavne (tf-idf) [3] formule (1) prihvaćene od strane mnogih internet pretraživača:

$$(tf - idf)_{i,j} = tf_{i,j} * idf_i \quad (1)$$

Gde je tf (term frequency) zapravo mera frekvencije (broj

ponavljanja) reči u odnosu na sve reči analizirajućeg patenta, i tf se izračunava formulom (2):

$$tf_{i,j} = \frac{n_{i,j}}{\sum_k n_{k,j}} \quad (2)$$

Ovde se definiše $n_{i(k),j}$ kao broj ponavljanja i(k)-te reči u analiziranom j-tom patentu. Promenljiva idf (inverse document frequency) predstavlja meru pojavljivanja reči nad celim ulaznim skupom patenata, i idf se izračunava formulom (3):

$$idf_i = \log \frac{|D|}{|\{d : t_i \in d\}|} \quad (3)$$

Ovde se definiše $|D|$ kao ukupan broj ulaznog skupa patenata a $|\{d : t_i \in d\}|$ kao broj dokumenata u kome se analizirana i-ta reč pojavljuje.

Radi bolje ilustracije (tf-idf) može se uzeti za primer patent koji sadrži 200 reči, a reč "video" da se u njemu pojavljuje 6 puta, tada se dobija korišćenjem formule (2) da je $tf=(6/200)=0,03$. Ako se pretpostavi da je broj patenata ulaznog skupa 50, i reč "video" da se pojavljuje u samo 3 patenta, tada se dobija korišćenjem formule (3) da je $idf=\log(50/3)=1,22$. Sada po formuli (1) dobija se da je težina reči "video" $tf-idf=0,03*1,22=0,37$. Može se primetiti, u tabeli 1, reč "memory" da kada pripada patentu 1234 njena težina iznosi 0,14, dok za patent 4321 težina joj iznosi 0,44.

Kada se izračuna težina (tf-idf) i kada se upiše u polje "weight" za svaku reč u tabeli, prelazi se u sledeću fazu.

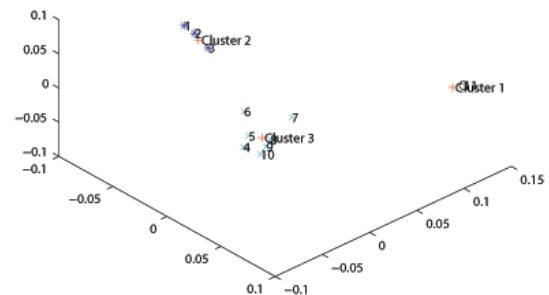
C. Priprema matrice frekvencije reči F_{ij} koja opisuje korpus patenata

Tabela sa popunjenim težinama za sve reči korpusa podvrgava se transformaciji u matricu frekvencije reči F_{ij} koja se koristi u sledećoj fazi kao ulazna komponenta EXE datoteke. Matrica se formira na sledeći način: MySQL upit sortira popunjenu tabelu po težinama reči (od najteže do najlakše) a istovremeno i po broju pojavljivanja analizirane reči u patentima (od pojavljivanja u najmanje 2 patenta do nekog promenljivog broja -maksimalno u svim patentima) pa svaku vrstu matrice predstavljaju 100 najtežih reči (u našem slučaju uzeto je 100 najtežih reči, ali ovaj broj može biti promenljiv parametar od strane korisnika). Kolone ove matrice predstavljaju identifikatori ulaznog skupa patenata. Kao primer, ako se obradjuje 50 patenata a tabela se sortira po najtežih 100 reči, generiše se matica frekvencije reči oblika $F_{100,50}$. Vrednosti matrice F_{ij} se prepisuju iz tabele i predstavljaju težine i-te reči za j-ti patent. Ukoliko i-ta reč se ne pojavljuje u j-tom patentu, upisujemo vrednost 0.

D. Redukcija matrice frekvencije reči F_{ij} i automatska klasifikacija patenata

Velike dimenzije matrice frekvencije reči F_{ij} potrebno je redukovati u prostor mnogo manje dimenzije koji bi bio prihvatljiv za korisnika, u cilju vizualizacije i zadržavanja najznačajnijih karakteristika analiziranog skupa patenata. Kao što je već napomenuto, jedan deo programske podrške

poziva EXE datoteku prevedene iskompajlirane verzije MATLAB-ovog koda. Upravo ova EXE datoteka (dalje poznata kao MATLAB kod) kao ulaznu komponentu koristi formiranu matricu frekvencije reči F_{ij} u prethodnoj fazi. U okviru ovog MATLAB koda postoje tri faze. Prva koristi (PCA) Principal Component Analysis [1] za redukciju dimenzija ulazne matrice F_{ij} na kvadratnu matricu P_{jj} . Važno je napomenuti da se u daljem procesu ova matrica P_{jj} posmatra sa samo prve tri kolone (odnosno postaje $P_{j,3}$ i te prve tri kolone postaju ose za kasniju grafičku prezentaciju analiziranog skupa patenata). Posmatranjem samo prve tri kolone ove matrice ($P_{j,3}$) ne gubi se mnogo jer kolone počevši od prve do poslednje, određuju karakteristike matrice P_{jj} tako što su prve kolone mnogo dominantnije u odnosu na ostale. Druga faza koristi (FCM) Fuzzy C-Means [1] za klasifikaciju matrice $P_{j,3}$, odnosno za određivanje klastera. Poslednja faza ovog MATLAB koda obezbeđuje grafički trodimenzionalni prikaz matrice $P_{j,3}$ kao i prezentovanje određenih (izračunatih) klastera u različitim bojama radi lakše preglednosti Sl.2. MATLAB kod se završava rezultatom (sortiranoj listi patenata po „klasterima“) koji se prosleđuje dalje programskoj podršci.



Sl. 2. Trodimenzionalni prikaz klastera analiziranog skupa patenata.

E. Pronalaženje i određivanje ključnih reči

Ovaj deo programske podrške obuhvata sličan algoritam kao kod A. i B. faze, zapravo te dve faze se ponavljaju s tim što se za korpus patenata uzima klaster po klaster. Pa kad se izračunaju sve težine i frekvencije reči za pojedini patent nad analiziranim klasterom, sortiranjem reči po frekvenciji i težini obezbeđuju se izveštaji u kojima se k najfrekventnijih (na nivou patenta) i k najtežih reči (na nivou klastera) proglašavaju kao ključne reči.

IV. PRETRAGA PATENATA PO TRAŽENIM KLJUČNIM REČIMA

Pošto programska podrška kao platformu za manipulaciju sa podacima u bazi podataka koristi MySQL server, relativno je jednostavno koristeći već gotova njegova integrisana rešenja napraviti sistem za pretragu patenata po

zadatim ključnim rečima.

Ovde se neće detaljno objašnjavati kako MySQL server obrađuje podatke jer to nije predmet ovog rada ali treba naglasiti ukratko potencijal MySQL-ovih „FULL TEXT SEARCH“ funkcija koje se zasnivaju na sličnom sistemu određivanja težina reči u tekstu opisanom u prethodnom poglavlju. Korišćenjem ovih funkcija dobijamo i mogućnost „relevance“ rezultata, odnosno davanje numeričke ocene, koliko zapravo u rezultujućim patentima „vrede“ ključne reči zadate kroz upit. Što je „ocena“ veća, te i upitne ključne reči više karakterišu (opisuju) taj patent.

Ovakva pretraga pomaže korisniku da sam definiše i određuje klastere po zadatim ključnim rečima.

V. ZAKLJUČAK

Predloženo rešenje pretrage i automatske klasifikacije patenata na internetu omogućava ubrzavanje analize i obrade razmatranog skupa patenata. Jedno od ograničenja korišćene tf-idf metode jeste da ne obuhvata sinonime prilikom merenja težine određene reči. Šta se planira? U daljem razvoju će biti isprobane druge metode, redukcije prostora i grupisanje uzoraka, pogodno za klasifikaciju dokumenata.

ZAHVALNICA

Zahvaljujem se: profesoru Draganu Kukolju na pomoći oko generisanja MATLAB koda, profesoru Miroslavu Popoviću na savetima vezanim za organizaciju programske podrške server-klijent, kolegi Nemažini Žigiću na pomoći

oko matematičkih algoritama, kolegi Željku Tekiću na savetima vezanim za pretragu po ključnim rečima.

LITERATURA

- [1] Dragan Kukolj, “Sistemi zasnovani na računarskoj inteligenciji” FTN Novi Sad, 2007, pp. 139–181; 285–313.
- [2] United States Patent and Trademark Office Home Page. Available: <http://www.uspto.gov/>
- [3] The tf-idf weighting (term frequency – inverse document frequency). Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/Tf-idf/>
- [4] PHP: Server-side HTML embedded scripting language. Available: <http://www.php.net/>
- [5] MySQL:: MySQL Documentation: Full-Text Search Functions. Available: <http://dev.mysql.com/doc/>
- [6] Apache - The Number One HTTP Server On The Internet. Available: <http://httpd.apache.org/>
- [7] XAMPP- Apache distribution containing MySQL and PHP. Available: <http://www.apachefriends.org/en/xampp.html>

ABSTRACT

This paper presents one software solution of searching and automatic clustering documents from internet. Documents which are being analysing are based on a original contents of patents filled at (USPTO) United States Patent and Trademark Office.

ONE SOFTWARE SOLUTION OF SEARCHING AND CLUSTERING DOCUMENTS FROM INTERNET

Miloš Macura

Jedno rešenje podrške ispitivanju audio koda na DSP platformi sa dva procesorska jezgra

Dorđe Petrović, Nenad Četić, Marija Tadić i Jelena Kovačević

Sadržaj — U radu je prikazana izvedba podrške režimu ispitivanja pojedinačnih blokova obrade audio koda na jednoj klasi procesora digitalnih signala sa dva jezgra sa minimalnim resursima. Na osnovu merenja određeni su memorijski i procesorski resursi potrebni za izvedbu koda sa podrškom režimu ispitivanja i ustanovljeno je da raspoloživi resursi jednog jezgra ne zadovoljavaju potrebe izvedbe. Cilj je bio ustanoviti način razmene podataka između osnovnog koda na jednom jezgru i bloka za ispitivanje na drugom. Radi postizanja maksimalne efikasnosti programska podrška ciljnog koda je izvedena u assembleru. U kratkim crtama je predstavljena struktura podrške režimu ispitivanja koda, dok su blokovi zaduženi za sinhronizaciju detaljnije predstavljeni.

Ključne reči — DSP (procesor digitalnih signala; obrada digitalnih signala), audio koder, sinhronizacija, ispitivanje, višezgarno programiranje

I. UVOD

PRI izvedbi programske podrške koda, kao i bilo koje druge programske podrške na DSP platformi sa aritmetikom fiksnog zarez, javlja se problem pronalazjenja, klasifikacije i otklanjanja grešaka. Greške mogu da budu uvedene korišćenjem aritmetike fiksnog zarez ili greškama u izvedbi. Drugi problem je određivanje koliko grešku prvog tipa uvodi koji blok obrade, kako bi se eventualno primenila tehnika obrade dvostruke preciznosti, kao i određivanje u kom se tačno bloku obrade uvodi greška drugog tipa. Radi automatizacije ovih analiza, ubrzavanja izvedbe i smanjenja verovatnoće uvođenja ljudske greške pri analizi, može se pristupiti projektovanju podrške za analizu preciznosti i ispravnosti svakog bloka pojedinačno [1].

Rad je podeljen na sledeće celine:

I deo: Opis strukture podrške režimu ispitivanja koda, zajedno sa zahtevima u pogledu komunikacije sa programskom podrškom na računaru, problemima koje ti zahtevi uvode i u ostatku rada razmotren način rešavanja tih problema, kao i uopšten opis toka podataka kroz celokupan sistem.

II deo: Kratak opis ograničenja u pogledu resursa ciljne

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva za nauku Republike Srbije, projekat 12004, od 2008. god.

Dorđe Petrović, Novi Sad, Srbija; (telefon: 381-64-2574103; e-mail: djordje.v.petrovic@rt-sp.com).

Nenad Četić, Novi Sad, Srbija; (e-mail: nenad.cetic@rt-sp.com).

Marija Tadić, Novi Sad, Srbija; (e-mail: marija.tadic@rt-sp.com).

Jelena Kovačević, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Srbija, (e-mail: jelena.kovacevic@rt-sp.com)

platforme i njihovog iskorišćenja i opis nekih njenih pogodnosti.

III deo: Detaljno razmatranje izvedbe protokola razmene podataka, kako između programske podrške na računaru i DSP-a, tako i između modula na pojedinačnim jezgrima istog. Ovde je takođe predstavljeno rešenje problema sinhronizacije jezgara.

IV deo: Opis procesa provere ispravnosti rada podrške režimu ispitivanja i samog koda.

II. STRUKTURA PODRŠKE REŽIMU ISPITIVANJA KODERA

Koder je projektovan tako da ima dva režima rada: radni i režim ispitivanja. U radnom režimu, sistem vrši kodovanje ulaznog audio signala. Režim ispitivanja je uveden kako bi se lako uočavale i otklanjale eventualne greške u procesu kodovanja audio podataka. Predviđeno je ispitivanje svakog bloka obrade ponaosob, da bi se uzrok greške identifikovao i lokalizovao.

Kao podrška sa strane računara korišćenog pri ispitivanju razvijena je programska podrška za komunikaciju sa koderom u režimu ispitivanja i ocenu rezultata ispitivanja. Ova komunikacija se zasniva na razmeni ispitnih paketa, a ne audio tokova, pa ne postoji zahtev za rad u realnom vremenu, tj. resursi obrade nisu problem. Glavni problemi pri izvedbi ovog koda su kako preklapati memorijske resurse i izvesti ulaznu sprežnu memorijsku strukturu za okvir podataka od 9.216 reči u radnom režimu i naći prostora za izvedbu podrške režimu ispitivanja. Pod preklapanjem memorijskih resursa se podrazumeva iskorišćavanje istih memorijskih lokacija za različite logičke blokove u različitim koracima obrade.

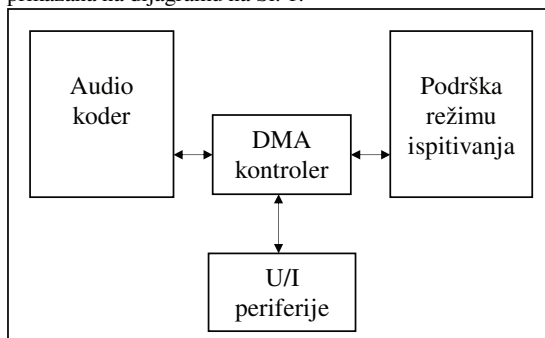
Pri projektovanju podrške režimu ispitivanja referentnog koda, projektant nije uzeo u obzir eventualnu izvedbu istog na DSP platformi sa vrlo oskudnim memorijskim resursima, pa je sintaksa razmene podataka između programske podrške za ispitivanje i koda vrlo složena. Specifični zahtevi u vezi sa formatom ulaznih i izlaznih ispitnih paketa, nametnuti od strane programske podrške za ispitivanje na računaru, znatno usložnjavaju izvedbu modula za razmenu pomenutih paketa na strani DSP-a, kao i proces podešavanja koda na osnovu njih.

Zbog složenosti, koja proističe iz raznolikosti ispitnih podataka u pogledu širine i bitima i načina predstave u samoj izvedbi koda, za pomenuti modul nema mesta na jezgru na kome je već izveden koder. Stoga se pribeglo izvedbi podrške režimu ispitivanja na drugom jezgru, uz sve probleme u pogledu dinamike protoka podataka između jezgara i sinhronizacije njihovog rada. Uopštena

NAPOMENA:

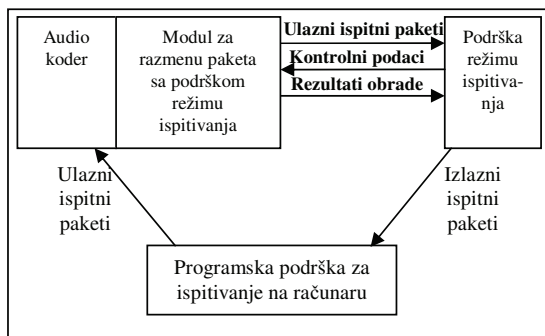
- Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Dorđa Petrovića. Mentor je bio prof.dr Miroslav Popović.
- Rad je prethodno publikovan na Konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2008.

organizacija koderu u režimu ispitivanja na dva jezgra je prikazana na dijagramu na Sl. 1.



Sl. 1. Uopšten prikaz koderu sa režimom ispitivanja na DSP platformi sa dva jezgra.

Kada je koder u režimu ispitivanja, on na ulazu ne očekuje nekompresovani audio signal, već posebno formatirane pakete ispitnih podataka. Po prijemu i prepoznavanju, ovi paketi se prosleđuju bloku podrške režimu ispitivanja na drugom jezgru. Tu se paketi dekoduju i preuzimaju se podaci o vrsti zahtevanog ispitivanja, kao i o tome koji se blokovi obrade koderu ispituju, u kom su formatu ispitni podaci i sami podaci. Dalje se ispitni podaci vraćaju koderu, sa naznakama u koje blokove memorije treba da budu smešteni i koji blokovi obrade koderu treba da budu pokrenuti. Po završetku rada tih blokova obrade, koder preuzima rezultate obrade iz ciljnih memorijskih blokova i prosleđuje ih drugom jezgru, gde se ovi pakuju u izlazne pakete zajedno sa podacima o ispitivanju. Izlazni paketi se dalje šalju preko izlaznih perifera radi ocene rezultata ispitivanja od strane programske podrške za ispitivanje, koja se nalazi na računaru. Opisani protokol razmene informacija na logičkom nivou je prikazan na Sl. 2.



Sl. 2. Logički prikaz protokola.

Modul na Sl. 2., označen kao podrška režimu ispitivanja, je bilo moguće izvesti za izvršavanje na ispitnom računaru. Ovaj modul pretvara složene ispitne pakete u jednostavnije, pogodnije za raspakivanje od strane koderu na DSP-u (tj. njegovog modula za razmenu paketa sa podrškom režimu ispitivanja). Takav pristup bi uklonio potrebu za korišćenjem oba jezgra i pojednostavio izvedbu, ali je onemogućen zbog toga što je jedan od

uslova za sertifikaciju koderu da režim ispitivanja bude podržan u konačnoj verziji. Ipak, audio koder je izveden tako da je u radnom režimu nezavisan od modula za podršku režimu ispitivanja. Ovo znači da je nakon sertifikacije koderu moguće osloboditi resurse zauzete od strane podrške režimu ispitivanja. Takođe je bitno naglasiti da koderski deo sistema (modul audio koder na Sl. 2.) mora da bude identičan u radnom i režimu ispitivanja.

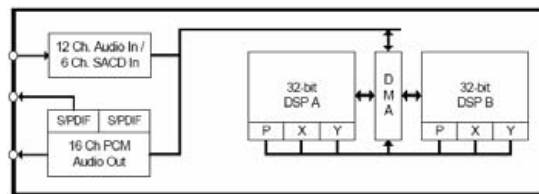
III. CILJNA DSP PLATFORMA

Platforma na kojoj je izveden koder ima dva DSP jezgra, DSPA i DSPB, od kojih svako ima po 8k reči programske memorije i 150 MIPS-a (miliona instrukcija u sekundi) kapaciteta obrade. DSPA i DSPB jezgro imaju zasebne RAM i ROM memorijske zone. Širina reči svake od memorijskih zona je 32 bita. Tabela 1. daje karakteristike RAM memorijskih zona podataka X i Y[2].

TABELA 1: MEMORIJSKE ZONE CILJNE PLATFORME

Memorijska zona	DSPA	DSPB
X	16k SRAM	10k SRAM
Y	24k SRAM	16k SRAM

Za prenos podataka unutar i između jezgara, kao i raznih perifera, koristi se DMA kontroler (kontroler za direktan pristup memoriji) sa 12 kanala koji ima do 6 programabilnih prekidnih rutina po kanalu i programabilne intervale opsluživanja. Organizacija funkcionalnih jedinica, od interesa za ovaj rad je prikazana na Sl.3 [2].



Sl. 3. Funkcionalne jedinice ciljne DSP platforme.

Koder predstavlja izlaznu komponentu sistema, pa mu je, u opštem slučaju, mesto na B jezgru. Ipak, ovaj koder zauzima 13.497 reči u X i 19.620 reči u Y memoriji, dok sam operativni sistem zauzima 4.096 reči za sprežne memorijske strukture u Y memoriji. Stoga je koder morao biti izveden na A strani. Uporedni prikaz iskorišćenja resursa A i B jezgra je dat u tabeli 2.

TABELA 2: ISKORIŠĆENJE RESURASA DSP-A

Memorijska zona		DSPA	DSPB
PMEM	Iskorišćeno	7.548 reči	925 reči
	Dostupno	644 reči	6.865 reči
XMEM	Iskorišćeno	13.497 reči	2.438 reči
	Dostupno	2.887 reči	7.802 reči
YMEM	Iskorišćeno	23.716 reči	0 reči
	Dostupno	860 reči	16.384 reči

IV. PROTOKOL RAZMENE PODATAKA

A. Ispitni paketi i rezultati ispitivanja

Sintaksa ulaznih i izlaznih ispitnih paketa je ista, pa se u modulu za podršku režimu ispitivanja koristi jedan memorijski blok za ispitne pakete. Ovi paketi sadrže redom: veličinu paketa, identifikacioni broj vrste ispitivanja, kôd greške u samom koderu, širinu pojedinačnog podatka u bitima, dimenzije vektora podataka, indekse podataka unutar ciljnog memorijskog bloka po dimenzijama, način predstave podataka (celobrojni, realni u fiksnom zarezu) i sam vektor podataka. Treba imati u vidu da se ovde pod podacima podrazumevaju kako nekompresovani audio podaci, tako i međupodaci pri samoj obradi audio signala i kontrolne promenljive potrebne u međukoracima obrade, koje se u radnom režimu izvode iz prethodnih koraka obrade.

B. Kontrolni podaci

Paketi kontrolnih podataka sadrže informacije spakovane tako da koder treba samo da smesti podatke u odgovarajuće memorijske blokove, bez obaziranja na dimenzije ulaznog vektora, pomeranja i normalizaciju odbiraka, tj. na informacije implicitne u samoj izvedbi. Ovi paketi mogu da sadrže informacije o podacima za smeštanje u memorijske blokove koderu, informacije o memorijskim blokovima koje treba čitati ili informacije o bloku obrade koji treba izvršiti.

Paket ulaznih podataka redom sadrži tip paketa, indeks memorijskog bloka u koji treba upisati ulazne podatke, broj memorijskih lokacija za pisanje i vektor podataka koji treba upisati

Paket izlaznih podataka sadrži tip paketa, indeks memorijskog bloka iz kojeg treba čitati podatke i broj memorijskih lokacija za čitanje.

Paket za izvršavanje bloka obrade sadrži tip paketa i indeks bloka obrade u programskoj memoriji koji treba izvršiti.

C. Rezultati obrade

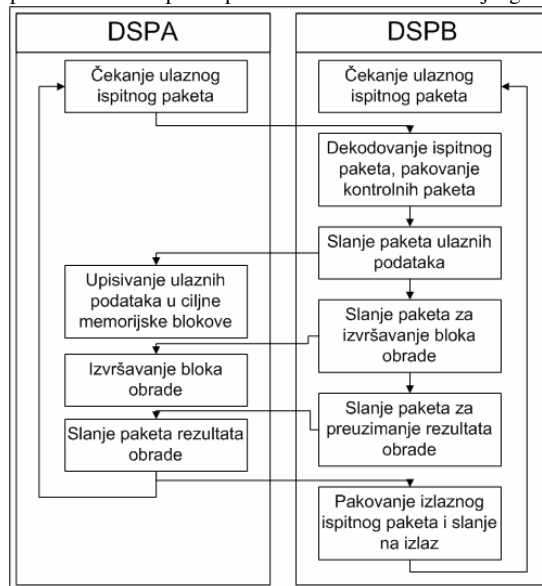
Po završetku obrade, koder preuzima indeks izlaznog bloka memorije iz pristiglog paketa, preuzima rezultate obrade iz odgovarajućeg bloka i šalje ih kao vektor podršci režimu ispitivanja.

D. Sinhronizacija modula

Prilikom izvedbe gore navedenog načina razmene podataka javio se problem dinamike sistema. Da bi se prevazišao ovaj problem, pristupilo se izvedbi koderu na jednom i podrške režimu ispitivanja na drugom jezgri, kao jednog automata. Time se omogućio sinhronizovan rad sistema, obustavljanje rada modula u tekućem stanju dok se ne pojave podaci neophodni za obradu u sledećem stanju. Dijagram prelaza stanja sistema je prikazan na Sl. 4 [3].

Za prenos podataka sa jednog jezgra na drugo se koriste dva kanala DMA kontrolera i definisane su dve prekidne rutine. Jedan kanal služi za prenos prethodno opisanih kontrolnih paketa sa jezgra B na jezgro A, a drugi za

prenos ulaznih ispitnih paketa i rezultata obrade sa jezgra



Sl. 4. Dijagram prelaza stanja sistema u režimu ispitivanja

A na jezgro B. Radi izvedbe prenosa putem ovih kanala, na oba jezgra je bilo neophodno zauzeti posebne memorijske blokove, iz kojih se jedinice podataka šalju i u koje se primaju preko DMA kontrolera. Takođe je bilo neophodno zauzeti memorijske blokove za lokalnu pripremu paketa za slanje na izlazne periferije na jezgro B i one za lokalno skladištenje preuzetih paketa podataka na oba jezgra. Blok za prijem ulaznih ispitnih paketa na A strani je preklapljen sa ulaznim sprežnim memorijskim blokom, što ne izaziva sukob sa blokovima obrade koderu koji koriste pomenuti ulazni blok, jer je ulazni ispitni paket potreban samo za vreme njegovog slanja podršci za ispitivanje na B jezgri.

Gore pomenute jedinice podataka maksimalne veličine 256 reči su uvedene radi manjeg zauzeća memorije podataka za DMA prenos. Format jedinice je jednostavan: prva reč sadrži broj korisnih reči jedinice i same podatke. Jedinica bez korisnih podataka, a sa rečju veličine nula, se koristi kao sinhronizaciona reč, tj. obaveštenje određenoj modulu da je slanje paketa završeno.

Prekidna rutina koja se poziva po isporuci jedne jedinice podataka proverava veličinu jedinice i ukoliko je ova nula, poziva rutinu za obradu paketa. Ukoliko je reč veličine jedinice nenula, podaci koji je slede se premeštaju u memorijski blok rezervisan za paket. Rutina za obradu paketa identifikuje paket i na osnovu njegovog tipa preduzima dalji tok akcija. Ove akcije na A strani mogu da budu:

- premeštanje podataka iz paketa u indeksirani određeni blok koderu,
- pokretanje bloka obrade indeksiranog u paketu ili
- premeštanje rezultata obrade iz indeksiranog memorijskog bloka u onaj rezervisan za paket.

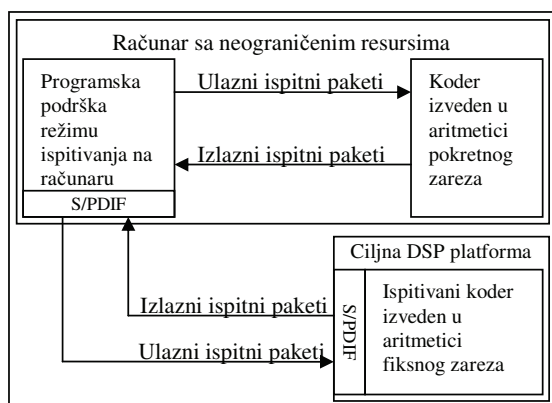
Moguće akcije na B strani uključuju:

- dekodovanje ulaznog ispitnog paketa i slanje kontrolnih paketa A strani i
- prijem i pakovanje rezultata obrade i pomoćnih podataka u izlazni ispitni paket i njegovo slanje na izlazne periferije.

V. PROVERA ISPRAVNOSTI RADA

A. Ispitna postava

Za proveru ispravnosti koderu u režimu ispitivanja, korišćena je već pomenuta programska podrška za ocenu rezultata ispitivanja, kojom se koderu zadaju parametri kodovanja i niz ulaznih ispitnih vektora sastavljenih od ispitnih paketa. Ova podrška čeka izlazne ispitne pakete, preuzima ih i poredi sa onima dobijenim od referentnog koderu izvedenog za računar sa neograničenim resursima, a u aritmetici pokretnog zarez, radi što veće moguće preciznosti. Poređenjem se dobija ocena najveće greške (u bitima) ispitivanog bloka obrade u odnosu na referentni blok obrade. Rezultati ocene greške se dalje porede sa kriterijumom greške određenim za svako ispitivanje ponaosob, a u skladu sa zahtevima psihoakustike. Ukoliko je kriterijum zadovoljen, ispitivanje ima pozitivan ishod. Fizička organizacija ispitne postavke je prikazana na Sl. 5.



Sl. 5. Fizička organizacija ispitne postavke izvedenog koderu

B. Ispitni slučajevi

Ispitni slučajevi pokrivaju blokove obrade kao što su niskopropusni filter, blok za otkrivanje tranzijenata, blokovi transformacija iz vremenskog u frekventni domen, izračunavanje eksponenata, alokacija bita, kvantizacija mantisa itd.

Neki ispitni slučajevi imaju fleksibilne kriterijume (dozvoljena greška ide i do 2^{-14}), npr. ispitivanje blokova koji rade u vremenskom domenu i kao rezultat daju odbirke. S druge strane, neki traže tačnost u bit sa

referentnim koderom, kao što su ispitivanja blokova koji su zaduženi za izračunavanje kontrolnih promenljivih na nivou celog okvira (indeks bloka podataka u kome je najjači tranzijent, režim audio kodovanja i drugih) ili pakovanje podataka u izlazni tok bita.

C. Rezultati ispitivanja

Nakon izvršenja svakog ispitnog slučaja, programska podrška za ispitivanje je napravila detaljan izveštaj o ispitivanju koji sadrži podatke o razlikama između rezultata ispitivanog i referentnog koderu i pozitivnom ishodu ispitivanja. Ovim je potvrđena ispravnost rada bitnijih blokova obrade izvedenog koderu.

D. Zaključak

Predložena izvedba podrške režimu ispitivanja rada audio koderu omogućava ubrzanje procesa otkrivanja grešaka prilikom izvedbe koderu, kao i samu izvedbu. Rešenje je fleksibilno u pogledu iskorišćenja resursa DSP-a, jer je potpuno nezavisno od samog koderu i moguće je ukloniti ga nakon uspešne verifikacije. Nakon uklanjanja, moguće je iskoristiti slobodno jezgro DSP-a za programske podrške za predobradu nekodovanog audio toka.

Dalji razvoj bi mogao da bude u pravcu poopštenja i standardizacije rešenja radi primene na druge DSP algoritme i razvoja poopštene programske podrške na strani ispitnog računara.

LITERATURA

- [1] Eric Mouchel La Fosse, "A Structured Testing Approach for DSP Software," atp, pp.131, Seventh Asian Test Symposium (ATS'98), 1998.
- [2] Cirrus Logic (2008, June) CS4953xx Data Sheet Available: <http://www.cirrus.com>
- [3] R. Pečkai-Kovač, M. Ačanski, Dejan Sajić, Jelena Kovačević, "Jedna realizacija sistemske programske podrške za audio dekodere visoke definicije na platformi sa ograničenim resursima", ETRAN 2008.

ABSTRACT

This paper is an overview of an implementation of an individual processing block testing mode for an audio encoder on a DSP with two cores. Analyses of memory and processing resource requirements of the encoder have shown that a single core of the used DSP cannot meet these demands. The goal of this paper is to describe a data exchange protocol between the encoding module on the first DSP core, and the testing module on the second one. For maximum efficiency regarding memory and MIPS consumption, the encoder is implemented in platform-specific assembly. A general review of the testing module is given, as well as a more detailed one of the synchronization and the protocol.

An implementation of a testing mode of an audio encoder on a DSP platform

Đorđe Petrović, Nenad Četić, Marija Tadić i Jelena Kovačević

Jedan pristup verifikaciji simulatora digitalnog signal procesora

Aleksandar Zorić, Miodrag Đukić, Nebojša Zorić, Jelena Kovačević

Sadržaj — U ovom radu je opisan problem verifikacije simulatora jezgra Coyote 32-bitnog digitalnog signal procesora. Problem verifikacije se zasniva na definisanju skupa ispitnih slučajeva koje simulator mora da zadovolji da bi se rad simulatora smatrao tačnim. U ovom radu su definisane tri vrste ispitivanja: namensko ispitivanje, ispitivanje na principu crne kutije i ispitivanje na konkretnoj aplikaciji. Simulator je realizovan u C programskom jeziku.

Ključne reči — Simulator, verifikacija.

I. UVOD

SIMULATORI su računarski programi koji imitiraju rad nekog konkretnog uređaja. Imitiranje podrazumeva obrađivanje istih vrsta podataka koje obrađuje i sam uređaj i davanje identičnih rezultata. Simulatori koji imitiraju tačnost obavljanja naredbi koje izvršava konkretan uređaj, stavljajući u prvi plan brzinu i kontrolu podataka koji se obrađuju, nazivaju se simulatorima koji imitiraju tačnost izvršavanja komandi (*Instruction set simulator*). U ovom radu je opisana je programska podrška koja imitira tačnost izvršavanja komandi. Konkretni uređaj koji se simulira je Coyote 32 bit digitalni signal procesor (DSP).

Ispitivanje tačnosti rada takvog simulatora zasniva se na poređenju rezultata obrade simulatora i DSP-a, za identične ulazne podatke. Problem se ogleda u nepoznavanju skupa podataka pomoću kojih bi se jednoznačno ispitala tačnost rada simulatora.

II. OPIS OKRUŽENJA

A. Opis digitalnog signal procesora

Coyote 32-bitni procesor je DSP zasnovan na arhitektu

ri nepokretnog zareza. Posедуje protočnu strukturu sa dva jezgra [2]. Coyote 32-bitni procesor pripada grupi procesora sa dugačkom instrukcijskom reči.

Jezgro Coyote 32 sadrži dve vrste memorije:

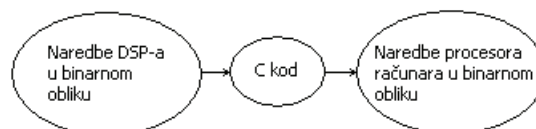
- Programska memorija (P memorija) – sadrži niz naredbi koje treba da se izvrše.
- Memorijski prostor (X i Y memorijski prostor) – čuva podatke koji se koriste u operacijama. Vrsta operacije je definisana u opisu naredbe.

Registri koji se koriste u radu Coyote 32 DSP-a se dele na 5 grupa:

- Osam 72-bitnih registara akumulatora
- Osam 32-bitnih registara podataka
- Dvanaest 16-bitnih adresnih registara
- Četiri 12-bitnih moduo registrara
- Registri koji čuvaju informacije o stanju DSP-a u kojem se procesor trenutno nalazi

B. Opis simulatora

Simulator ima zadatak da imitira rad DSP-a na računaru na kome se izvršava. Ako se naredbe DSP-a razlikuju od naredbi procesora na kojem se simulator izvršava, naredbe DSP-a je potrebno prevesti u naredbe procesora računara. Naredbe DSP-a se ne prevode neposredno. Za realizaciju simulatora opisanog u ovom radu, korišćen je C programski jezik i C programski prevodilac, koji prevodi C naredbe u naredbe procesora na kom se simulator izvršava (sl. 1)



Sl. 1. Tok prevođenja naredbi.

Centralni deo simulatora predstavlja model DSP-a, realizovan u C jeziku. Registri DSP-a su modelovani kao strukture podataka, koje se razlikuju za svaki od tipova registara. Memorija je modelovana da omogući čuvanje 65.536 (16-bitna) 32-bitnih vrednosti. Sve matematičke operacije – sabiranja, oduzimanja, množenja itd. nad registrima DSP modela, realizovani su u obliku makroa i funkcija.

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Aleksandra Zorića. Mentor je bio prof.dr Miroslav Popović.

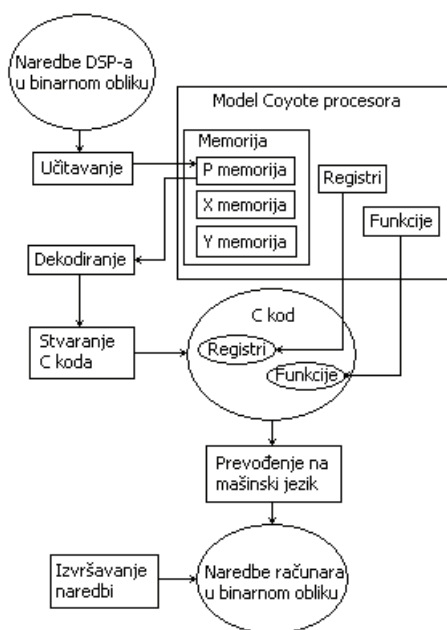
b) Rad je prethodno publikovan na Konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2009.

Aleksandar Zorić, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Srbija, (e-mail: aleksandar.zoric@rt-sp.com)

Miodrag Đukić, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Srbija, (e-mail: miodrag.djukic@rt-sp.com).

Nebojša Zorić, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Srbija, (e-mail: nebojsa.zoric@rt-sp.com)

Jelena Kovačević, Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, Srbija, (e-mail: jelena.kovacevic@rt-sp.com).



Sl. 2. Dizajn simulatora.

Prvi korak u simulaciji DSP-a predstavlja učitavanje binarnih naredbi DSP-a u P memoriju DSP modela. Naredbe iz P memorije se dekodiraju i prevode na C jezik, gde svakoj naredbi DSP-a odgovara jedna funkcija C jezika. U svakoj funkciji obavljaju se operacije nad registrima DSP modela. Niz C funkcija se dobija prevođenjem DSP naredbi i one čine C programski kod. C programski prevodioc prevodi C kod na mašinski jezik procesora. Izvršavanjem mašinskih naredbi izvršava se simulacija DSP-a. Više informacija o načinu rada simulatora se može naći u [5].

III. REŠENJE PROBLEMA

Usled nedostatka tačno definisanog skupa ispitnih slučajeva koje simulator mora da zadovolji, da bi se smatrao tačnim, u ovom radu definisana su sledeća tri skupa ispitnih slučajeva:

- Namensko ispitivanje
- Ispitivanje na principu crne kutije
- Ispitivanje na konkretnoj aplikaciji

A. Namensko ispitivanje

Namensko ispitivanje ispituje tačnost makroa i funkcija realizovanih sa namenom da podrže operacije nad registrima DSP-a.

Namenska ispitivanja se zasnivaju na određivanju skupa ulaznih i izlaznih vrednosti makroa i funkcija. Ulazne vrednosti predstavljaju vrednosti koje će se koristiti u radu makroa i funkcija, a izlazne vrednosti predstavljaju rezultat njihovog rada. Svaka grupa makroa i funkcija poseduje svoje jedinstvene ulazne i izlazne vrednosti. Grafički prikaz namenskog ispitivanja dat je na sl. 3.



Sl. 3. Namensko ispitivanje.

Skup ulaznih vrednosti se formira na osnovu sopstvenog iskustva projektanta koji određuje ulazne vrednosti ključne za ispitivanje rada makroa i funkcija. Ovaj način ispitivanja predstavlja namensko ispitivanje funkcionalnosti makroa i funkcija u cilju realizacije što tačnijeg modela registra i njegovog ponašanja. Ulazne vrednosti koje su ključne za ispitivanje rada makroa i funkcija se određuju na osnovu:

- sopstvenog iskustva projektanta koji realizuje simulator DSP-a
- opisa rada instrukcija koje su realizovane pomoću makroa i funkcija
- priloženih primera rada nad registrima u dokumentaciji DSP-a

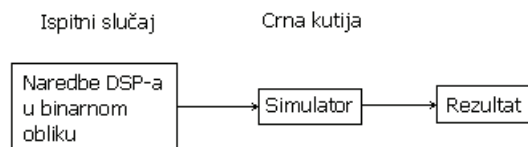
Skup izlaznih vrednosti koje odgovaraju ulaznim vrednostima se određuju na osnovu:

- Rezultujućih vrednosti registara dobijenih operacijom nad registima DSP-a
- Priloženih primera rada nad registrima u dokumentaciji DSP-a

Unapred definisanim skupom ulaznih i izlaznih vrednosti, poredi se izlazna vrednost makroa i funkcija sa očekivanom izlaznom vrednošću. Rezultat ispitivanja se smatra tačnim ukoliko su izlazne vrednosti jednake očekivanim.

B. Ispitivanja na principu crne kutije

Da bi ispitivanje simulatora bilo potpuno potrebno je ispitati rad simulatora od učitavanja binarnih DSP naredbi do izvršavanja naredbi na procesoru računara na kojem se simulator izvršava. Simulator je potrebno gledati kao crnu kutiju na čiji se ulaz daju ispitni slučajevi, a na izlazu se posmatraju rezultati izvršavanja naredbi. Grafički prikaz rada na principu crne kutije, dat je na sl. 4.



Sl. 4. Korišćenje simulatora na principu crne kutije.

Skup ispitnih slučajeva kojima se proverava tačnost simulatora, čine dva podskupa:

- ispitni slučajevi koji proveravaju GNU C programski prevodilac (GCC).
- ispitni slučajevi napisani na osnovu sopstvenog iskustva projektanta u korišćenju simulatora

GCC je programski prevodilac koji prevodi kod napisan u C jeziku na jezik namenjen GNU operativnom sistemu. Skup GNU C ispitnih slučajeva sadrži ispitne slučajeve

koji su namenjeni ispitivanju rada GCC-a. Za potrebe ispitivanja simulatora, iz ove grupe ispitivanja isključena su ispitivanja koja koriste arhitekturu pokretnog zarez a i ispitivanja čije instrukcije nisu podržane od strane DSP-a koji se simulira.

Svi ispitni slučajevi napisani su u C programskom jeziku. Svaki ispitni slučaj proverava funkcionalnost određenog dela simulatora. Ispitni slučaj definiše vrednost ulaza u simulator i očekivani rezultat koji simulator treba da proizvede da bi se smatrao tačnim. Na sl. 5 je prikazan primer ispitnog slučaja napisanog u C programskom jeziku i očekivani rezultat rada simulatora.

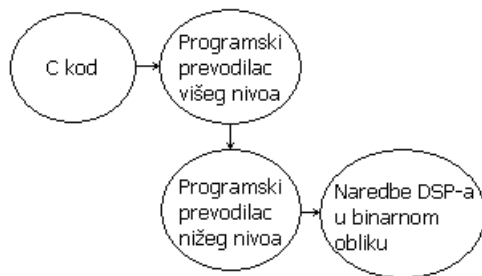
```
f (x)
{
    if (x != 0 || x == 0)
        return 0;
    return 1;
}

main ()
{
    if (f (3))
        abort (); ← Greska u simuliranju
    exit (0); ← Očekivani rezultat
}
```

Sl. 5. Ispitni slučaj napisan u C kodu.

Ukoliko bi se ispitivanje završilo pozivom funkcije *abort*, rezultat ispitivanja bi ukazivao na grešku u radu simulatora. Problem bi se u ovom slučaju odnosio na netačno izvršavanje funkcije *f(x)*.

Ispitni slučaj napisan u C programskom kodu, potrebno je prevesti u niz binarnih naredbi DSP-a. Prevođenje se vrši u dve faze. Prva faza predstavlja prevođenje C programskog koda na niži programski jezik pomoću programskog prevodioca višeg nivoa. U drugoj fazi niži programski jezik se prevodi pomoću programskog prevodioca nižeg nivoa u niz binarnih naredbi DSP-a, kao sto je prikazano na sl. 6



Sl. 6. Faze prevođenja C koda.

Kao programski prevodilac višeg nivoa korišćen je *Cirrus C compiler* (skr. CCC), razvijen na Katedri za računarsku tehniku i računarske komunikacije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Dobijene binarne naredbe DSP-a, predstavljaju ulaz u simulator, kao sto je prikazano na sl. 4. Izvršavanjem naredbi DSP-a, dobijaju se rezultati rada simulatora. Ukoliko su rezultati jednaki očekivanim, rad simulatora se smatra tačnim.

IV. ISPITIVANJE NA KONKRETNOJ APLIKACIJI

U poslednjoj fazi ispitivanja simulatora, simulator je ispitivan u radu nad konkretnom aplikacijom - *Onkyo*. Aplikacija je razvijena na Katedri za računarsku tehniku i

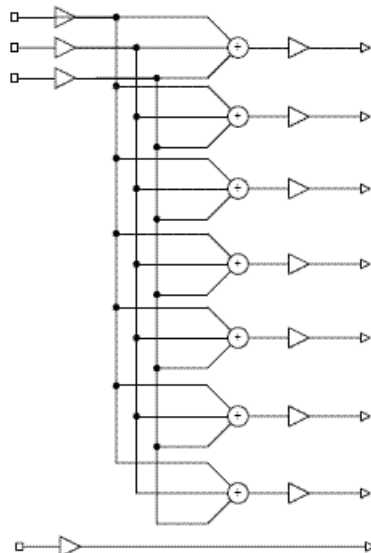
računarske komunikacije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. *Onkyo* je aplikacija koja izvršava logičko povećanje broja izlaznih signala u odnosu na broj ulaznih signala. Simulacijom ove aplikacije ispituje se funkcionisanje simulatora u konkretnoj aplikaciji.

Aplikacija se ispituje poređenjem izlaznih rezultata rada DSP-a i simulatora, kao sto je prikazano na sl. 7.



Sl. 7. Diagram ispitivanja *Onkyo* aplikacije.

Ulazni podaci predstavljaju četvorokanalni ulaz, a izlaz predstavlja logički proširen, osmokanalni izlaz, kao sto je prikazano na sl.8.



Sl. 8. *Onkyo* aplikacija.

Uz svaki ulazni i izlazni kanal pridružen je koeficijent koji utiče na vrednost ulaznog ili izlaznog podatka. Izlazni podaci dobijaju se matematičkim operacijama nad predviđenim ulaznim podacima. Ukoliko su podaci nakon obrade DSP-a i simulatora istovetni, za iste ulazne podatke i koeficijente, rezultat rada simulatora se smatra tačnim.

Ova vrsta ispitivanja nije detaljna kao ispitivanje na principu crne kutije, ali ona daje informaciju o tačnosti rada simulatora u konkretnoj aplikaciji.

V. ZAKLJUČAK

Problem ispitivanja tačnosti simulatora proizilazi iz nedostataka tačno definisanog skupa ispitivanja koje mora da zadovolji simulator da bi odgovarao funkcionalnosti DSP-a. Usled nedostatka definisanog skupa ispitnih slučajeva, koristi se kombinacija više različitih vrsta ispitivanja.

Simulator DSP-a, opisan u ovom radu, imitira 68% naredbi od ukupnog broja naredbi DSP-a. Grupa ispitivanja, opisana u ovom radu, ispituju tačnost realizacije tih instrukcija. Naredbe koje nisu pokrivene

opisanim grupama ispitivanja, čine skup manje korišćenih naredbi izdvojenih na osnovu sopstvenog iskustva proektanta simulatora.

Pravac daljeg razvoja bi bio bolje definisanje skupa ispitnih slučajeva koje treba da zadovolji simulator DSP-a. Definisanjem skupa ispitivanja povećava se pouzdanost ispitivanja simulatora DSP-a.

LITERATURA

- [1] Stefan Kraemer, Lei Gao, Jan Weinstock, Rainer Leupers, Gerd Ascheid and Heinrich Meyr; HySim: A Fast Simulation Framework for Embedded Software Development, Institute for Intergrated Signal Processing Systems RWTH Aachen Universitz, GermanyCirrus Clogic, 2005W.K. Chen, Book style. Belmont, CA: Wadsworth, 1993, pp. 1–15.
- [2] Zarić Zoran, Miodrag Đukić, Marko Gajić, Miroslav Popović, Jedan koncept optimizacije tehnike za iskorišćenje adresne jedinice u C kompajleru, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Odsek za računarsku tehniku i računarske komunikacijeB. Smith, “Unpublished work style,” unpublished.
- [3] Coyote 32 bit DSP: Instruction Set and Arhitecture Reference Manual DS641ISA3, Cirrus Clogic, 2005G. Young, “Book style with paper title and editor,” in Plastics, 2nd ed. vol. 3, J. Peters, Ed. New York: McGraw-Hill, 1964, pp. 1–9.
- [4] Rob savoye, DejaGnu – The GNU testing framework, Free software Foundation
- [5] Miodrag Đukic, Nenad Četić, Radovan Obradović, Miroslav Popović - An Approach to Instruction Set Compiled Simulator Development Based on a Target Processor C Compiler Back-End Design, ECBS EERC 2009

ABSTRACT

This paper describes the problem of verification a simulator of Coyote 32 bit digital signal processor core. The problem of verification is based on defineing a group of tests which a simulator have to pass to consider it is verified. In this paper there are defined tree types op tests: purpose tests, tests based on a priciple of a black box and tests on an a working aplication. Simulator is implemented in C programing language.

AN APPROACH TO THE VERIFICATION OF DIGITAL SIGNAL PROCESOR SIMULATOR

Aleksandar Zorić, Miodrag Đukić, Nebojša Zorić,
Jelena Kovačević

**REALIZACIJA KOMUNIKACIONOG PROTOKOLA IEC 60870-5-101 ZA
AKVIZICIONO UPRAVLJAČKI SISTEM GAUS****REALIZATION OF THE COMMUNICATION PROTOCOL IEC 60870-5-101 FOR DATA
ACQUISITION AND CONTROL SYSTEM GAUS**Vladan Skoko, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je opisana realizacija komunikacionog protokola prema standardu IEC 60870-5-101, koji je uobičajen način prenosa podataka u savremenim sistemima za nadzor i upravljanje elektrodistributivnom mrežom. Posle prikaza osnovnih relevantnih elemenata skupa standarda IEC 60870-5, predstavljeno je rešenje protokola IEC 60870-5-101 na upravljačkoj strani. Na kraju je dat prikaz programske podrške rukovaoca protokola koja je ugrađena u akviziciono upravljački sistem GAUS.

Abstract – This paper presents realization of the IEC 60870-5-101 communication protocol, which is very common in the modern SCADA for power distribution systems. Along with the 60870-5-101 protocol and its realization at the control side, a set of underlying IEC 60870-5 standards is briefly described. Finally, paper ends with the description of the software implementation of adequate protocol handler in the SCADA system GAUS.

Ključne reči: IEC, komunikacioni protokol, SCADA, GAUS

1. UVOD

Upravljanje savremenim elektrodistributivnim sistemima danas je nezamislivo bez primene adekvatnog SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) sistema za daljinski nadzor i upravljanje.

Ovaj rad nastao je kao potreba da se upotpuni mogućnost primene akviziciono upravljačkog sistema GAUS u sistemima za prenos i distribuciju električne energije. Imajući u vidu stvarno stanje u većini srpskih elektrodistribucija (radio prenos, poludupleks, prisutnost opreme sa adekvatnom komunikacionom podrškom), kao i pogodnost realizacije u okviru programske podrške sistema GAUS, krenulo se u realizaciju nebalansiranog IEC 60870-5-101 protokola na upravljačkoj strani komunikacione veze.

To znači da je izabran protokol koji se izvršava na centralnoj SCADA stanici i koji prozivkom udaljenih telemetrijskih stanica (mehanizmom upit – odgovor) prikuplja procesne podatke.

NAPOMENA:

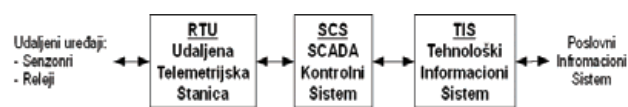
Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Branislav Atlagić, vanr.prof.

1.1. Akviziciono upravljački sistemi

Akviziciono upravljački sistem (SCADA) predstavlja skup namenskih i distribuiranih računarskih modula, čiji je zajednički cilj ostvarenje funkcija nadzora i upravljanja fizičkim procesom u realnom vremenu. Osnovna funkcija SCADA sistema je ciklična akvizicija digitalizovanih odmeraka različitih fizičkih veličina koje određuju stanje proizvoljnog tehnološkog (fizičkog) procesa.

GAUS (*Generalizovani Akviziciono Upravljački Sistem*) predstavlja integrisani upravljački sistem projektovan tako da omogući efikasnu i pouzdanu platformu za uspešnu realizaciju kompleksnih SCADA sistema za daljinsko upravljanje.

Slika 1. prikazuje hijerarhijski rasporedene GAUS komponente od udaljenih procesnih uređaja do poslovnog informacionog sistema.



Slika 1. Raspored glavnih GAUS komponenti

1.2. Uređaji SCADA sistema u podstanici

Termin inteligentni elektronski uređaj (IED: *Intelligent Electronic Device*) u opštem smislu označava mikroprocesorski kontroler, koji u okviru elektro-energetske podstanice izvršava razne funkcije električne zaštite, lokalnog upravljanja, nadzora i kontrole, uz mogućnost direktne komunikacije sa SCADA sistemom.

Udaljena telemetrijska stanica, ili RTU (*Remote Terminal Unit*), je računarska komponenta instalirana na geografski udaljenoj lokaciji podstanice, kao deo ukupnog SCADA sistema, sa zadatkom da nadgleda, kontroliše i izvršava akviziciju podataka sa procesnih uređaja i da ih prenese do centralne SCADA upravljačke stanice.

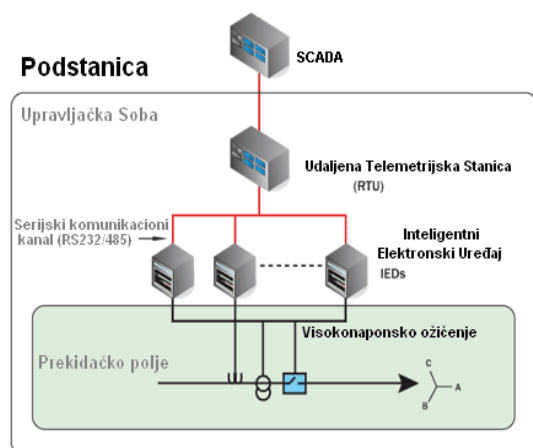
U elektroenergetskim aplikacijama u Evropi, RTU i SCADA najčešće komuniciraju preko IEC 60870-5-101 komunikacionog protokola.

Slika 2. ilustruje način povezivanja energetske opreme, IED i RTU uređaja u jedinstven sistem daljinskog nadzora i upravljanja.

1.3. Otvoreni komunikacioni sistemi

Sistemi koji se pridržavaju specifikacije i pravila koja su dostupna svakom, nazivaju se otvoreni sistemi (*Open Systems*). Oni omogućavaju da se uređaji bilo kog proizvođača, koji se drže odgovarajućih standarda, nepromenjeni koriste na mreži. Referentni model otvorenog povezivanja sistema (OSI: *Open Systems Interconnection Reference model*), definisan od strane

međunarodne organizacije za standardizaciju (ISO: *International Standards Organization*), dao je ogroman doprinos razvoju komunikacijskih sistema.



Slika 2. Komunikacija SCADA-e i IED-a preko RTU-a

U oblasti SCADA i RTU komunikacija postoji potreba za jednostavnijim modelom. Takav model je EPA (*Enhanced Performance Architecture*), koji predstavlja troslojni podskup sedmoslojnog OSI modela (Slika 3.) i čine ga: fizički sloj, sloj veze podataka i aplikativni sloj.

Aplikativni sloj	Aplikativni sloj
Sloj prezentacije	-
Sloj sesije	-
Transportni sloj	-
Mrežni sloj	-
Sloj veze	Sloj veze podataka
Fizički sloj	Fizički sloj
OSI model	EPA model

Slika 3. Uporedni prikaz sedmoslojnog OSI i troslojnog EPA modela

1.4. Skup standarda IEC 60870-5

Međunarodna elektrotehnička komisija IEC (*International Electrotechnical Commission*) je svetska organizacija za standardizaciju sastavljena od nacionalnih elektrotehničkih komiteta (*IEC National Comitees*).

Kao rezultat rada ove grupe nastao je IEC 60870-5, skup standarda koji definiše protokole za daljinsko upravljanje, zaštitu i unutrašnju komunikaciju u okviru elektroenergetskog sistema.

IEC 60870-5 (*Telecontrol equipment and systems – Part 5: Transmission protocols*) čine pet osnovnih standarda:

- IEC 60870-5-1 *Section 1: Transmission frame formats*

Sekcija 1 definiše osnovne zahteve koji treba da budu podržani u uslugama na fizičkom sloju i sloju veze podataka. Ovaj standard pruža izbor od četiri formata okvira podataka (FT1.1, FT1.2, FT2 i FT3), svaki sa

različitim stepenom sigurnosti podataka. Takođe je dat opis kodiranja i sinhronizacije okvira podataka, promenljive i fiksne dužine, koji zadovoljavaju zahteve integriteta podataka. Skup pravila prenosa podataka kroz fizičku mrežu je takođe definisan.

- IEC 60870-5-2 *Section 2: Data link transmission services*

Sekcija 2 specificira funkcije prenosa podataka, u balansiranom i nebalansiranom režimu, definisanih na sloju veze podataka. Termini balansirani i nebalansirani režim opisuju koja stanica može da inicira komunikaciju. U nebalansiranim sistemima to može da uradi samo upravljačka (master) stanica, pa se podaci sa krajnjih stanica prikupljaju na zahtev upravljačke stanice. U balansiranom režimu sve stanice mogu da iniciraju komunikaciju.

- IEC 60870-5-3 *Section 3: General structure of application data*

Sekcija 3 daje osnovna pravila pakovanja jedinica aplikacionih podataka u transportne okvire prenosa. Takođe ova sekcija opisuje generalnu strukturu aplikacionih podataka, bez specificiranja detalja o sadržaju informacionih polja u okviru te strukture.

- IEC 60870-5-4 *Section 4: Definition and coding of information elements*

Sekcija 4 nudi skup informacionih elemenata, kao što su digitalne i analogne procesne variable, koji se često koriste u aplikacijama za daljinsko upravljanje i propisuje pravila za definisanje novih informacionih elemenata.

- IEC 60870-5-5 *Section 5: Basic information functions*

Sekcija 5 definiše osnovne aplikacione funkcije koje izvršavaju standardne operacije daljinskog upravljanja sistemima. Ove funkcije čine sloj korisničkog procesa koji se nalazi iznad aplikativnog sloja, pa se u komunikaciji oslanja na standardne usluge tog sloja.

1.5. Združeni standard IEC 60870-5-101

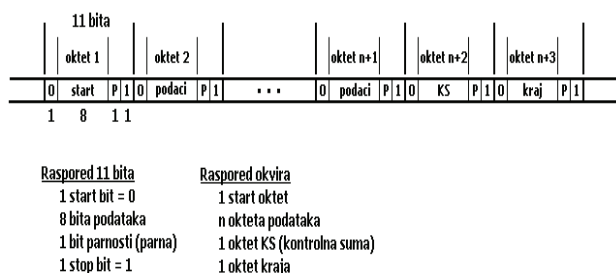
Združeni standard IEC 60870-5-101 definiše protokol za komunikaciju SCADA sistema i RTU uređaja, tačnije skup metoda za razmenu informacija između njih. Ona se bazira na prenosu standardizovanih ASDU (*Application Service Data Unit*) poruka koristeći funkcije na aplikativnom sloju.

2. SPECIFIKACIJA PROBLEMA

Specificiranje funkcionalnosti protokola predstavlja definisanje funkcija na svakom podržanom sloju i definisanje struktura podataka koji se prenose između tih slojeva.

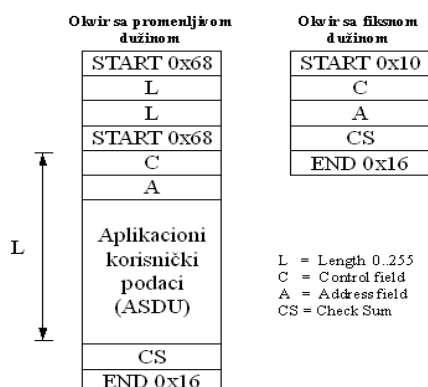
2.1. Format okvira podataka

Združeni standard IEC 60870-5-101 odobrava korišćenje isključivo FT1.2 formata prenosa, sa fiksnom ili promenljivom dužinom bloka korisničkih podataka. Slika 4. prikazuje stvarni model bita u fizičkom kanalu, koji gledajući s leva na desno, predstavljaju jednu poruku.



Slika 4. Raspored bita u formatu FT1.2

Svaka poruka formata FT1.2 se sastoji od početnog znaka (68H ili 10H), korisničkih podataka, kontrolne sume i znaka kraja (16H), kao na slici 5.



Slika 5. FT1.2 format okvira sa promenljivom i fiksnom dužinom

2.2. Struktura ASDU poruke

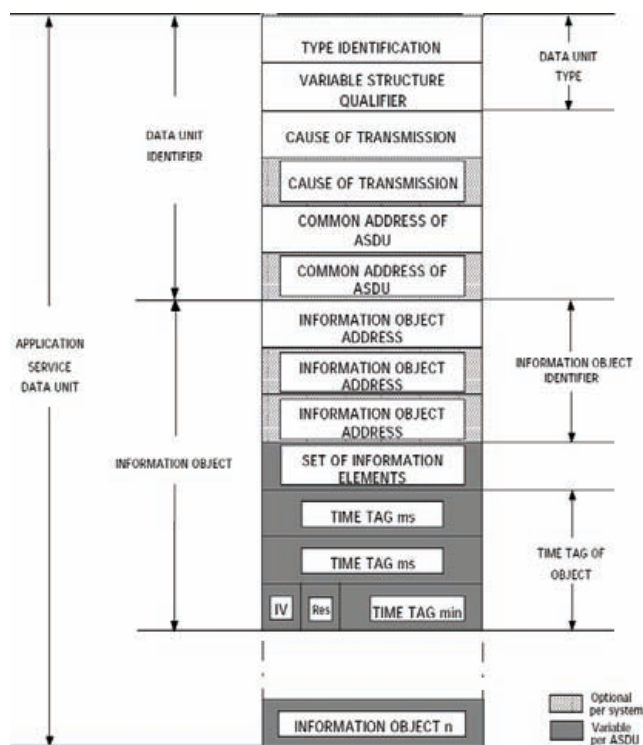
IEC 60870-5-101 standard na aplikativnom sloju definiše odgovarajuću strukturu kojom se prenose procesni podaci. Ova struktura (ASDU) je sastavljena od informacionih polja definisanih generalnom strukturom u IEC 60870-5-3 standardu. Prema tome struktura ASDU-a za ovaj protokol, prikazana na slici 6, predstavlja podskup generalne strukture.

3. IMPLEMENTACIJA REŠENJA

Programsko rešenje realizovano je pomoću *Microsoft Visual Studio 2005* razvojnog okruženja u programskom jeziku C/C++ korišćenjem standardnih *Windows* biblioteka.

U prvoj fazi razvoja ovog protokola izvršena je temeljna analiza funkcionalnosti slojeva u okviru IEC 60870-5-101 standarda, na čijoj osnovi je implementirano realno rešenje komunikacije između upravljačke i krajnje stanice. U drugoj fazi pronađena je specifikacija realnog RTU uređaja pomoću koje je formiran GAUS konfiguracioni model za dati uređaj. Izabrani uređaj je ATLAS-RTL, proizvođača IMP. Na kraju, u trećoj fazi dolazi do implementacije programske podrške upravljačke strane IEC 60870-5-101 protokola za GAUS sistem. Na upravljačkoj stanici realizovane su sledeće komunikacione procedure:

- Inicijalizacija stanice (*Station initialisation*),
- Generalna prozivka (*General interrogation*) i
- Prenos komande (*Command transmission*)



Slika 6. Struktura ASDU poruke

3.1. Realizovane komunikacione procedure

Inicijalizacija stanice (*Station initialisation*) služi za inicijalizaciju RTU uređaja tj. za postavljanje uređaja u radni režim.

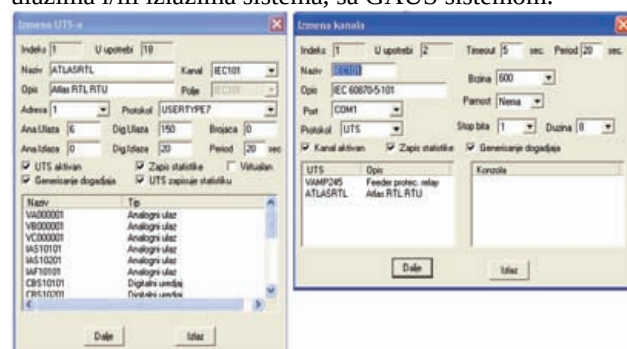
Generalna prozivka (*General interrogation*) služi za ažuriranje upravljačke stanice (SCADA sistema) stvarnim vrednostima procesnih promenljivih RTU uređaja.

Prenos komande (*Command transmission*) služi za uzrokovanje promene stanja operativne opreme (digitalnih uređaja). Postoje dve standardne procedure za prenos komande:

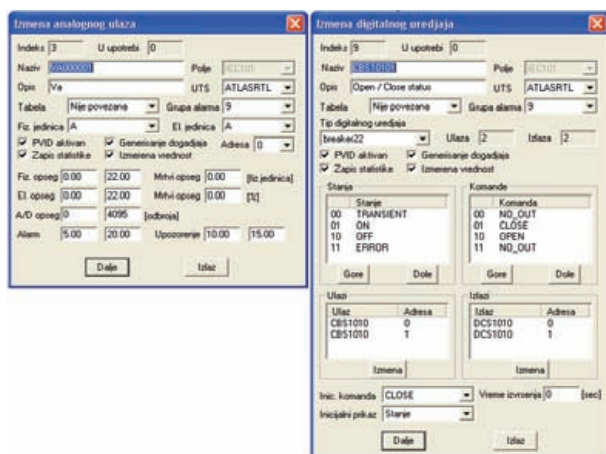
1. Select i execute komanda
2. Direktna komanda

3.2. Ugradnja protokola IEC 60870-5-101 u GAUS sistem

Upotrebom alata START vrši se postupak logičke konfiguracije akviziciono upravljačkog sistema GAUS. Suštinu konfiguracije čini povezivanje merno-regulacionih komponenti, predstavljenih procesnim ulazima i/ili izlazima sistema, sa GAUS sistemom.



Slika 7. Prikaz konfiguracije kanala i RTU-a u START alatu



Slika 8. Prikaz konfiguracije procesnih ulaza/izlaza u START alatu

Programski rukovalac protokolom IEC 60870-5-101 za potrebe jednostavnog održavanja koristi konfiguracionu datoteku. U datoteci je definisana dužina adrese informacionog objekta, indikator da li se koristi direktna komanda ili select komanda praćena execute komandom, tipovi poruka sa IEC adresama informacionih objekata i njima korespondentnim GAUS adresama.

3.3. Realizacija programske podrške za GAUS sistem

GAUS je složen distribuiran sistem koji se sastoji iz više modula. Za uspostavljanje komunikacije sa mrežom zaštitnih uređaja koristi se modul AUB. AUB je akviziciono upravljački blok i sastavni je deo nadzorno upravljačke stanice.

Aplikacija AUB definiše infrastrukturu za lako dodavanje programske podrške za nove komunikacione protokole. Programska podrška koja realizuje neki od komunikacionih protokola treba da ima formu dinamičke biblioteke (DLL-a) i da implementira funkciju *CallFun*, preko koje se prozivaju aplikacione funkcije protokola. Ove funkcije su standardizovane za sve protokole sistema GAUS, i obuhvataju funkcije kostura protokola za pakovanje poruka, pripremu poruka i slanje, formiranje ili obradu bloka podataka, proveru ispravnosti primljenog okvira i sl.

4. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljen koncept protokola IEC 60870-5-101, namenjenog komunikaciji SCADA sistema i skupa RTU uređaja. Na osnovu specifikacije standarda, za programski sistem GAUS je razvijen adekvatan rukovaoc IEC 60870-5-101 protokola, i proveren u radu sa realnim uređajem – RTU stanicom ATLAS-RTL.

Nastavak ovog rada bi moglo da bude upotpunjavanje skupa realizovanih procedura, razvoj RTU strane protokola, kao i realizacija balansiranog komunikacionog protokola IEC 60870-5-101.

5. LITERATURA

- [1] Gordon Clarke, Deon Reynders, Edwin Wright: *Practical Modern SCADA Protocols: DNP3.0, 60870-5 and Related Systems*, Elsevier, 2004.
- [2] Branislav Atagić: *Generalizovani akviziciono upravljački sistem GAUS*, Skripta iz predmeta Programska podrška u realnom vremenu, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Katedra za računarsku tehniku i računarske komunikacije, Novi Sad, 2003.
- [3] Norwegian IEC 60870-5-101 User Conventions, Approved version, Revision no. 2 International standards IEC 870-5
- [4] AtlasMax-RTL (višefunkcijski računar), Institut Mihajlo Pupin, <http://www.imp.bg.ac.yu/SR/Products/pdfs/ATLASMax-RTL-SRP%20Novo.pdf>

Kratka biografija:



Vladan Skoko rođen je u Bijeljini 05.12.1985. god. Bachelor rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarska tehnika i računarske komunikacije odbranio je 2009. god.

DISTRIBUIRANA APLIKACIJA ZA PRIKAZ ZBIRNOG STANJA REAL TIME
SERVERA DMS SOFTVERADISTRIBUTED APPLICATION FOR PRESENTATION REAL TIME DMS SOFTWARE
SERVERS STATE

Marina Tadić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

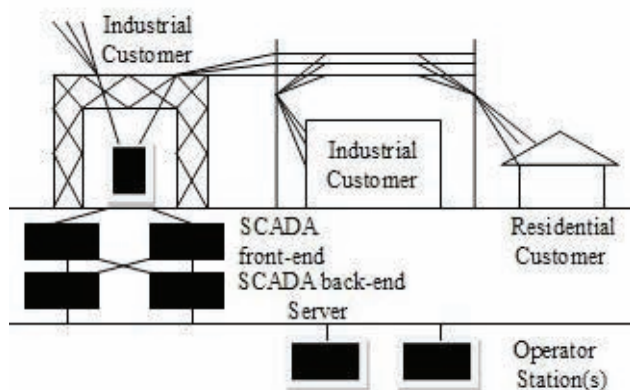
Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljena je web aplikacija koja se koristi za praćenje stanja čvorova u RTS klasteru DMS softvera. Opisano je kako je web aplikacija realizovana, i kako se koristi i integriše u DMS.

Abstract – This paper presents web application that is used for monitoring nodes in the RTS cluster of DMS software. The web application implementation is described, as well as how it is used and integrated into DMS.

Ključne reči: Distribution Management System, Real Time Server, Web Application

1. UVOD

Distribution Management System (DMS) projekat se razvija u okviru DMS grupe u Novom Sadu. Osnovni cilj projekta jeste razvoj ekspertskog softvera za upravljanje sistemima za distribuciju električne energije. DMS softver obezbeđuje centralizovano i daljinsko upravljanje elektrodistributivnom mrežom. Veza DMS-a i elektrodistributivne mreže prikazana je na Slici 1 [3].



Slika 1. Veza DMS-a i elektrodistributivne mreže

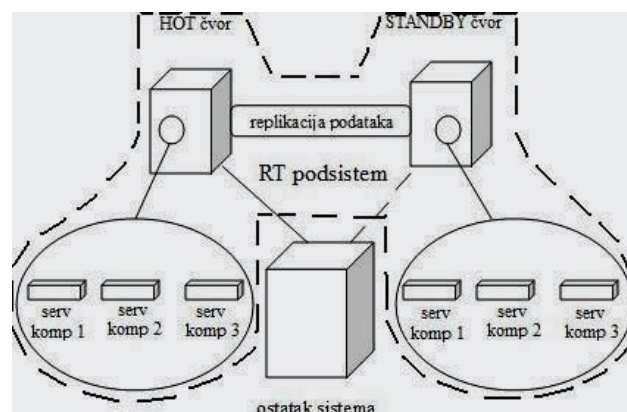
2. OPIS REŠAVANOG PROBLEMA

DMS se sastoji od serverskih komponenti koje zajedno obezbeđuju funkcionalnost sistema. Obezbeđivanje otpornosti sistema na greške (**Fault Tolerance**) zasnovano je na principu redundantnosti sistema (Slika 2.). Tako je RTS klaster podeljen na dve hardverski nezavisne celine – čvorove. Dva čvora imaju identične hardverske karakteristike, a poseban deo sistema obezbeđuje jednakost podataka tokom rada.

NAPOMENA:

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

Jedan od dva čvora je aktivan (**Hot**), dok je drugi neaktivan (**Standby**). Aktivan čvor učestvuje u funkcionisanju sistema, dok neaktivan čvor stoji u stanju pripravnosti i služi kao rezerva u slučaju da dođe do otkaza u aktivnom čvoru. Kako do otkaza može doći u bilo kom trenutku, neaktivan čvor treba da je spreman da preuzme ulogu aktivnog čvora. Ovo preuzimanje uloge naziva se **failover**, a ceo proces vezan za postizanje otpornosti sistema na greške naziva se arbitracija.



Slika 2. Real Time podsistem u okviru DMS-a

Po svojoj prirodi, serverske komponente se ponašaju kao konačni automat (mašina stanja). Komponente, kao i sam čvor, mogu se nalaziti u nekom od stanja koja se nazivaju kontrolna stanja. Odgovarajuću promenu stanja, uzrokuju kontrolni događaji.

Server DMS-a, koji je zadužen za nadgledanje stanja DMS servera je **System Monitor**. Svaki čvor u DMS-u ima svoj **System Monitor**, koji prati stanja servera koji se nalaze u tom čvoru. Ukoliko bilo koji od servera u nekom čvoru ne obavlja svoju funkciju, **System Monitor** to detektuje i drugi čvor preuzima vodeću ulogu u radu DMS-a.

Ukoliko je nekoj klijentskoj aplikaciji potrebno da zna kakvo je stanje čvorova u DMS-u, **System Monitor** joj pruža tu mogućnost. Najbitnije funkcije **System Monitor**-a, koje su na raspolaganju klijentskoj aplikaciji, su: arbitracija RTS klastera, provera stanja čvora za koji je taj **System Monitor** zadužen i **failover** čvora.

Klijentska aplikacija, kojoj su zanimljiva stanja čvorova u DMS-u, je i **System Monitor Web Service**.

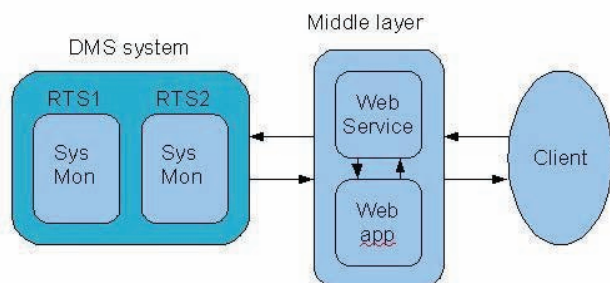
2.1. Funkcionalni zahtevi

Osnovni funkcionalni zahtevi koje **System Monitor Web Service** treba da zadovolji su: da je dostupan pomoću **Internet** protokola, da minimalno opterećuje DMS, da

ima unapred definisana ponašanja u slučaju grešaka, da podržava automatsku distribuciju i instalaciju, kao i jednostavno održavanje.

Dodatni funkcionalni zahtevi su: da je jednostavan za korišćenje, i da što manje zavisi od specifičnih karakteristika DMS-a.

Slika 3. prikazuje integraciju **System Monitor Web Service** sa DMS-om.



Slika 3. Integracija System Monitor Web Service sa DMS-om

Klijenti ne treba da imaju mogućnost bilo kakve interakcije sa DMS-om.

System Monitor Web Service treba da podrži **standalone** i **dual** konfiguraciju DMS sistema.

2.1.1. Stanje sistema

System Monitor Web Service treba da omogući predstavljanje stanja svakog RTS čvora u RTS klasteru. Stanja čvorova u RTS klasteru se moraju periodično proveravati i prikazivati klijentu. Period osvežavanja treba da bude parametar koji će se podešavati kroz neki konfiguracioni fajl. Ukoliko pokušaj da **System Monitor Web Service** sazna stanje čvorova ne uspe (dode do prekida konekcije ili iz nekih drugih razloga) klijent se o tome mora obavestiti i nastaviti periodično propitivanje za stanje čvorova.

System Monitor Web Service treba da omogući klijentima DMS softvera da putem **Internet** protokola prate stanje čvorova u RTS klasteru. **System Monitor Web Service** mora biti lak za integraciju u DMS softver.

2.1.2. Web browser

Da bi klijent mogao da prati stanje RTS čvorova preko **web**-a potrebno je da ima neki od **Internet** pretraživača i da ima izlaz na **Internet**. Od klijenta su maksimalno sakrivene sve tehnologije koje mu to omogućavaju i sve ostalo što je potrebno da bi **System Monitor Web Service** funkcionisao. To je jedan od parametara koji određuju kvalitet servisa koji se pruža klijentima. **System Monitor Web Service** ne sme zavisiti od pretraživača u kom se prikazuje, mora podržavati: **Mozilla Firefox** (verziju 2 i 3), **Internet Explorer** (verziju 6,7 i 8), **Chrome** (verziju 3 i 4), **Opera** (verziju 8 i 9) i **Safari** (verziju 3 i 4).

2.1.3. Korisnička sesija

System Monitor Web Service mora voditi računa o korisničkoj sesiji. Korisnička sesija počinje kada klijent

unesu adresu **web** aplikacije u **web browser** i pošalje zahtev za dobijanje stanja čvorova u RTS klasteru. Ako klijent određen period ne šalje zahteve za stanje čvorova, korisnička sesija se prekida.

2.1.4. Očekivano ponašanje System Monitor Web Service u slučaju grešaka

Greške i definisana ponašanja:

- ako je klijent uneo pogrešno korisničko ime i lozinku, prikazati klijentu stranu na kojoj će jasno biti naznačeno da su korisničko ime i lozinka pogrešni,
- ako je došlo do prekida konekcije između klijenta i **Web** aplikacije, prikazati klijentu stranu koju formira **web browser**. Stranica koju **web browser** formira treba da sadrži poruku da **web** stranica, na koju klijent želi da ode, nije dostupna, i da su mogući razlozi za to: prekid veze sa **Internet**-om, problem sa **web** aplikacijom ili pogrešno uneta **web** adresa,
- ako je došlo do prekida konekcije između **Web** aplikacije i **Web** servisa, prikazati klijentu stranu sa porukom da **Web** servis nije dostupan, i da pokuša ponovo kasnije,
- ako je došlo do prekida konekcije između **Web** servisa i nekog od čvorova u RTS klasteru, prikazati klijentu stranu na kojoj će se za čvor, ka kome je došlo do prekida konekcije, prikazati da nije dostupan, a za drugi čvor će se prikazati njegovo stanje.

2.2. Korisnički interfejs

Web aplikacija treba da sadrži dve forme: formu za logovanje korisnika i formu koja prikazuje stanje čvorova u RTS klasteru.

Obe forme treba da imaju zaglavlje, podnožje i centralni deo.

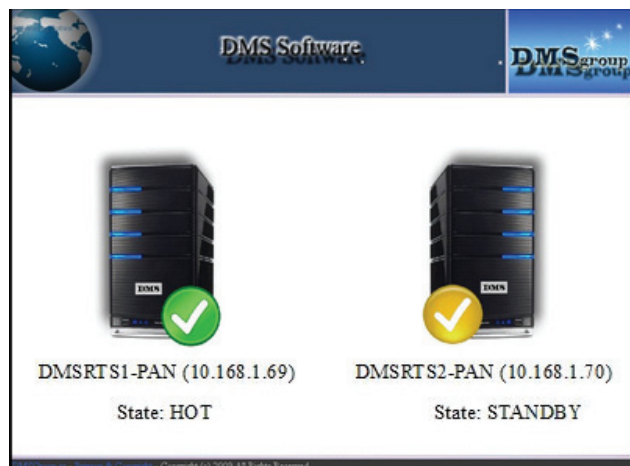
Stranica za logovanje sa zaglavljem, podnožjem i centralnim delom je prikazana na slici 4.



Slika 4. Stranica za logovanje na System Monitor Web Service

Stranica za logovanje služi za autentifikaciju i autorizaciju klijenata.

Stranica za prikaz stanja čvorova u RTS klasteru sa zaglavljem, podnožjem i centralnim delom je prikazana na slici 5.



Slika 5. Stranica za prikaz stanja čvorova u RTS

Stanja u kojima se čvorovi u RTS klasteru mogu naći su: **uninit**, **init**, **ready**, **hot**, **standby**, **shutdown**, **switch** i **failed** [5]. Ukoliko za neki čvor nije moguće proveriti stanje, korisniku će, za taj čvor biti prikazano „**not reachable**“. Svako stanje se prikazuje određenom slikom. Na slici 6. su prikazana stanja u kojima se čvor može naći, kao i slučaj „**not reachable**“.



Slika 6. Stanja čvorova i slučaj not reachable

3. OPIS REŠENJA SYSTEM MONITOR WEB SERVICE

Za implementaciju **System Monitor Web Service** korišćeni su: **Web** i **Java platform** za klijente, **JSP** i **Servlet**-i, **Web Service** i **CORBA** [1].

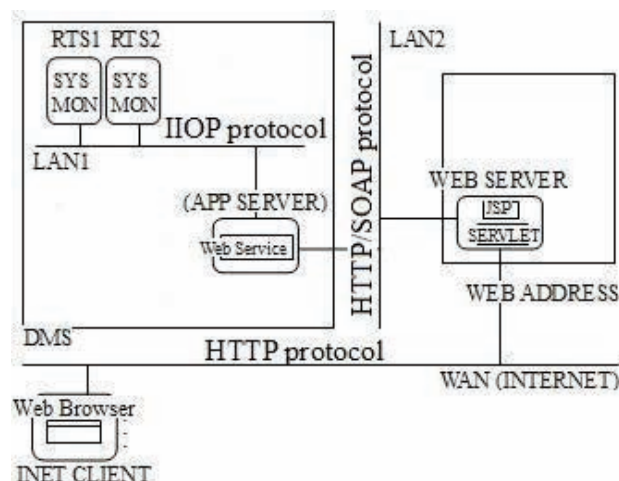
System Monitor Web Service se oslanja na jedan **web** server i jedan aplikativni server. **Web** server je potreban zbog jsp strana i servleta, a **Application** server je potreban zbog **Web** servisa. Aplikativni server mora se nalaziti u lokalnoj mreži sa DMS-om, dok se **Web** server može nalaziti u lokalnoj mreži sa aplikativnim serverom ili između njih može biti **Internet**.

Između klijenta (**web browser**-a) i **web** aplikacije koja se nalazi na **web** serveru se koristi HTTP protokol, između **web** aplikacije na **web** serveru i **web** servisa na aplikativnom serveru se koristi HTTP/SOAP protokol, a između **web** servisa na aplikativnom serveru i DMS-a se koristi IIOP protokol.

U realizaciji **System Monitor Web Service** i za aplikativni i za **web** server korišćen je **JBoss 4.2.1**.

Serveri u DMS-u pisani su u programskom jeziku C++, a **Web** servis je pisan u Javi. Komunikacija između **Web** servisa i servera u DMS-u ostvarena je preko CORBA-e.

Na slici 7. može se videti način na koji je **System Monitor Web Service** koncipiran.



Slika 7. Koncept System Monitor Web Service

Web aplikacija se sastoji od nekoliko jsp strana i jednog servleta koji je zadužen za komunikaciju sa **Web** servisom [2].

Jsp strane **web** aplikacije su: stranica za logovanje, stranica za prikaz stanja čvorova u RTS klasteru (prilikom automatskog osvežavanja stanja čvorova ne učitava cela strana ponovo, nego se samo u frejmu učitava stranica za prikaz stanja čvorova), kao i stranica koja se prikazuje ukoliko dođe do prekida konekcije ili neke druge greške.

Da bi klijent video stanje čvorova u RTS klasteru, potrebno je da otvori neki od **Internet** pretraživača (**Mozilla Firefox**, **Internet Explorer**, **Chrome**, **Opera**, **Safari**) i da ukuca adresu **web** aplikacije. Klijentu će biti prikazana stranica na kojoj je potrebno da unese korisničko ime i lozinku, koji će se koristiti za logovanje na **System Monitor** radi provere stanja čvorova.

Nakon uspešne autentifikacije korisniku će biti prikazana strana na kojoj može da prati stanje čvorova u RTS klasteru.

U servletu **web** aplikacije se kupe podaci koje je korisnik uneo prilikom logovanja i pakuju u xml, izvlače se iz konfiguracionog fajla podaci koji su potrebni za poziv **web** servisa, poziva se **web** servis, šalje mu se xml koji je konvertovan u **SOAP** element i čeka njegov odgovor (**web** servis treba da vrati stanje sistema – čvorova u RTS klasteru).

Web servis omogućuje da **web** aplikacija bude na nekom udaljenom mestu, a ne u lokalnoj mreži sa DMS-om. **Web** servis sa **System Monitor**-om komunicira preko **CORBA**-e. Kada primi zahtev, **web** servis proverava da li mu se klijent prvi put obraća. Ako je prvo obraćanje klijenta, **web** servis generiše **cookie** i za njega veže **timer**. **Web** servis se loguje na **System Monitor**. Nakon uspešnog logovanja **Web** servis poziva metodu **System Monitor**-a **getSystemState()** koja mu vraća stanje čvora. **Web** servis kontaktira onoliko **System Monitor**-a koliko ima čvorova u RTS klasteru. Dobijena stanja i **cookie** pakuje u xml, konvertuje u **SOAP** element i to kao odgovor vraća servlet-u.

Ako se iz **web** aplikacije ne traži prvi put stanje sistema, uz zahtev dolazi i **cookie**. Kada primi zahtev **web** servis, preuzme **cookie** iz zahteva, i proveriti da li je **cookie** aktuelan. Ako jeste, on traži stanje od **SystemMonitor**-a za čvorove u RTS klasteru (preskočeno je logovanje na **SystemMonitor**) i vrati odgovor servletu.

Timer koji je vezan za **cookie**, podešen je tako da, ukoliko se iz **web** aplikacije ne šalje zahtev **web** servisu određeno vreme, izaziva poziv **logout**-a **SystemMonitor**-a za čvorove u RTS klasteru, kao i poništavanje **cookie**-ja i **timer**-a.

System Monitor Web Service urađen je tako da se, kada klijent otvori **web** aplikaciju, stanje čvorova osvežava sa periodom koji se može podešavati u konfiguracionom fajlu.

Web aplikacija urađena je tako da pokriva dve grupe test slučajeva: test slučajevi vezani za ponašanje **web** aplikacije prilikom menjanja stanja RTS čvorova u RTS klasteru u različitim trenucima i test slučajevi vezani za prekid mrežne konekcije u različitim tačkama.

Mreže koje u sistemu postoje i na kojima je moguće doći do prekida mrežne konekcije su: LAN1, LAN2 i WAN (**Internet**) (Slika 7) [6].

4. ZAKLJUČAK

Izrada **System Monitor Web Service** sastojala se iz sledećih faza:

- upoznavanje DMS-a,
- analiza zahteva,
- izrada dokumentacije,
- dizajn sistema,
- implementacija,
- testiranje.

Prilikom izrade ovog rada korišćene savremene tehnologije. Uspešno je ostvarena komunikacija između Java klijenta i C++ servera upotrebom **CORBA** tehnologije i IIOP protokola. Drugi način komunikacije je pomoću gotovih **dll**-ova i uz upotrebu JNI (**Java Native Interface**), ali on nije realizovan.

5. LITERATURA

- [1] Branko Milosavljević, Milan Vidaković, Java i Internet Programiranje, Novi Sad, 2002.
- [2] Branko Milosavljević, Slajdovi sa predavanja iz predmeta XML i Web Servisi
- [3] M.Mirković, **DMS Software Overview, DMS Group**
- [4] Ž.Martinčević, S.Marjanović, **Design Specification DMC_SystemMonitor, DMS Group**
- [5] Ž.Martinčević, S.Marjanović, **Requirement Specification DMS_SystemMonitor, DMS Group**
- [6] Ž.Martinčević, S.Marjanović, **Test cases for DMS_SystemMonitor, DMS Group**

Kratka biografija:



Marina Tadić rođena je u Novom Sadu 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranila je 2009.god.

PRAKTIČNI PRIMERI MPC (PREDIKTIVNOG UPRAVLJANJA) BEZ GREŠKE U USTALJENOM STANJU**PRACTICAL EXAMPLES OF MPC WITHOUT STEADY-STATE ERROR**Zlatko Emeđi, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Prediktivno upravljanje na osnovu modela (Model Predictive Control) predstavlja skup srodnih upravljačkih strategija kod kojih se eksplicitno koristi model procesa za izračunavanje nove vrednosti upravljačkih promenljivih minimizacijom pogodnog kriterijuma optimalnosti. U ovom radu opisana su dva standardna MPC algoritma, zasnovana na linearnom modelu sistema, koji pod odgovarajućim uslovima obezbeđuju eliminaciju greške u ustaljenom stanju, i izvršena je njihova implementacija. Implementirani algoritmi su prilagođeni za korišćenje deo-po-deo linearnih modela i izvršene su simulacije na odgovarajućem modelu laboratorijskog postrojenja za regulaciju nivoa tečnosti, a dobijeni rezultati simulacija su analizirani.

Abstract – Predictive control based on model (MPC) designates a wide range of control methods which have in common explicit use of model of the process for obtaining new control sequence by minimizing adequate objective function. In this paper are described and implemented two standard MPC algorithms, based on usage of linear process model, which under certain circumstances ensure elimination of steady-state error. Implemented algorithms were then adapted for usage of piecewise linear models and tested on appropriate model of laboratory system for regulation of liquid level, and obtained results are discussed here.

Ključne reči: MPC, upravljanje bez greške u ustaljenom stanju, praćenje promenljivog cilja.

1. UVOD

Ideja eksplicitnog korišćenja modela sistema za određivanje upravljačkog sistema pojavila se sedamdesetih godina dvadesetog veka. Prediktivno upravljanje bazirano na modelu, odnosno MPC (Model Predictive Control), predstavlja skup upravljačkih strategija kod kojih se eksplicitno primenjuje model sistema zarad izračunavanja vrednosti upravljačkog signala minimizacijom postavljenog kriterijuma optimalnosti ([1]). Ideje koje se, u manjoj ili većoj meri, javljaju u svim MPC strategijama su:

1) eksplicitna upotreba modela za predviđanje izlaza u budućnosti - na osnovu modela sistema, uz korišćenje podataka prikupljenih do posmatranog trenutka (ulazi, izlazi i stanja), može se izvršiti predikcija izlaza, odnosno predstavljanje vrednosti budućih izlaza u funkciji od budućih ulaza. Predikcija izlaza vrši se do određenog

vremenskog trenutka u budućnosti koji se naziva horizont predikcije.

2) izračunavanje upravljačke sekvence minimizacijom kriterijuma optimalnosti - ukoliko se kriterijum optimalnosti upravljanja definiše kao mera odstupanja predviđenih vrednosti izlaza od željene reference, zamenom izlaznih signala, na osnovu jednačina predikcije, ulaznim signalima u kriterijumu, dobija se kriterijum optimalnosti po ulazima čijom minimizacijom se može odrediti upravljačka sekvenca potrebna za optimalno, po zadatom kriterijumu, praćenje reference.

3) pokretni horizont (receding horizon) - u svakom sledećem trenutku odabiranja vrši se predikcija izlaza za određeni broj narednih vremenskih trenutaka pri čemu taj broj, koji se naziva horizontom predikcije, ne zavisi od trenutka posmatranja.

MPC poseduje značajne prednosti u odnosu na druge upravljačke metode od kojih su najbitnije relativno jednostavno podešavanje parametara algoritma zbog intuitivnih koncepata, mogućnost upravljanja sistemima raznovrsnih dinamika (neminimalna faza, nestabilni sistemi, sistemi sa velikim kašnjenjem), jednostavnost rukovanja ograničenjima, kao i uvođenje feed forward komponente upravljanja na prirodan način kompenzovanjem merljivih poremećaja.

Naravno, postoje i određene mane koje ograničavaju mogućnost upotrebe MPC - a. Potrebno je vršiti observaciju poremećaja koji deluju na posmatrani sistem, a izračunavanje upravljačkog signala, koje se svodi na vremenski zahtevno rešavanje problema kvadratnog programiranja zbog prisustva ograničenja, mora se vršiti u svakom trenutku odabiranja. Svakako, MPC zbog svojih kvaliteta predstavlja veoma pogodnu upravljačku strategiju za primenu u industriji.

2. PREDIKTIVNO UPRAVLJANJE NA OSNOVU MODELA**2.1. Osnovne karakteristike MPC - a**

MPC upravljanje je nastalo pod uticajem teorije vezane za LQR (Linear Quadratic Regulator) upravljanje koju je postavio Kalman šezdesetih godina dvadesetog veka. Međutim, u prvom periodu istraživanje vezano za MPC upravljanje bilo je vezano za industriju gde su nastale i primenjene prve verzije kao što su IDCOM (Identification and Command) ([2]) i DMC (Dynamic Matrix Control) ([3]). No, kako je povećavan broj primena postavljena su pitanja robustnosti, stabilnosti, kao i upravljanja nelinearnim sistemima, što je dovelo do, i dalje intenzivnog, interesovanja akademske zajednice za MPC.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Zoran Jeličić.

Svaka MPC strategija izvršava se u tri osnovna koraka:

- 1) vrši se predikcija svih vrednosti izlaza do horizonta predikcije (N_p), odnosno njihovo predstavljanje u funkciji prethodnih ulaza i izlaza i budućih ulaza;
- 2) određuje se sekvenca budućih ulaza minimizacijom kriterijuma optimalnosti koji obično sadrži sumu kvadrata grešaka predviđenih izlaza u odnosu na referentne vrednosti, a može da sadrži i član vezan za kvadrat promene upravljanja kojim se naglašava rad elementa kojim se upravlja, odnosno aktuatora;
- 3) prva vrednost iz upravljačke sekvence primenjuje se na sistem, dok se ostatak odbacuje jer je već u narednom trenutku odabiranja dostupna nova informacija o sistemu u vidu vrednosti izlaza.

2.2. Modeli sistema u MPC strategijama

Najčešće upotrebljeni modeli sistema kod MPC implementacija su modeli impulsnog i step odziva, funkcija prenosa i model u prostoru stanja. Model u prostoru stanja, korišćen u ovom radu, omogućava jednostavno predstavljanje multivarijabilnih sistema. Diskretni model u prostoru stanja može se predstaviti kao

$$\begin{aligned} \mathbf{x}(t+1) &= \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}u(t) \\ y(t) &= \mathbf{C}\mathbf{x}(t), \end{aligned}$$

pri čemu je sa $\mathbf{A}$ označena matrica sistema, $\mathbf{B}$ matrica ulaza i $\mathbf{C}$ matrica izlaza. Ukoliko predikciju vrednosti izlaza u trenutku $t+k$ vršimo u trenutku t (u oznaci $y(t+k|t)$), ta vrednost se može predstaviti u zavisnosti od trenutne vrednosti stanja sistema ($\mathbf{x}(t)$) i budućih vrednosti ulaza ($u(t+k-i)$) data je sa

$$\hat{y}(t+k|t) = \mathbf{C}\hat{\mathbf{x}}(t+k|t) = \mathbf{C}[\mathbf{A}^k\mathbf{x}(t) + \sum_{i=1}^k \mathbf{A}^{k-i}\mathbf{B}u(t+i|t)]$$

2.3. Kriterijum optimalnosti

U opštem slučaju, kod MPC strategija, kriterijum optimalnosti čijom minimizacijom se određuje buduća upravljačka sekvenca ima oblik

$$\begin{aligned} J(N_1, N_2, N_c) &= \sum_{i=N_1}^{N_2} Q(i)[y(t+i|t) - w(t+i)]^2 \\ &+ \sum_{i=1}^{N_c} R(i)[\Delta u(t+i-1)]^2 \end{aligned}$$

Parametar N_c označava upravljački horizont nakon kog se pretpostavlja da je upravljanje konstantno ($u_{t+k} = u_{t+N_c}$ za $k \geq N_c$), a N_1 i N_2 ograničavaju vremenski interval u kom želimo da minimizujemo odstupanje od reference. Podešavanjem vrednosti matrica $Q(i)$ i $R(i)$ može se dati prioritet dostizanju referentne vrednosti ili tome da se upravljački signal što manje menja, ili, postavljanjem vrednosti $Q(i) = \alpha^{N_2-i}$, da se, u zavisnosti od toga da li je α veće ili manje od jedan, naglasi da li je uticaj greške praćenja veći na početku ili na kraju horizonta predikcije.

Takođe, postavljanjem glatke aproksimacije referentne funkcije umesto same reference u kriterijum optimalnosti, obezbeđuje se „gladi“ odziv sistema i manji napor upravljačkog uređaja (aktuatora).

2.4. Ograničenja

Ograničenja su u realnim sistemima skoro uvek prisutna. U procesnoj industriji postoji ograničenje maksimalnog i

minimalnog dejstva aktuatora, kao i opseg moguće brzine promene tog dejstva. Pored toga, izlaz senzora je uvek u odgovarajućem mernom opsegu, a i same procesne promenljive moraju da ostanu u određenim granicama iz bezbednosnih ili konstrukcionih razloga. Kao posebna okolnost javlja se ekonomski faktor zbog kog su radne tačke procesa često u preseku određenih ograničenja, zbog čega je sistem u normalnom radnom režimu na granici i mora se sprečavati kršenje ograničenja.

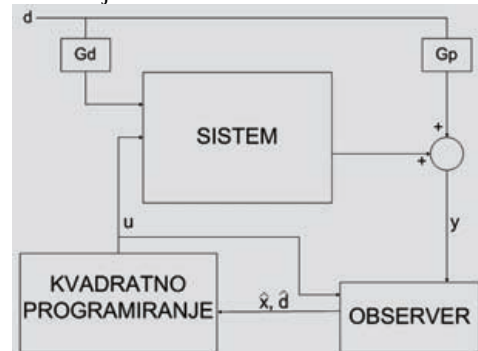
Kako sam kriterijum optimalnosti ima kvadratnu formu, a ograničenja su linearnog tipa, moguće je primeniti kvadratno programiranje za rešavanje ovog problema. Ograničenja značajno usložnjavaju proces rešavanja problema kvadratnog programiranja, zbog čega vreme potrebno za izračunavanje rešenja kvadratnog programiranja smanjuje mogućnost upotrebe MPC upravljačkih strategija.

Ograničenja vrednosti upravljačke promenljive (u), brzine njene promene i izlaznih promenljivih (y) imaju oblik

$$\begin{aligned} u_{min} &\leq u(t) \leq u_{max} \\ \Delta_{min} &\leq u(t) - u(t-1) \leq \Delta_{max} \\ y_{min} &\leq y(t) \leq y_{max}, \end{aligned}$$

pri čemu Δ označava brzinu promene upravljanja.

Pored ovih ograničenja, postoje i druga kao što su ograničenje za sprečavanje preskoka, ograničenje opsega, zahtev za obezbeđivanjem monotonosti odziva, sprečavanje ponašanja sistema sa neminimalnom fazom i ograničenje završnog stanja, koja omogućavaju da odziv sistema ima željene karakteristike.



Slika 1. Princip rada MPC upravljačkog sistema

Na slici 1. šematski je prikazan sistem automatskog upravljanja sa MPC kontrolerom. Sa d su obeleženi poremećaji, matricom G_d njihov uticaj na stanja, a matricom G_p na izlaze sistema, dok $\hat{x}$ i $\hat{d}$ predstavljaju estimirane vrednosti stanja i poremećaja.

3. MPC BEZ GREŠKE U USTALJENOM STANJU

Cilj korišćenja kontrolera koji obezbeđuju regulaciju bez greške sistema u ustaljenom stanju (offset-free controller) je da se omogući praćenje (promenljive) reference, tj. zadate vrednosti. Na performanse MPC algoritma značajno utiče nepouzdanost (*uncertainty*) korišćenog modela sistema. U praksi, greške modelovanja i nemerljivi poremećaji najčešće dovode do greške u ustaljenom stanju, ali to može biti izbegnuto odgovarajućom strukturom regulatora i njegovim pravilnim projektovanjem.

Ideja koja se koristi kod algoritama implementiranih u ovom radu jeste proširivanje modela sistema konstantnim poremećajnim stanjima [4], dato sa

$$\begin{bmatrix} x_{k+1} \\ d_{k+1} \\ p_{k+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & G_d & 0 \\ 0 & I & 0 \\ 0 & 0 & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_k \\ d_k \\ p_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} u_k$$

U slučaju da su poremećaji merljivi lako je kompenzovati njihov uticaj, ali ukoliko nisu potrebno je izvršiti njihovu estimaciju i tada kontroler, prilikom izračunavanja nove vrednosti upravljačkog signala, uzima estimirane vrednosti poremećaja u obzir. Za estimaciju stanja i poremećaja korišćen je Luenbergerov observer ([5]):

$$\begin{bmatrix} \hat{x}_{k|k} \\ \hat{d}_{k|k} \\ \hat{p}_{k|k} \end{bmatrix} = (A - LC) \begin{bmatrix} \hat{x}_{k-1|k-1} \\ \hat{d}_{k-1|k-1} \\ \hat{p}_{k-1|k-1} \end{bmatrix} + Bu_{k-1} + Ly_{k-1}$$

kod kog se za estimaciju u trenutku k koriste prethodne estimirane vrednosti ($\hat{x}_{k-1|k-1}$, $\hat{d}_{k-1|k-1}$, $\hat{p}_{k-1|k-1}$), kao i vrednosti ulaza i izlaza u trenutku $k-1$ (u_{k-1} i y_{k-1}).

3.1. MPC sa ulazom kao dodatnim stanjem

Ukoliko model samog procesa proširimo sa ulazima kao dodatnim stanjima, tada promena ulaznog signala predstavlja ulaz novog modela. Kada na tako prošireni model dodamo nova stanja u vidu poremećaja, jednačine stanja i izlaza su

$$\begin{bmatrix} x_{k+1} \\ u_k \\ d_{k+1} \\ p_{k+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B & G_d & 0 \\ 0 & I & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_k \\ u_{k-1} \\ d_k \\ p_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B \\ I \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Delta u_k$$

Kriterijum optimalnosti kod ovog algoritma (u daljem tekstu BF (Brzinska Forma) algoritma) dat je sa

$$J = \sum_{j=1}^{N_p} [y_j - y_t]^2 + \sum_{j=0}^{N_c-1} \Delta u_j^2$$

pa se njegovim kombinovanjem sa ograničenjima tipa nejednakosti (zbog ograničenja vrednosti) i jednakosti (veza između ulaza i izlaza u vidu jednačina predikcije) dolazi do problema kvadratnog programiranja čijim rešavanjem se dobija traženi upravljački signal.

3.2. MPC postavka sa praćenjem promenljivog cilja

U [6] je predloženo da se izračunavanje potrebnog upravljanja za regulaciju sistema bez greške u ustaljenom stanju vrši optimizacijom oko proračunatih vrednosti upravljanja i stanja u ustaljenom stanju potrebnih za postizanje željenih izlaznih vrednosti. Takav algoritam naziva se VTT algoritam (*Variable Target Tracking* – praćenje promenljivog izlaznog cilja). U trenutku odabiranja k potrebna je observirana vrednost stanja x_k , prethodna primenjena vrednost upravljanja u_{k-1} i vrednosti stanja sistema x_s i upravljanja u_s u ustaljenom stanju. Tada se nova vrednost upravljačkog signala u_k određuje kao

$$u_k = u_s + v_0^*$$

minimizacijom kriterijuma optimalnosti

$$\{v_j^*\}_{j=0}^{N_c-1} = \operatorname{argmin} \left[\sum_{j=1}^{N_p} z_j^T Q C z_j + \sum_{j=0}^{N_c-1} (v_j^T R v_j + \Delta v_j^T S \Delta v_j) \right]$$

gde z_i označava vektor odstupanja stanja x_i od stanja u ustaljenom stanju x_s u trenutku odabiranja $k+i$, v_i odstupanje u_i od u_s , a Δv_i promenu upravljačkog signala u trenutku $k+i$ u odnosu na $k+i-1$.

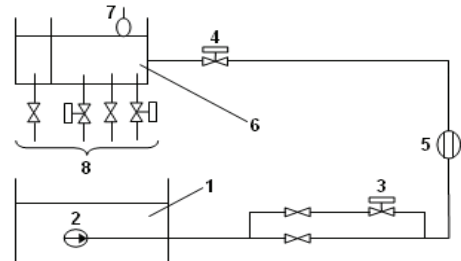
Međutim, proširivanje sistema konstantnim nemerljivim poremećajnim stanjima uvodi nekontrolabilna stanja u sistem zbog čega se prošireni model ne može koristiti direktno u navedenom algoritmu, nego se umesto njega upotrebljava originalni model procesa, a željene vrednosti u ustaljenom stanju se pomeraju kako bi se eliminisao uticaj poremećaja. Te nove željene vrednosti ulaza u_s i stanja x_s u ustaljenom stanju mogu se odrediti iz sledećeg problema kvadratnog programiranja:

$$(y_t - y_t^\alpha)^T Q_s (y_t - y_t^\alpha) + (u_s - u_t)^T R_s (u_s - u_t)$$

Pri tome se ciljne vrednosti određuju na osnovu opserviranih vrednosti poremećaja, iz jednačina sistema u ustaljenom stanju.

4. OBJEKAT UPRAVLJANJA

Za testiranje i upoređivanje dva opisana MPC algoritma korišćen je model laboratorijskog postrojenja za regulaciju nivoa i protoka tečnosti prikazanog na slici 2. Detaljan opis postupka modelovanja sistema dat je u [7].



Slika 2. Laboratorijsko postrojenje za regulaciju nivoa i protoka tečnosti

Postoji jedan ulaz u nelinearni model ovog sistema i to je upravljački signal servo-ventila kao aktuatora pomoću kog se upravlja ulaznim protokom tečnosti u rezervoar. Kako se voda iz gornjeg rezervoara ispušta kroz ispusne ventile, promena nivoa tečnosti u jedinici vremena predstavlja razliku ulaznog i izlaznog protoka. Ukoliko sa u obeležimo vrednost ulaznog signala, sa v brzinu otvaranja (odnosno zatvaranja) servo-ventila, oznakom p trenutnu otvorenost servo-ventila, skalirani nivo tečnosti u gornjem rezervoaru kao h , ulazni protok sa q_{in} , nelinearnu zavisnost ulaznog protoka od otvorenosti servo-ventila i nivoa sa g , izlazni protok sa q_{out} , izložilac stepene zavisnosti izlaznog protoka od nivoa tečnosti sa α_c i ukupan (rezultujući) protok sa q , mogu se postaviti sledeće jednačine koje opisuju veze između navedenih veličina:

$$\begin{aligned} v &= K_p K_v (u - p) & q_{out} &= K_o h^{\alpha_c} \\ \dot{p} &= v & q &= q_{in} - q_{out} \\ q_{in} &= K_l g(p, h) & \dot{h} &= K_f q. \end{aligned}$$

pri čemu su K_p , K_v , K_l , K_f i K_o odgovarajuća pojačanja, dok je α_c izložilac zavisnosti izlaznog protoka od nivoa tečnosti.

Kako se sve promenljive mogu izraziti preko samo p i h , to se dobija nelinearan model u prostoru stanja po promenljivim x_1 (koja predstavlja p) i x_2 (predstavlja h), pri čemu je za izlaz sistema (y) izabran nivo tečnosti (h):

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= -K_p K_v x_1 + K_p K_v u \\ \dot{x}_2 &= K_f K_l g(x_1, x_2) - K_f K_o x_2^{\alpha_c} \\ y &= x_2. \end{aligned}$$

Nelinearnost ovog sistema potiče od stepene funkcije po x_2 (odnosno nivou tečnosti) i funkcije g koja predstavlja zavisnost ulaznog protoka od otvorenosti ventila i nivoa tečnosti u rezervoaru. Uticaj otvorenosti ventila na ulazni protok je znatno veći od uticaja nivoa. Razvojem te dve nelinearne funkcije u Tejlorov red i uvrštavanjem u nelinearni model dobija se linearizovan model oko radne tačke (x_{1sp} , x_{2sp}). Promenljive stanja linearizovanog modela su $\Delta x_1 = x_1 - x_{1sp}$ i $\Delta x_2 = x_2 - x_{2sp}$, a izlaz $\Delta y = y - y_{sp}$ i jednačine u prostoru stanja su date sa

$$\begin{bmatrix} \dot{\Delta x}_1 \\ \dot{\Delta x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -K_p K_v & 0 \\ K_f K_l \partial_1 & K_f K_l \partial_2 - K_f K_o x_{2sp}^{\alpha_c} \frac{\alpha_c}{x_{2sp}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x_1 \\ \Delta x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} K_p K_v \\ 0 \end{bmatrix} \Delta u$$

$$\Delta y = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x_1 \\ \Delta x_2 \end{bmatrix},$$

gde su ∂_1 i ∂_2 određeni sa

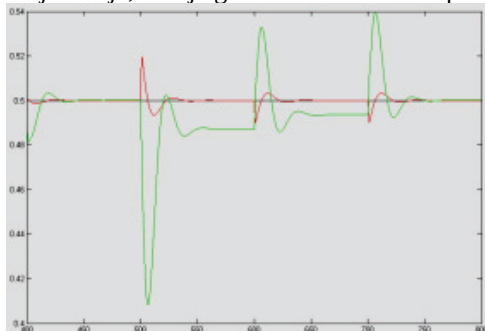
$$\partial_1 g = \frac{\partial g}{\partial x_1} \Big|_{x_{sp}} \text{ i } \partial_2 g = \frac{\partial g}{\partial x_2} \Big|_{x_{sp}}$$

Određeni su linearizovani modeli za svaku radnu tačku i izvršena je njihova diskretizacija, čime je formiran deo-deo linearan model datog postrojenja.

5. REZULTATI SIMULACIJA

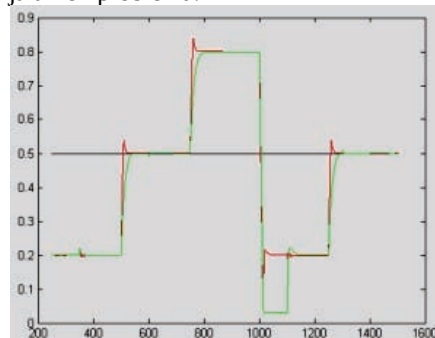
Strategija primenjena u ovom radu mogla bi se opisati kao *gain-scheduling* (podešavanje pojačanja) MPC jer se u svakom trenutku odabiranja, na osnovu trenutne vrednosti nekog od stanja, vrši izbor modela koji će biti upotrebljen za observaciju stanja i izračunavanje nove vrednosti upravljačkog signala. Testiranje je izvršeno na oba modifikovana algoritma (VTT i BF).

Na slici 3. prikazana je eliminacija poremećaja i greške modela primenom VTT algoritma, pri čemu je crvenom bojom prikazana izmerena vrednost nivoa, a zelenom observirana. U trenutku $t=500s$ javlja se poremećaj amplitude 0.02, u $t=600s$ opada na 0.01, dok u $t=700s$ poremećaj nestaje, dok je greška modela stalno prisutna.



Slika 3: Potiskivanje poremećaja pomoću VTT algoritma
Na slici 4. prikazano je poređenje VTT i BF algoritma. Kao što se može primetiti, VTT algoritam prilikom promene radne tačke vodi sistem u ustaljeno stanje bez preskoka, dok je kod BF algoritma preskok primetan. S druge strane, BF

algoritam nema problem prilikom povratka iz treće u prvu radnu tačku, dok se kod VTT algoritma javlja problem nerešivosti kvadratnog programiranja. Problem nerešivosti može biti otklonjen na nekoliko načina kao što su uklanjanje ograničenja na početku horizonta predikcije ili izostavljanje ograničenja najmanjeg prioriteta iz računa, međutim, time se ne otklanja uzrok problema.



Slika 4: Poređenje VTT i BF algoritma

6. ZAKLJUČAK

Iz rezultata simulacije može se zaključiti da je moguće izvršiti uspešnu eliminaciju poremećaja i malih grešaka modela pomoću MPC upravljanja. Ukoliko je potrebna finija regulacija sistema, to je moguće ostvariti podešavanjem nekih od parametara MPC algoritma. Takođe, pored održavanja sistema u radnoj tački bez greške u ustaljenom stanju, implementirane MPC upravljačke strategije mogu omogućiti uspešno prevođenje sistema u drugu radnu tačku, što je od velike važnosti u procesnoj industriji. Ipak, javljaju se određeni problemi kao što je nerešivost kvadratnog programiranja, koji može biti ublažen, i pitanje robustnosti. No, MPC je veoma korisna upravljačka strategija, pogotovo uz dalji razvoj na polju upravljanja nelinearnih sistema.

7. LITERATURA

- [1] E.F.Camacho and C.Bordons: *Model Predictive Control*, Springer - Verlag, London, 1999.
- [2] J.Richalet, A.Rault, J.L.Testud and J.Papon: *Model predictive heuristic control: applications to industrial processes*, Automatica 14, 1978.
- [3] D.M.Prett and R.D.Gillette: *Optimization and constrained multivariable control of a catalytic cracking unit*, Proceedings of the joint automatic control conference, 1980.
- [4] K.R.Muske and T.A.Badgwell: *Disturbance modeling for offset - free linear model predictive control*, Journal of Process Control 12, 2002.
- [5] S.H.Wang, E.J.Davison and P.Dorato: *Observing the states of systems with unmeasurable disturbances*, IEEE Transactions on Automatic Control 20, 1975.
- [6] J.B.Rawlings and K.R.Muske: *The Stability of Constrained Receding Horizon Control*, IEEE transactions on Automatic Control 38, 1993.
- [7] Ž.Kanović, M.Rapaić i Z.Jeličić: *Uopšteni PSO algoritam sa primenom u identifikaciji nelinearnih sistema*, Zbornik radova ETRAN'09, Vrnjačka Banja, 2009.

Kratka biografija:



Zlatko Emedi rođen je u Sremskoj Mitrovici 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo – Automatika i upravljanje sistemima odbranio je 2009. god.

UTICAJ PRITISKA VAZDUHA U PNEUMATICIMA NA EFIKASNOST KOČENJA VOZILA**INFLUENCE OF AIR PRESSURE IN THE TIRES ON THE VEHICLE BRAKING EFFICIENCY**

Bojan Tešanović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U radu je predstavljen uticaj promjene pritiska vazduha u pneumaticima na koeficijent kočenja. Na početku rada je dat kratak opis uređaja za kočenje, kao i funkcija pneumatika, dok je nastavak orijentisan na samo istraživanje uticaja promjene pritiska u pneumatiku na koeficijent kočenja.

Abstract – This paper presents the impact of changes in air pressure in tires on the coefficient of braking. At the beginning of the work gives a brief description of the device for brake, tire and functions, while continuing research only focused on the impact of change of pressure in pneumatics the coefficient of braking.

Ključne reči: Uređaji za kočenje, pneumatici, putnička vozila, koeficijent kočenja

1. UVOD

Sistem za kočenje ubraja se u aktivne elemente bezbjednosti vozila zbog čijeg loma, kvara ili otkazivanja može nastati saobraćajna nezgoda. Sa aspekta bezbjednosti saobraćaja, osnovni uslov koji treba da ispunji sistem za kočenje je da uz maksimalnu moguću efikasnost ne ugrozi stabilnost kretanja i upravljivost vozila pri kočenju.

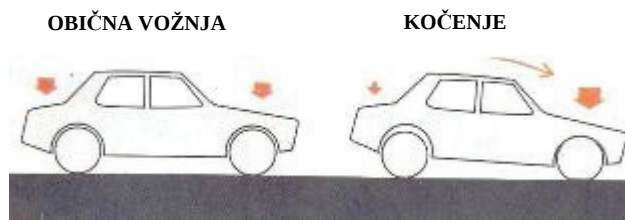
Predmet ovog rada jeste tačnost rezultata ispitivanja efikasnosti kočenja na mjerilu sile kočenja sa obrtnim valjcima na linijama tehničkog pregleda vozila. Jedan dio rada se odnosi na same uređaje koji obezbjeđuju kočenje, odnosno vrste uređaja koji postoje, način rada ovih uređaja i adekvatno održavanje radi što dužeg vijeka trajanja, kao i na vrste pneumatika, funkciju pneumatika i pravilnu upotrebu pneumatika. Drugi dio ovog rada odnosi se na istraživanje, koje je obuhvatilo ispitivanje vozila, prilikom čega se vršila provjera ispravnosti uređaja koji obezbjeđuju kočenje vozila kada se mijenja pritisak vazduha u pneumaticima.

Osnovni cilj ovog istraživanja bio je da se utvrdi u kojoj mjeri su dati uređaji bili ispravni i da bi se ukazalo na koji način promjena pritiska vazduha u pneumaticima utiče na efikasnost uređaja za kočenje na vozilima. Prilikom ispitivanja nije bila važna godina proizvodnje niti model automobila, a birani su nasumično i sa različitim tehničko - eksploatacionim karakteristikama.

2. KOČENJE

Kočenje automobila predstavlja suprotan proces od ubrzavanja, vrši se pomoću specijalnog uređaja kojim je

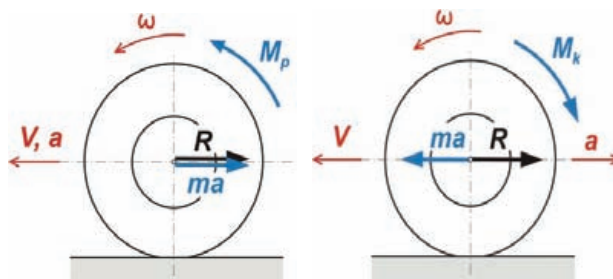
opremljeno svako vozilo, a koji nazivamo uređaj ili sistem za kočenje.



Slika 1. Raspodjela mase vozila pri običnoj vožnji i kočenju [1]

Brzina automobila u određenim uslovima saobraćaja, pa i maksimalna brzina na otvorenom putu, zavisi od efikasnosti uređaja za kočenje, tj. od mogućnosti zaustavljanja automobila na što kraćem delu puta. Vozilo sa boljim efektom kočenja može da razvija u eksploataciji veće srednje brzine kretanja; stoga kočione osobine možemo da smatramo delom ukupnim dinamičkih osobina automobila.

Uređajem za kočenje vrši se prinudno zaustavljanje obrtna točka usled čega se pojavljuje sila trenja između točka i podloge.



Slika 2. Otpori i djelovanje sile na pogonskom i kočenom točku [2]

3. ZADATAK I KLASIFIKACIJA KOČIONIH SISTEMA

Zadatak kočionog sistema je da uspori ili da potpuno zaustavi vozilo, te da osigura njegovo sigurno mirovanje za vrijeme stajanja vozila, bez obzira na opterećenje i nagib ceste. Pri kočenju vozila moguće je ostvariti četiri karakteristična režima:

- kočenje u slučaju iznenadne opasnosti (naglo kočenje),
- normalno kočenje,
- delimično kočenje i
- kočenje vozila u stanju mirovanja.

NAPOMENA:

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

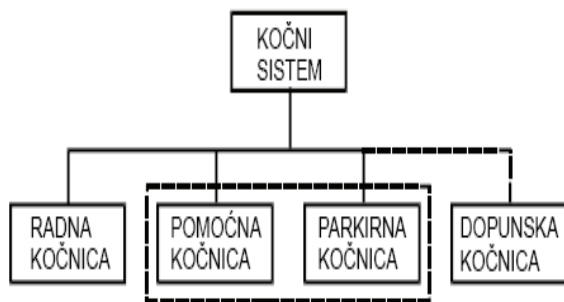
Prilikom kočenja u slučaju iznenadne opasnosti, neophodno je obezbjediti minimalni put kočenja (maksimalno usporenje) bez gubitaka stabilnosti (zanošenja) vozila. Kočenje u slučaju iznenadne opasnosti ima veoma veliko značenje jer određuje bezbjedno kretanje, iako se upotrebljava veoma rijetko (3 - 5% od ukupnog broja kočenja). Normalno kočenje ima za cilj smanjenje brzine vozila sa normalnim usporenjem koje ne utiče na udobnost vožnje. Ovaj režim kočenja je najviše zastupljen režim u odnosu na ukupan broj kočenja. Režim delimičnog kočenja sa malim ili srednjim intenzitetom koristi se prije svega na terenu sa padom čije dužine mogu biti od nekoliko stotina metara do nekoliko kilometara.

4. KOČIONI MEHANIZAM (KOČNICA)

Postoji više načina ostvarenja kočionog momenta, i to: mehaničkim trenjem, unutrašnjim trenjem u tečnosti, elektrodinamičkom indukcijom i stvaranjem otpora zraka. Kod motornih vozila se najčešće kočioni moment ostvaruje mehaničkim trenjem. Frikcione kočnice rade na principu trenja između onog dijela vozila koje miruje i kočionog doboša ili diska, koji se okreće zajedno s točkom. To trenje daje kočionu silu potrebnu za smanjenje brzine vozila. Kočnice pretvaraju kinetičku energiju vozila u toplotu, koju zrak odvodi u okolinu (obično se izrađuju sa rebrima).

Frikcioni materijal koji se postavlja na papuče, mora takođe biti otporan na toplotu i imati određenu čvrstoću, te se često koristi azbestna tkanina protkana mesinganim vlaknima ili čeličnim opiljcima koji služe za brzo odvođenje toplote sa frikcionog materijala.

U zavisnosti od načina ostvarivanja kočionog momenta vrši se podjela i kočionih mehanizama. Na motornim vozilima najčešće su u upotrebi kočioni mehanizmi koji rade na principu mehaničkog trenja (frikcioni kočioni mehanizmi). Frikcione kočnice se mogu podjeliti prema načinu konstrukcije na: disk kočnice i doboš kočnice



Slika 3. Struktura kočionog sistema [3]

Radna kočnica preuzima izvršavanje najvažnijih zadataka kočionih sistema, odnosno kočenje vozila maksimalnim usporenjima (u slučaju opasnosti) i sva blaža, kratkotrajna kočenja, u normalnim uslovima kretanja. Ona, stoga, predstavlja najvažniji dio kočionog sistema, kome se obraća posebna pažnja.

Pomoćna kočnica se uvodi isključivo radi povećanja bezbjednosti vozila u saobraćaju, odnosno u cilju ostvarivanja veće pouzdanosti kočionog sistema. Njen je zadatak da obezbijedi mogućnost kočenja vozila i u slučaju da dođe do otkaza u podsistemu radne kočnice.

Propisi, međutim dozvoljavaju da performanse pomoćne kočnice budu u određenom stepenu niže nego radne kočnice [3].

5. FUNKCIJA PNEUMATIKA

Pneumatik ("guma") je u osnovi elastično telo ispunjeno vazduhom koje povezuje vozilo sa tlom.

Osnovne funkcije se mogu nabrojati kao:

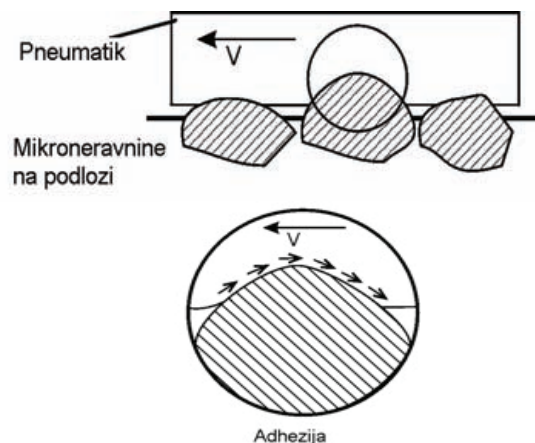
- ✓ Sposobnost nošenja tereta
- ✓ Sposobnost amortizacije
- ✓ Prenos snage (trakcija)
- ✓ Prenos upravljanja
- ✓ Sposobnost održavanja na podlozi

Ove karakteristike ne smeju da se menjaju tokom eksploatacionog veka pneumatika. Osim toga pneumatik mora da nas sigurno nosi preko što većeg broja kilometara. Osim ovih osnovnih zahteva od modernih pneumatika očekuje se još jedan niz ne manje važnih osobine:

- Mali otpor kotrljanja
- Nizak nivo buke
- Mogućnost opravke, protektiranja, narezivanja
- Sposobnost podnošenja velikih brzina uz visok komfor [4].

6. ADHEZIJA PNEUMATIKA

Adhezija je osobina koja gumi omogućava da se "lepi" za podlogu. Adhezija se najcesce objasnjava trenutnim vezivanjem na molekularnom nivou između dve površine. Ukoliko je sila vezivanja jednaka na svakom mestu kontakta ukupna sila trenja je jednaka sumi sila vezivanja svih tih malih mesta kontakta. Ukoliko bi dve površine bile idealno glatke realna dodirna površina ova dva tela bi bila jednaka posmatranoj kontaktnoj površini.

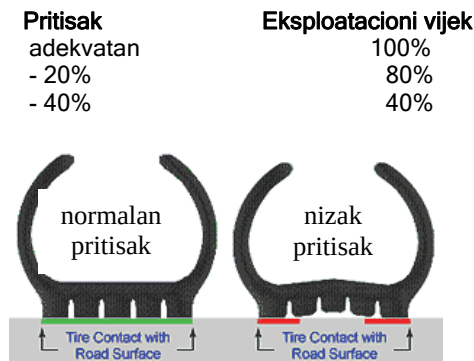


Slika 4. Adhezija pneumatika [5]

Mesta na kojem se dve površine dodiruju su zaokružena. Sa slike je jasno da će realna dodirna površina zavisiti od toga koliko su dva materijala u kontaktu neravna na mikro nivou. Zavisice takođe i od intenziteta sile kojom su dve površine pritisnute jedna uz drugu (površinski pritisak između dve površine). Ukoliko su jače pritisnuti biće više dodira između neravnina. Jos jedan faktor ovde igra ulogu: fizicke osobine dva materijala. Jasno je da će neravnine tvrdog materijala lakše prodirati u mekši materijal čime će se povećati realna dodirna površina.[5]

7. UTICAJ NISKOG PRITISKA U PNEUMATIKU

Nedovoljan pritisak u pneumaticima utiče na vek trajanja pneumatika (trajnost) i pouzdanost pneumatika. Pritisak u gumama ima veliki uticaj na otpor kotrljanja, najvažniji faktor potrošnje goriva. Pošto nizak pritisak povećava otpor kotrljanja, to direktno utiče na potrošnju goriva i ispuštanje izduvnih gasova.



Slika 5. Promjena kontaktne površine pneumatika pri promjeni pritiska [6]

Posljedice nepravilne eksploatacije pneumatika (nizak pritisak u pneumatiku):

- ❖ Veoma je opasno voziti sa podpumpanim pneumaticima jer se narušavaju vozne karakteristike i dolazi do strukturne degradacije kao posljedice prekomernog razvoja toplote.
- ❖ Povećanje kontaktne površine sa podlogom, pojava akvaplaninga na mokroj površini.
- ❖ Utiče na povećanje potrošnje goriva, tako da dolazi i do povećanog zagađivanja životne sredine.
- ❖ Neadekvatan pritisak pumpanja izaziva nepravilno habanje gazećeg dela i smanjuje eksploatacioni vek gume [4,6].

8. STANICA ZA TEHNIČKI PREGLED VOZILA „25. NOVEMBAR“ ČELINAC

U stanici tehničkog pregleda „25. Novembar“ vrši se ispitivanje uređaja za kočenje za sve vrste motornih vozila. Kontrola uređaja za kočenje vrši se na valjcima sa točkasto navarenom površinom.

Postupak ispitivanja uređaja za kočenje, odnosno koeficijenta kočenja vrši se prema unapred utvrđenom redosledu. Kontrolor preuzima vozilo na početku linije tehničkog pregleda, gde vozilo usmjerava prema valjcima. Kontrolor vrši lagan ulazak u valjke, tako što pri nailasku točkova na valjke aktivira kočnicu tako da vozilo pod inercijom ulazi u valjke. To se vrši iz razloga kako ne bi došlo do oštećenja valjaka i vozila.

Pre nego što kontrolor počne sa ispitivanjem uređaja za kočenje, vrši usmjeravanje točkova prema napred kako pri samom ispitivanju ne bi došlo do izbacivanja vozila iz valjaka. Kada je obavio sve potrebne radnje kako bi ispitivanje bilo ispravno, preko daljinskog upravljača vrši pokretanje valjaka i instrument table.

Kontrolor vrši polagano i kontinualno kočenje, ravnomjernim pritiskom na pedal kočnice kako bi ispitivanje bilo ispravno. Kočenje se vrši do potpune blokade ili do najveće sile kočenja koja se može postići bez blokade točkova. Kada kontrolor završi sa ispitivanjem uređaja za

kočenje na instrument tabli se automatski ispisuju dobijeni rezultati, koji pokazuju dobijene sile kočenja na lijevom i desnom točku, kao i razliku između sila kočenja na lijevom i desnom točku.

Dobijeni rezultati koji se nalaze na instrument tabli nakon završetka kočenja se sačuvavaju na računaru, tako da se odmah može pristupiti ispitivanju ostalih osovina na vozilu. Kada kontrolor završi sa kompletnim ispitivanjem uređaja za kočenje na svim osovina vozila, vrši štampanje dobijenih rezultata koji ostaju kao dokaz o izvršenoj kontroli uređaja za kočenje ispitivanog vozila.

Kompletna oprema (računar, štampač, valjci, instrument tabla) koja se koristi za ispitivanje uređaja za kočenje je povezana u jedan sistem, kako bi se olakšao sam način ispitivanja uređaja za kočenje i prenos podataka od jednog uređaja do drugog.

8.1. Izračunavanje koeficijenta kočenja

Pod kočnim koeficijentom podrazumeva se količnik ukupno ostvarene kočne sile prema težini vozila, odnosno, odnos ostvarenog usporenja prema ubrzanju zemljine teže, izražene u procentima.

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n F_{k_i}}{G} = \frac{F_k}{G} = \frac{ma}{mg} = \frac{a}{g} \quad (1)$$

F – sila kočenja na i-tom točku

n – ukupan broj točkova

G – težina vozila

m – masa vozila

F_k – ukupna sila kočenja

a – usporenje

g = 9.81 m/s² ubrzanje zemljine teže

9. ISTRAŽIVANJE UTICAJA NISKOG PRITISKA VAZDUHA U PNEUMATICIMA NA KOEFICIJENT KOČENJA

9.1. Metod i cilj rada

Istraživanje uticaja niskog pritiska u pneumaticima na kočenje vozila (koeficijent kočenja), obavljeno je u periodu od 01.08 do 01.09.2009. godine na području grada Čelina. U toku istraživanja vršena je provjera automobila, 40 vozača kategorije "B", provjera je vršena u stanici tehničkog pregleda " 25. Novembar" u Čelincu.

Vozila su ispitivana u dva ciklusa: pri normalnoj vrijednosti pritiska u pneumaticima i pri niskoj vrijednosti pritiska u pneumaticima. Vozila su numerisana rednim brojevima, a nakon toga svako vozilo je bilo prikazano uz pomoć fotografija.

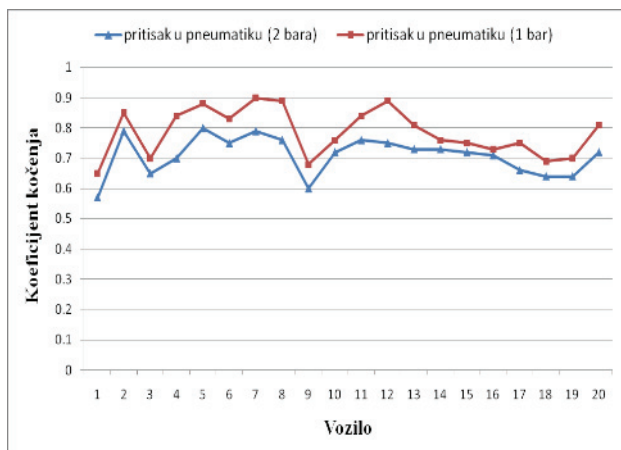
Cilj ovog istraživanja bio je da se prikaže stvarni uticaj niskog pritiska u pneumaticima na uređaje koji obezbjeđuju kočenje. Bilo bi dobro kada bi se istraživanje vršilo uz pomoć saobraćajne policije i to na većem uzorku, jer bi tada rezultati istraživanja bili relevantniji.

9.2. Rezultati istraživanja

Grafički prikaz dobijenih vrijednosti koeficijenta kočenja za prvih 20 ispitanih vozila, jasno pokazuje da promjena pritiska vazduha u pneumaticima utiče na vrijednosti koeficijenta kočenja. Za svih 20 ispitanih vozila, došlo je do povećanja koeficijenta kočenja kada je pritisak u

pneumatiku iznosio (1 bar), u odnosu na vrijednost pritiska u pneumaticima od (2 bara). Dakle, smanjenjem pritiska vazduha u pneumaticima, poveća se koeficijent kočenja što se može objasniti pojavom da dolazi do povećanja kontaktne površine između pneumatika i podloge.

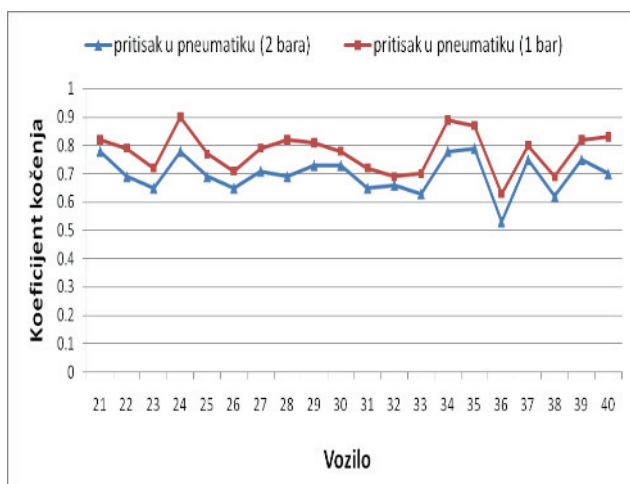
Prosječna vrijednost povećanja koeficijenta kočenja za prvih 20 vozila iznosi 7.6%. Najveće povećanje koeficijenta kočenja zabilježeno je kod vozila 4 i 12 za 14%, a najmanja promjena koeficijenta kočenja zabilježena kod vozila 16 za 2%.



Grafik 1. Vrijednosti koeficijenta kočenja za prvih 20 ispitanih vozila

Grafički prikaz dobijenih vrijednosti koeficijenta kočenja za drugih 20 ispitanih vozila, takođe pokazuje da promjena pritiska vazduha u pneumaticima utiče na promjenu koeficijenta kočenja. Prosječno povećanje koeficijenta kočenja za drugih 20 vozila iznosi 7.95%, što je za 0.35% veće nego kod prvih 20 vozila. Najveće promjene koeficijenta su zabilježene kod vozila 28 i 40 za 13%, dok je najmanja promjena koeficijenta kočenja zabilježena kod vozila 32 za 3%.

Na osnovu svih ispitanih vozila možemo zaključiti da je prosječno povećanje koeficijenta kočenja, kada se smanjuje pritisak vazduha u pneumaticima iznosi **7.78%**, što u praksi ima jako veliki uticaj na efikasnost kočenja, koji nikako ne bi smjeli zanemariti.



Grafik 2. Vrijednosti koeficijenta kočenja za drugih 20 ispitanih vozila

10. ZAKLJUČAK

Na osnovu izvršenih istraživanja, možemo zaključiti da je kod svih ispitanih vozila došlo do povećanja koeficijenta kočenja kada je pritisak u pneumaticima bio ispod propisane vrijednosti. Ovo povećanje koeficijenta kočenja trebalo bi da utiče na povećanje efikasnosti sistema za kočenje, jer dolazi do povećanja prijanjanja pneumatika za podlogu koje se može objasniti promjenom kontaktne površine između pneumatika i podloge.

Međutim, u realnim uslovima odvijanja saobraćaja, uticaj niskog pritiska u pneumaticima daje velike negativne posledice na efikasnost kočenja vozila, jer povećanjem kontaktne površine dolazi do opadanja pritiska točka na podlogu, što uzrokuje neželjene posledice na efikasnost kočionog sistema vozila.

11. LITERATURA

- [1] Materijali sa predavanja iz ispita „Drumska vozila“ Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [2] Ante Šoda, Kruno Ormuž. (2008) „Motorna vozila“ Katedra za motore i vozila, Zagreb
- [3] Simić, D. (1977) „Motorna vozila“ Naučna knjiga Beograd, Beograd
- [4] http://vrele_gume.blogspot.com/2009/04 preuzeto 09.08. 2009.godine
- [5] <http://www.automarket.rs:8090/mozaike> preuzeto 31.07.2009.godine
- [6] http://www.automobilizam.net/wp-content/uploads/2009/01/tyre_under-inflation.jpg preuzeto 02.08.2009.godine

Kratka biografija:



Bojan Tešanović rođen je u Banja Luci 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Drumski saobraćaj odbranio je 2009.god.

UTICAJ MASE TERETA NA EFIKASNOST KOČENJA VOZILA

LOAD MASS MASS INFLUENCE ON THE VEHICLE BRAKING EFFICIENCY

Stanko Obradović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu, kao što i sam naslov kaže, govori se o ispitivanju koeficijenta kočenja kod opterećenih i neopterećenih teretnih vozila, kao i o njihovoj razlici za opterećeno i neopterećeno teretno vozilo.

Abstract – In this paper, testing of braking coefficient with loaded and unloaded trucks is explained, as well as their difference for the burdened and trucks.

Ključne reči: Uređaji, teretna vozila, koeficijent kočenja

1. UVOD

Uređaji za zaustavljanje na motornim vozilima moraju biti ugrađeni i izvedeni tako da vozač može zaustaviti vozilo na siguran, brz i efikasan način, bez obzira na opterećenje vozila i nagib puta po kome se vozilo kreće, kao i osigurati vozilo u nepokretnom položaju na putu s nagibom.

Predmet ovog rada jeste tačnost rezultata ispitivanja efikasnosti kočenja vozila na mjerilu sile kočenja sa obrtnim valjcima na linijama tehničkog pregleda vozila. Jedan dio rada odnosi se na same uređaje koji obezbjeđuju zaustavljanje, odnosno vrste uređaja koji postoje, pravilnu ugradnju, adekvatno održavanje radi što dužeg vijeka trajanja. Drugi dio ovog rada odnosi se na istraživanje, koje je obuhvatilo ispitivanje vozila na tehničkom pregledu BOBAR u Mrkonjić Gradu, prilikom čega se vršila provjera ispravnosti uređaja koji obezbjeđuju zaustavljanje koje su vozila posjedovala.

Osnovni cilj ovog istraživanja je bio da se utvrdi u kojoj mjeri je zastupljena razlika kod sile kočenja za puna i prazna vozila. Prilikom ispitivanja nije bila važna godina proizvodnje niti model automobila (teretni automobili), a birani su nasumično i sa različitih geografskih područja.

2. UREĐAJI I OPREMA NA TEHNIČKOM PREGLEDU

Stanica za tehnički pregled mora biti opremljena savremenom opremom za utvrđivanje tehničke ispravnosti vozila sa računarskom podrškom za automatsku obradu izmjerenih vrijednosti, njihovo pohranjivanje u bazu podataka i mogućnost ispisa rezultata mjerenja uključujući i grafički prikaz [1].

Na stanici za tehnički pregled vozila mora da postoje uređaji od kojih je i

-uređaj za kontrolu kočnog sistema vozila sa:

1. valjcima kojima se istovremeno mjeri sila kočenja na obodu točka kod motornih i priključnih vozila i utvrđuje posebno za lijevu i desnu stranu iste osovine, sa ugrađenim vagama;

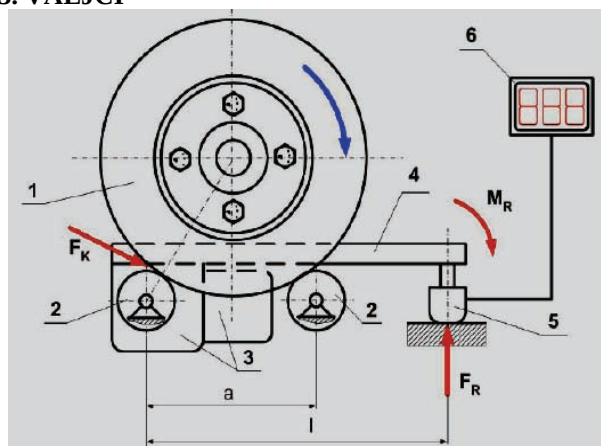
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Vladimir Muzikravić, docent.

2. dinamometrom za mjerenje sile pritiskanja na papučicu radne i pomoćne kočnice;

3. indikatorima pritiska vazduha u kočnim instalacijama vazдушnih kočnica (samo za teška vozila);
uređaji za mjerenje usporenja vozila na poligonu.

3. VALJCI



Sl.1. Valjci za mjerenje sile kočenja [2]

Pod kočnim koeficijentom podrazumeva se količnik ukupno ostvarene kočne sile prema težini vozila, odnosno, odnos ostvarenog usporenja prema ubrzanju zemljine teže, izražene u procentima.

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n F_{k_i}}{G} = \frac{F_k}{G} = \frac{ma}{mg} = \frac{a}{g} \quad (1)$$

F – sila kočenja na i-tom točku

n – ukupan broj točkova

G – težina vozila

m – masa vozila

F_k – ukupna sila kočenja

a – usporenje

g = 9.81 m/s² ubrzanje zemljine teže

Mjerenje kočione sile se zasniva na mjerenju reaktivnog momenta (slika 1). Elektromotori (3) pogone valjke (2) konstantnom brzinom. S druge strane, sila kočenja koju proizvodi kočioni sistem vozila preko točkova pokušava zaustaviti valjke uređaja. Tako ostvareni moment kočenja prenosi se preko zakretne poluge (4) na mjerni senzor (5). Mjerni senzor može biti dio (6) hidrauličnog ili pneumatskog sistema koji direktno djeluje na manometar. Skala manometra je kalibrisana u njutnima (N), te na taj način analogno pokazuje silu kočenja. Senzor za mjerenje

sile kočenja može biti izveden i kao elektronski. Mjerni sistem je povezan sa sistemom za grafički ispis rezultata mjerenja sile kočenja.

4. KOČNICE

Kočnice služe za usporavanje vozila odnosno za potpuno zaustavljanje. Kočnice rade na principu trenja između dva elementa. Elementi su: disk i obloge kočnice. Kočenja diskom je bolje zato što se prilikom trenja stvara toplota i kod diska se bolje rashlade pločice i disk. Ali za kočenje diskom je potrebno puno više snage uložiti nego što je slučaj za doboš. Zato se kod diskova ugrađuje servo ojačivač. Kočenje dobošom je loše jer se teško ohladi obloge i doboš. Zbog toplote se zato smanjuje trenje i kočnica kao da prokliže. [3]

Pri kočenju vozila moguće je ostvariti četiri karakteristična režima:

- ✓ kočenje u slučaju iznenadne opasnosti (naglo kočenje),
 - ✓ normalno kočenje,
 - ✓ djelimično kočenje i
- kočenje vozila u stanju mirovanja.

4.1. Vrste kočnica

Vozila su opremljena sa tri tipa kočnica:

-Mehaničko: rijetko se koristi u današnje doba. Samo kod motocikla. Potrebna je velika snaga kočenja.

-Hidraulične: Koriste se kod automobila i lakših teretnih vozila. Potrebna je snaga za potiskivanje ulja koje dolazi do određenog elementa.

-Zračno: Nije potrebna snaga za kočenje. Dovoljno je samo staviti nogu na papučicu i otvoriti ventil.

5. ULJE ZA KOČNICE

Ulje za kočnice mora biti otporno na visoke temperature, koja se provjerava na svakom tehničkom pregledu. Osim ovoga ulje za kočenje nesmije nagrizati kovinske i gumene dijelove kočionog sastava.



Sl.2. Posuda za ulje [4]

Kod svake izmjene koristite isključivo ulje koje je propisao proizvođač. Da bismo mogli silom pritiska naše noge zaustaviti automobil tu nam pomaže fizika.

Naime radi se o tome da ako sa jedne strane imamo manji klip a sa druge strane veći, pritiskom na manji cilindar sila će se manifestirati na veći i to toliko puta veća koliko je i drugi cilindar veći. U današnjim automobilima postoje i pojačivači sile [4].

6. ISPITIVANJE KOEFICIJENTA KOČENJA

Kočni koeficijent s obzirom na masu vozila računa se tako da se suma najvećih postignutih kočnih sila sa svih točkova (G) podijeli s trenutnom težinom vozila (G) i pomnoži s koeficijentom 100%. Ovo ispitivanje obavlja se za vrijeme redovnog i vanrednog pregleda.

6.1. Postupak ispitivanja koeficijenta kočenja u stanici tehničkog pregleda „Bobar“ u Mrkonjić Gradu

U stanici tehničkog pregleda „Bobar“ vrši se ispitivanje uređaja za kočenje za sve vrste motornih vozila. Kontrola uređaja za kočenje vrši se na valjcima sa točkasto navarenom površinom.

Postupak ispitivanja uređaja za kočenje, odnosno koeficijenta kočenja vrši se prema unapred utvrđenom redosledu. Kontrolor preuzima vozilo na početku linije tehničkog pregleda, gdje vozilo usmjerava prema valjcima. Kontrolor vrši lagan ulazak u valjke, tako što pri nailasku točkova na valjke aktivira kočnicu tako da vozilo pod inercijom ulazi u valjke. To se vrši iz razloga kako ne bi došlo do oštećenja valjaka i vozila.

Pre nego što kontrolor počne sa ispitivanjem uređaja za kočenje, vrši usmjeravanje točkova prema napred kako pri samom ispitivanju ne bi došlo do izbacivanja vozila iz valjaka. Kada je obavio sve potrebne radnje kako bi ispitivanje bilo ispravno, preko daljinskog upravljača vrši pokretanje valjaka i instrument table.

Kontrolor vrši polagano i kontinualno kočenje, ravnomjernim pritiskom na pedal kočnice kako bi ispitivanje bilo ispravno. Kočenje se vrši do potpune blokade ili do najveće sile kočenja koja se može postići bez blokade točkova. Kada kontrolor završi sa ispitivanjem uređaja za kočenje na instrument tabli se automatski ispisuju dobijeni rezultati, koji pokazuju dobijene sile kočenja na lijevom i desnom točku, kao i razliku između sila kočenja na lijevom i desnom točku.

Dobijeni rezultati koji se nalaze na instrument tabli nakon završetka kočenja se sačuvavaju na računaru, tako da se odmah može pristupiti ispitivanju ostalih osovina na vozilu. Kada kontrolor završi sa kompletnim ispitivanjem uređaja za kočenje na svim osovina vozila, vrši štampanje dobijenih rezultata koji ostaju kao dokaz o izvršenoj kontroli uređaja za kočenje ispitivanog vozila.

Kompletna oprema (računar, štampač, valjci, instrument tabla) koja se koristi za ispitivanje uređaja za kočenje je povezana u jedan sistem, kako bi se olakšao sam način ispitivanja uređaja za kočenje i prenos podataka od jednog uređaja do drugog.

7. ISTRAŽIVANJE BEZBJEDNOSNIH ASPEKATA VEZANIH ZA UREĐAJE KOJI OBEZBEĐUJU ZAUSTAVLJANJE

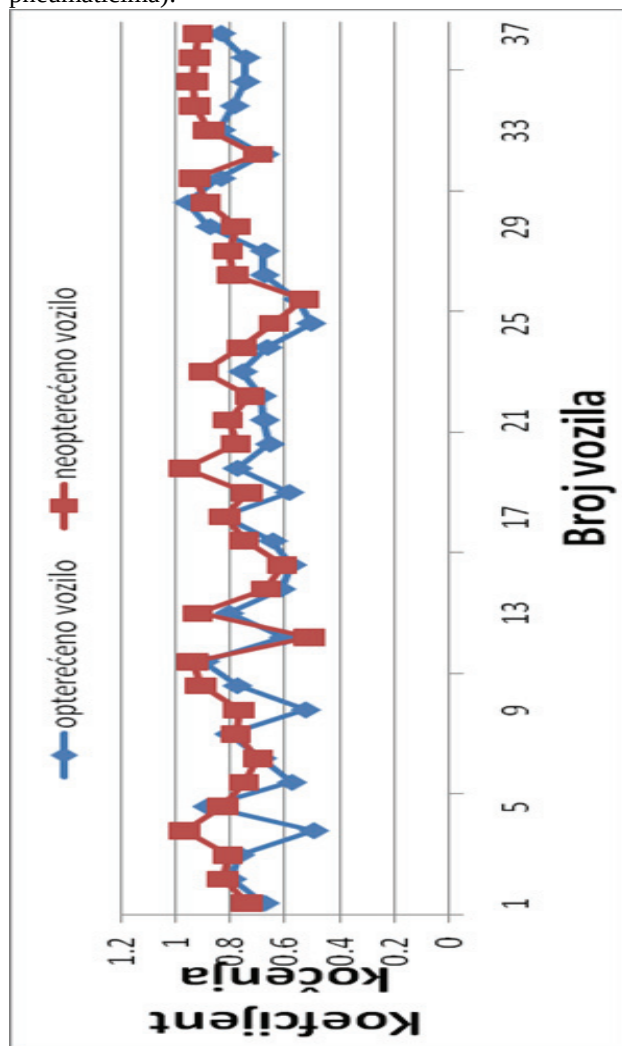
7.1. Metod i cilj istraživanja

Istraživnje bezbjednosnih aspekata vezanih za uređaje koji obezbjeđuju zaustavljanje, obavljeno je u periodu od 01. juna do 12. avgusta 2009. godine na području Mrkonjić Grada. Na slikama (u samom diplomskom radu) se mogu vidjeti automobili koji su bili ispitivani na tehničkom pregledu.

Cilj ovog istraživanja bio je da se prikaže realno stanje uređaja koji obezbeđuju zaustavljanje, odnosno ponašanje uređaja kada je vozilo puno i prazno. Bilo bi dobro kada bi se istraživanje vršilo uz pomoć saobraćajne policije, jer bi njihovim prisustvom broj ispitanih vozila bio daleko veći, a samim tim i rezultati daleko relevantniji.

7.2. Rezultati ispitivanja koeficijenta kočenja koja su vršena u stanici tehničkog pregleda „Bobar“ u Mrkonjić Gradu

U stanici tehničkog pregleda „Bobar“ u Mrkonjić Gradu vršeno je ispitivanje koeficijenta kočenja na teretnim vozilima. Kao relevantan uzorak, ispitano je 37 teretnih vozila, prosečne starosti 10 godina. Ispitivanje je vršeno pri normalnim uslovima i stanje pneumatika na svim vozilima je bilo zadovoljavajuće (dubina šare i pritisak u pneumaticima).



Grafik.1. Vrijednosti koeficijenta kočenja pri opterećenom i neopterećenom vozilu

Na osnovu prikazanog grafikona jasno se vidi da se vrijednosti koeficijenta kočenja mijenjaju, ako se masa vozila mijenja. U većem broju slučajeva dolazi do smanjenja koeficijenta kočenja, kada se masa vozila povećava.

Smanjenje koeficijenta kočenja pri povećanju mase vozila, odnosno kada se vozilo opteretiti pod uslovom da su

uređaji za kočenje ispravni značajno utiče na slijedeće parametre:

- zaustavni put vozila,
- zaustavno vrijeme vozila i
- usporenje vozila.

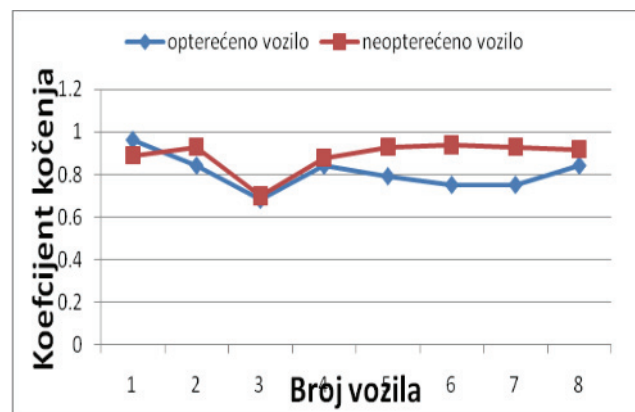
Dakle, smanjenjem koeficijenta kočenja, odnosno smanjenjem (frikcije) trenja između podloge i pneumatika, dolazi do značajnog smanjenja efikasnosti kočionog sistema. Iz ovoga slijedi da dolazi do negativnih pojava, odnosno zaustavni put i zaustavno vrijeme vozila se produžava, dok se usporenje vozila smanjuje.

Posebno treba istaći da se ove negativne pojave mogu još pogoršati, ako se ispitivanje sprovede pri nepovoljnim vremenskim uslovima npr. kiša ili snijeg, gdje dolazi do dodatnog smanjenja koeficijenta kočenja.

Na osnovu grafikona, značajno je istaći da se kod nekoliko vozila povećanjem mase vozila povećava i koeficijent kočenja. Ova pojava se donekle može objasniti time da su ovo vozila čija starost ne prelazi granicu od 7 godina i da se u kočioni sistem ovih vozila ugrađuju posebni uređaji npr. automatski regulator sile kočenja na zadnjoj osovini.

7.3. Prikaz koeficijenta kočenja za vozila do 7 godina starosti

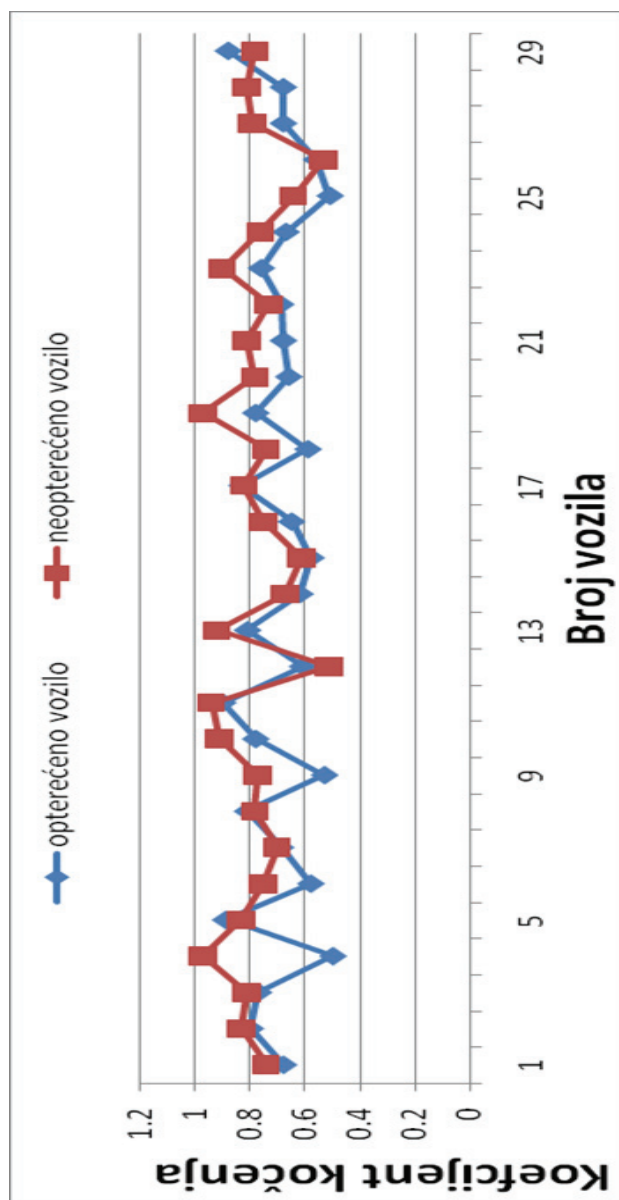
Na sledećem grafiku i tabeli se može vidjeti kako izgleda koeficijent kočenja za vozila do 7 godina starosti, za opterećeno i neopterećeno vozilo. Vidimo da je od osam ispitanih vozila kod njih sedam koeficijent kočenja za opterećeno vozilo bio manji nego za neopterećeno vozilo.



Grafik.2. Prikaz koeficijenta kočenja za vozila do 7 godina starosti

7.4. Prikaz koeficijenta kočenja za vozila preko 7 godina starosti

Na ovome grafiku može se vidjeti kako izgleda koeficijent kočenja za vozila preko 7 godina starosti, za opterećeno i neopterećeno vozilo. Ovdje je situacija nešto drugačija, jer kod nekih automobila dolazi do drugačijeg slike koeficijenta kočenja u odnosu na prethodni graf i većine vozila sa ovog grafika. Takođe se vidi da je kod većine ispitanih vozila koeficijent kočenja za opterećeno vozilo bio manji nego za neopterećeno vozilo.



Grafik 4: Prikaz koeficijenta kočenja za vozila preko 7 godina starosti

8. ZAKLJUČAK

U ovome radu i na osnovu prikazanih grafikona jasno se vidi da se vrijednosti koeficijenta kočenja mijenjaju, ako se masa vozila mijenja. U većem broju slučajeva dolazi do smanjenja koeficijenta kočenja, kada se masa vozila povećava. Dakle, smanjenjem koeficijenta kočenja, odnosno smanjenjem (frikcije) trenja između podloge i pneumatika, dolazi do značajnog smanjenja efikasnosti kočionog sistema. Iz ovoga slijedi da dolazi do negativnih pojava, odnosno zaustavni put i zaustavno vrijeme vozila se produžava, dok se usporenje vozila smanjuje.

Na osnovu grafikona, značajno je istaći da se kod nekoliko vozila povećanjem mase vozila povećava i koeficijent kočenja.

Treba naglasiti da je u ispitivanjima od samog početka učestvovala saobraćajna policija, da bi broj ispitanih vozila bio daleko veći, a samim tim i rezultati ispitivanja daleko relevantniji. Takođe tokom izrade ovog rada mogli smo da vidimo koliko naši vozači imaju strah, odbojnost od tehničkog pregleda. Većina njih je nerado pristajala da ispita svoje vozilo iako je pregled bio potpuno besplatan. Bitno je istaći da se kod nekih ispitanih vozila koeficijent kočenja poklapa za opterećen i neopterećen automobil. Tako je kod vozila do sedam godina starosti, od osam ispitanih vozila njih čak sedam imalo različit koeficijent kočenja, dok je kod jednog vozila koeficijent kočenja bio skoro isti, što se može vidjeti na grafiku 3. Kod vozila preko sedam godina starosti od ukupno dvadeset devet vozila, njih čak dvadeset ima znatnu razliku kod koeficijenta kočenja, dok se kod devet vozila koeficijent kočenja skoro poklapa. Bitno je naglasiti da je prosječna starost ispitivanih automobila bila 12 godina, što i nije previše staro za razliku od vozila koja se voze po našim putevima. I na kraju ovog rada možemo zaključiti da je kod većine vozila postojala bar neka neispravnost (kod nekih i više od jedne) i da bi se to moglo otkloniti ili bar smanjiti kroz češći tehnički pregled, bar za vozila čija starosna dob prelazi 7 godina.

9. LITERATURA

- [1] Pravilnik o tehničkim pregledima Bosne i Hercegovine od 01.04.2007. godine
- [2] Za vođitelje i kontrolore, Mašinski fakultet Banja Luka
- [3] <http://www.znanje.org> Preuzeto 16.4.2009. godine
- [4] <http://www.nsautoforum.com> Preuzeto 4.6.2009. godine

Kratka biografija:



Stanko Obradović rođen je u Mrkonjić Gradu 1985. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja-Drumski saobraćaj, odbranio je 2009. godine.

**OCENA UTICAJNIH PARAMETARA NA AKUMULATIVNOST
MEĐUMESNE LINIJE „SUBOTICA – PIROT“****EVALUATION OF THE INFLUENCING PARAMETERS ON THE
ACCUMULATIVITY OF THE INTERCITY LINE „SUBOTICA – PIROT“**Miloš Jović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – Cilj rada je analiza i ocena uticajnih parametara na kumulativnost međumesne linije „Subotica-Pirot“, u okviru rada autotransportnog preduzeća D.O.O. „Ristić commerce“ iz Novog Sada, za posmatrani period od dve godine tj. 2007. i 2008. godinu

Abstract – The aim of the work analysis and assessment of influencing parameters on accumulative itercity line „Subotica-Pirot“, in the work autotransport company D.O.O. „Ristić commerce“ from Novi Sad, for period observed two years, (2007. i 2008.).

Ključne reči: Saobraćaj, Transport, Međumesna linija, Putnici, Troškovi, Dobit

1. UVOD

Pod transportom podrazumeva se skup ili kompleks aktivnosti na premeštanju (prevozu) putnika uz pomoć transportnih sredstava (vozila) od „izvora“ do „cilja“ putovanja.

U tom procesu putnici predstavljaju predmet rada a transportna sredstva, sredstva rada. Bez kvalitetnog transporta putnika nema ni kvalitetnog životnog standarda. To znači da je transport privredna delatnost koja služi kao logistička podrška svim ljudskim aktivnostima.

Saobraćaj čini posledica potreba za prevozom putnika i predstavlja organizovano kretanje transportnih sredstava po zajedničkoj mreži. Uprkos različitim tumačenjima i definicijama transporta i saobraćaja, generalno je transport realizacija potreba za premeštanjem putnika, a saobraćaj je nužna posledica transporta, takođe i saobraćaj kao takav utiče na povećanu potrebu za transportom.

2. ANALIZA ATP-a D.O.O. „RISTIĆ COMMERCE“**2.1. Delatnost preduzeća**

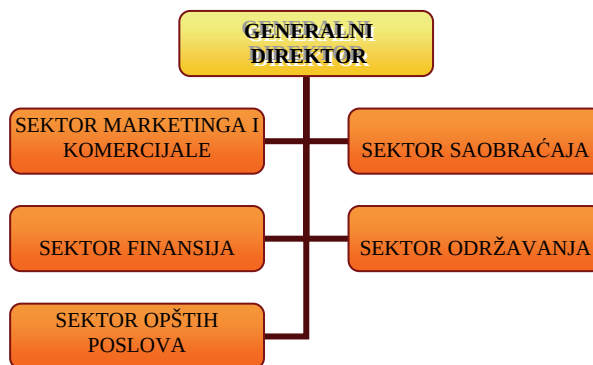
Delatnost autotransportnog preduzeća D.O.O. „Ristić commerce“ je javni prevoz putnika u međumesnom, međunarodnom i vanlinijskom prevozu. Zbog složenosti prevoza putnika kao delatnosti kojom se bavi preduzeće, dat je kratak opis obeležja prevoza putnika i linije. Preduzeće je registrovano za obavljanje javnog prevoza putnika u međunarodnom, međumesnom i vanlinijskom prevozu.

NAPOMENA:

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

2.2. Organizaciona struktura preduzeća

Autotransportno preduzeće D.O.O. „Ristić commerce“, je registrovano kao društvo sa ograničenom odgovornošću. koje zakon definiše kao društvo koje osniva pravno ili fizičko lice, radi obavljanja delatnosti. Osnivači ne odgovaraju za obaveze društva, a rizik za poslovanje društva snose do visine svog uloga. Preduzeće ima dvadeset i pet stalno zaposlenih. Organizacionu strukturu preduzeća čine sektori (Slika 2.1.) koji su definisani po podeli rada, nadležnosti, ovlašćenjima koje imaju.



Slika 2.1. Organizaciona struktura preduzeća

3. ANALIZA ANGAŽOVANIH RESURSA**3.1. Sastav voznog parka**

Pod pojmom vozni park podrazumeva se skup svih transportnih sredstava autotransportnog preduzeća. Po svom sastavu vozni park može biti homogen ili heterogen. Ukoliko je vozni park sastavljen od vozila iste marke i tipa onda je to homogen vozni park. Sastav voznog parka po pravilu retko je homogen. Vozni park je najčešće je heterogene strukture što je slučaj i u autotransportnom preduzeću D.O.O. „Ristić commerce“ tj. sastavljen je od vozila (autobusa) različitih marki i tipova. Inventarski vozni park sastoji od jedanaest autobusa koji po broju mesta za sedenje tj. kapacitetom spadaju u kategoriju autobusa za međumesni i turistički saobraćaj. Ukupan kapacitet inventarskog voznog parka iznosi 595 (mesta), inventarski vozni park je heterogene strukture tj. sastoji se od šest marki, jedanaest tipova i šest različitih kapaciteta vozila, najmanji kapacitet vozila iznosi 47 (mesta), a najveći 59 (mesta), tj. prosečan kapacitet inventarskog voznog parka iznosi 54 (mesta) i najstarije vozilo je proizvedeno 1978. god. a najnovije je proizvedeno 1997. god. tj. prosečna starost inventarskog voznog parka iznosi oko 23 godine. Angažovana sredstva preduzeća imaju visok nivo koeficijenata tehničke ispravnosti, što je

posledica dobro organizovanog sektora održavanja. Rešenje problema poboljšanja starosne strukture voznog parka, je u tome da se vozila koja su starija od 23 godine, rashoduju i zamene novim vozilima. Privremeno rešenje, koje može da se primeni je da se vozila koja se rashoduju, zamene polovnim vozilima do 10 godina starosti, što je sa stanovišta nabavne cene vozila povoljnije. Treba težiti što je moguće većoj homogenizaciji voznog parka po tipu i marki vozila.

4. ORGANIZACIJA I ANALIZA MEĐUMESNOG AUTOBUSKOG SAOBRAĆAJA

Organizacija međumesnog autobusnog saobraćaja mora obezbediti efikasnost pri izvršenju prevoza putnika. Efikasnost autobusnog prevoza kao kompleksni pokazatelj okarakterisan je kvalitetom prevoznih usluga, proizvodnošću rada vozila i zaposlenog osoblja, ekonomsko-socijalnom efikasnošću prevoza, nivoom tarifa, bezbednošću saobraćaja, tačnim i urednim održavanjem reda vožnje, temeljnim poznavanjem putničkih tokova, stanjem putne mreže, potrebnim brojem autobuskih stanica i stajališta, savremenom manipulacijom sa prevoznim ispravama i kontrolom tačnosti i ravnomernosti kretanja vozila, odnosno kontrolom realizovanja reda vožnji.

Klasifikacija međumesne linije može biti po:

- teritorialnom obeležju (regionalne i republičke), u zavisnosti od toga koje područje pokrivaju i na kom nivou se vrši usaglašavanje i registrovanje linije,
- prema vremenu rada (stalne i sezone), na stalnim linijama rad vozila se obavlja u toku cele godine, a na sezonskim linijama samo u toku određenog vremenskog perioda, tj. perioda u kome postoje tokovi putnika i
- intezitetu toka putnika i međustaničnog rastojanja duž linije (redovne, poluekspresne i ekspresne linije).

4.1. Metodologija otvaranja međumesne linije

Metodologija otvaranja međumesne linije za prevoz putnika predstavlja složen proces, koji se sastoji iz više faza, gde se faze nadovezuju jedna na drugu. Prilikom otvaranja novih autobuskih linija, podnosi se zahtev nadležnom organu, ali pre toga je potrebno utvrditi prevozne zahteve putnika putem snimanja tokova putnika po intezitetu i smeru, izvršiti izbor prevoznog puta sa utvrđivanjem putnih uslova, saobraćajne regulative i inteziteta tokava saobraćaja na određenoj trasi linije. U cilju određivanja optimalnog vremena obrta odnosno brzine obrta i izradu budućeg reda vožnje, potrebno je obaviti probne vožnje radi utvrđivanja merodavnog vremena vožnje autobusa na liniji

5. ANALIZA MEĐUMESNE LINIJE „SUBOTICA – PIROT“

Autoprevoznik D.O.O. „Ristić commerce“, u okviru drumskog prevoza putnika održava dve međumesne linije.

U ovom poglavlju će biti predstavljena i analizirana redovna međumesna linija „Subotica–Pirot“. Dužina cele linije je 992 km, vreme poluobrtaja traje 8h i 10min. Duž linije ima 12 stanica, u jednom pravcu. Linija je u kategoriji linija međumesnog saobraćaja preko 300 km.

Polasci na liniji su svakodnevni u oba pravca, red vožnje je prilagođen. Karte je moguće kupiti na stanicama do polaska autobusa, a mogu se i rezervisati ili kupiti u prostorijama D.O.O. „Ristić commerce“. Radi povećanja broja putnika, postoje razni popusti pri kupovini karte i to:

- deca do 2 godine imaju popust 70 %, na cenu autobuske karte,
- deca od 2 do 12 godina imaju popust od 50 %, na cenu autobuske karte,
- grupe imaju pravo na 10 %, popusta na cenu autobuske karte i
- đaci i studenti imaju popust 30 %, na cenu autobuske karte.

Postoji i posebna povoljnost pri kupovini povratnih karata, tako da sve povlastice utiču na povećanje obima prevoza.

5.1. Analiza troškova međumesne linije „Subotica – Pirot“

Troškovi transporta kod svih vidova transporta, pa i u drumskom transportu putnika predstavljaju najvažniji uopšteni pokazatelj rada voznog parka.

Utvrdjivanje cene koštanja u svakom autotransportnom preduzeću, predstavlja složen problem, pošto na nivo troškova poslovanja utiče čitav niz faktora kao što su: broj zaposlenih, tehnička opremljenost, sastav i stepen tehničke ispravnosti voznog parka, kvalitet vozila, starosna struktura vozila, tehnologija održavanja vozila, režim rada vozila, stručnost i obučenosť kadrova, opremljenost radionice za opravku vozila, stanje mreže saobraćajnica, klimatskih uslovi itd.

U cilju ocene uticaja parametara proizvodne efikasnosti, na promenu cene transporta po jednom prevezenom putniku, uzeta je srednja vrednost za period od dve godine, tj. za 2007. i 2008. godinu.

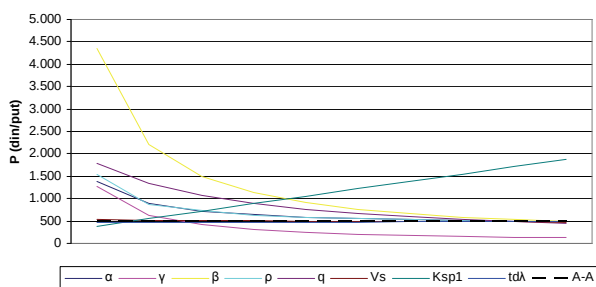
Prikazana je zavisnost promene cene transporta putnika, na liniji „Subotica-Pirot“, po jednom prevezenom putniku u funkciji izmene eksploatacionih izmeritelja. Uticaj svakog izmeritelja na promenu cene transporta po jednom prevezenom putniku, dobijen je tako što se svaki parametar uzima kao promenljiva veličina, dok su svi ostali parametri konstante.

Na grafiku 5.1. prikazano je procentualno učešće dobiti po godinama, u odnosu na ukupno ostvarenu dobit za posmatrani period na liniji. Gde dobit za 2008. godinu iznosi oko 68 %, ukupne dobiti u posmatranom periodu, što dovodi do zaključka da je 2008. godine ostvaren veći broj putničkih kilometara koji imaju najveći uticaj na ostvarenu dobit.

Na grafiku 5.2. prikazana je promena cene transporta putnika po jednom prevezenom putniku u funkciji parametara proizvodne efikasnosti, stvarni troškovi prevoza koji su označeni sa (A-A) za posmatrani period, iznose oko 498,477 din/put.

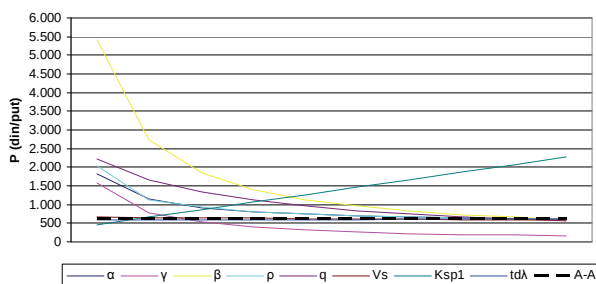


Grafik 5.1. Procentualo učešće dobiti po godinama u odnosu na dobit za posmatrani period



Grafik 5.2. Promenena cene transporta po jednom prevezenom putniku u funkciji parametara proizvodne efikasnosti za 2007. godinu

Na grafiku 5.3. prikazana je promena cene transporta putnika po jednom prevezenom putniku u funkciji parametara proizvodne efikasnosti, stvarni troškovi prevoza koji su označeni sa (A-A) za posmatrani period, iznose oko 604,981 din/put.

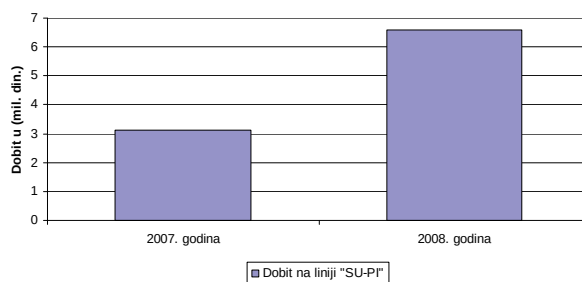


Grafik 5.3. Promena cene taransporta po jednom prevezenom putniku u funkciji parametara proizvodne efikasnosti za 2008. godinu

5.2. Analiza dobiti međumesne linije Subotica – Pirot

Dobit autotransportnog preduzeća, na liniji se ogleda u ekonomičnosti transporta i rentabilnosti poslovanja. Princip ekonomičnosti izražava težnju autotransportnog preduzeća, da ostvari što veći obim prevoza i time što veći prihod, uz što manje troškove svih činilaca procesa prevoza. To znači da se ostvari što veći obim saobraćajnih usluga izraženih u putničkim kilometrima kao jedinicama neto-rada, koje se realizuju i donose prihode, uz što niže troškove transportne usluge. S obzirom na veliku masu i

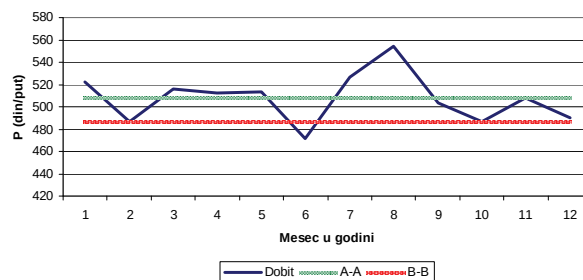
strukturu transportnih srestava i potrošnju velikih količina pogonske energije i usluga za održavanje sredstava, ekonomičnost proizvodnje saobraćajnih usluga je velik i kompleksan izvor ekonomske reprodukcije u saobraćaju. Stoga i merenje i analiza ekonomičnosti (dobiti) predstavljaju značajan instrument poslovne politike autotransportnog preduzeća. Merenjem ekonomičnosti na nivou autotransportnog preduzeća, utvrđuje se globalna ekonomičnost, kao rezultat kompezirajućeg dejstva celog kompleksa faktora. Ovako utvrđen rezultat pokazuje samo konačni efekat, ne omogućava kvalitativnu analizu i utvrđivanje stepena dejstva pojedinih faktora ekonomičnosti. Treba znati koliko je koji faktor uticao na smanjenje dobiti, da bi se utvrdile i preduzele konkretne mere. Drugo pitanje je veličina dobiti kao merilo rentabilnosti autotransportnog preduzeća, kao i na liniji postavlja se sa aspekta potrebne mase dobiti, odnosno akumulativne sposobnosti potrebne za normalnu egzistenciju. Dobit treba da obezbedi potrebnu materijalnu bazu za proširenje kapaciteta prema potrebi i potražnji razvoja autotransportnog preduzeća, tj. da se sa što manje angažovanih sredstava ostvari što veća dobit. Na osnovu podataka koje vodi autotransportno preduzeće D.O.O. „Ristić commerce“, za liniju „Subotica-Pirot“, dobit za 2007. i 2008. godinu je prikazana grafički. Na grafiku 5.4. može se videti da je dobit za 2008. godinu oko 50 %, veća u odnosu na dobit iz 2007. godine koja je ostvarena na liniji „Subotica-Pirot“, što je posledica većeg transportnog rada, tj. većeg broja ostvarenih putničkih kilometara.



Grafik 5.4. Vrednost dobiti na liniji „Subotica-Pirot“ za 2007. i 2008. godinu

Prilikom analize rentabilnosti linije, koja zavisi od ostvarenih prihoda i troškova za realizaciju transporta putnika na liniji, dobit ostvarena po putniku, tj. (din/put) prikazana je grafički za posmatrani period rada linije.

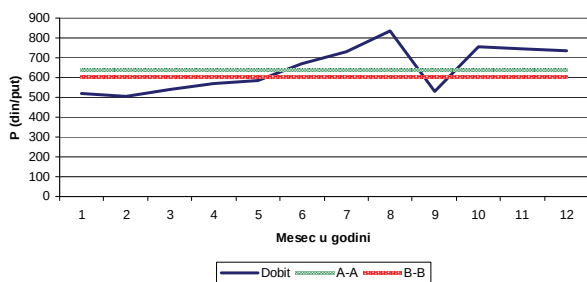
Na grafiku 5.5. može se uočiti kretanje dobiti po putniku (din/put) po mesecima za 2007. godinu.



Grafik 5.5. Analiza akumulativnosti linije u odnosu na dobit po putniku po mesecima za 2007. godinu

Sa (A-A) je označena srednja vrednost prihoda po putniku, dok je sa (B-B) prikazana srednja vrednost rashoda (troškova). Što dovodi do zaključka da su prihodi (dobit) veći od rashoda (troškova) za posmatrani period, što je posledica rentabilnog rada linije.

Na grafiku 5.6. može se uočiti kretanje dobiti po putniku (din/put) po mesecima za 2008. godinu. Sa (A-A) je označena srednja vrednost prihoda po putniku, dok je sa (B-B) prikazana srednja vrednost rashoda (troškova). Što dovodi do zaključka da su prihodi (dobit) veći od rashoda (troškova) za posmatrani period, što daje za posledicu rentabilnost rada linije



Grafik 5.6. Analiza akumulativnosti linije u odnosu na dobit po putniku po mesecima za 2008. godinu

Pomoću prikazanih rezultata, može se zaključiti da najveći uticaj na prihod linije imaju statički i dinamički koeficijent iskorišćenja kapaciteta autobusa, i kapacitet autobusa. Ovo je posledica transporta putnika u linijskom saobraćaju, gde visina prihoda najviše zavisi od ukupnog broja prevezenih putnika i ostvarenih putničkih kilometara na liniji.

6. PREDLOG MERA ZA POBOLJŠANJE POSLOVANJA

Prilikom analize rada autotransportnog preduzeća D.O.O. „Ristić commerce“, koje se bavi linijskim i vanlinijskim prevozom u međunarodnom i unutrašnjem transportu putnika, i međumesne linije „Subotica-Pirot“, zaključak je, da je potrebno uvesti mere za unapređenje poslovanja preduzeća.

Predlog mera za unapređenje poslovanja su:

- poboljšanje starosne strukture voznog parka,
- uvođenje digitalnih tahografa i
- unapređenje informacionog sistema.

Na osnovu iznesenih činjenica, o radu i upotrebi digitalnih tahografa i njihove mogućnosti nadogradnje u odnosu na analogne. Treba težiti da se svi autobusi koji se koriste u ATP-u opreme digitalnim tahografima, čime bi se omogućilo povezivanje podataka koji se dobijaju preko tahografa i kartica, sa informacionim sistemom radi dobijanja baze podataka, koji mogu da služe za preciznije praćenje rada vozila i voznog osoblja u dužem vremenskom intervalu.

Dopunjen informacioni sistem omogućio bi preciznije praćenje rada voznog parka, rad vozila na liniji i sam rad voznog i ostalog osoblja. Time bi se dobio bolji uvid u troškove i njihovu zavisnost od uticajnih parametara, te bi se moglo reagovati na vreme na date promene u toku nastajanja i time poboljšati rentabilnost i poslovanje kompletnog ATP-a.

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu iznetih činjenica autotransportno preduzeće D.O.O. „Ristić commerce“ je rentabilno sa stanovišta troškova i prihoda. Ovo ukazuje na dobru organizaciju i poslovnu politiku preduzeća. Očekuje se da će u budućem periodu preduzeće zadržati svoje sadašnje pozicije i težiti unapređenju poslovanja kroz predlog mera koji su dati u radu, radi bolje kontrole rada autobusa na linijama, praćenju troškova i zahteva putničkih tokova primenom savremenih tehnologija. Na ovaj način bi se postigao veći obim transportnih usluga izražen u putničkim kilometrima, a uz što manje troškove prevoza i time povećao prihod samog preduzeća.

8. LITERATURA

- [1] P. Gladović: „Tehnologija drumskog saobraćaja“, Univerzitet u Novom Sadu, FTN, Novi Sad, 2007.
- [2] LJ. Topavčević: „Organizacija i tehnologija drumskog transporta“, u Beogradu, Građevinska knjiga, Beograd, 1987.
- [3] V. Kolarić: „Ekonomika i organizacija saobraćajnih preduzeća“, Univerzitet u Beogradu, Ekonomski fakultet, Beograd, 1972.
- [4] B. Golac: „Organizacija i tehnika prijevoza tereta u cestovnom prometu“, u Zagrebu, Školski centar za cestovni saobraćaj, Zagrebu, 1985.
- [5] V. Pulić, Ž. Rankković i D. Hađić: „Digitalni tahografi i vreme vožnje“, „IRU“ Akademija, „Rico holding company“, Beograd, 2008.

Kratka biografija:



Miloš Jović rođen je u Novom Sadu 1982. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj - Ocena uticajnih parametara na kumulativnost međumesne linije „Subotica – Pirot“ odbranio je 2009. god.

ANALIZA BOČNOG UBRZANJA VOZILA KOD MANEVRA IZBEGAVANJA NALETA NA NEPOMIČNU PREPREKU

ANALYSIS OF LATTERAL ACCELERATION DURING LANE-CHANGE MANEUVER

Nemanja Hadžić, Vuk Bogdanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu analizirano je bočno ubrzanje vozila prilikom izvođenja manevra izbegavanja naleta na nepomičnu prepreku. Snimanje bočnog ubrzanja vozila je izvedeno, na poligonu koji je formiran po ISO 3888-2 standardu, za različite brzine kretanja vozila, i na osnovu snimljenih podataka je izvršena kategorizacija bočnog ubrzanja sa aspekta udobnosti putnika u vozilu.

Ključne reči: Bočno ubrzanje, lane-change manevr, brzina kretanja vozila

Abstract – Vehicle lateral acceleration, during the lane-change maneuver, is analyzed in this paper. Vehicle lateral acceleration, is recorded on the special test track that is formed by ISO 3888-2 standard, for various speeds of movement of vehicles. Lateral acceleration is analyzed, after recording. This analysis provided to classifying of vehicle lateral acceleration from passengers comfort aspect.

Key words: lateral acceleration, lane-change maneuver vehicle velocity

1. UVOD

U osnovne radnje koje vozači preduzimaju prilikom upravljanja vozilom spadaju i izmicanje i prestrojavanje vozila.

Prilikom krivolinijskog kretanja vozila usled izmicanja, prolaska vozila kroz horizontalnu krivinu, ili nekog drugog razloga dolazi do dejstva centrifugalnih sila. Dejstvo centrifugalne sile uzrokuje pojavu bočnih ubrzanja koja uz ispunjenje određenih uslova mogu izazvati zanošenje i destabilizaciju vozila.

Prilikom zanošenja, vozilo se kreće nekontrolisano usled čega može doći do prelaska vozila na suprotnu saobraćajnu traku, njegovog izletanja sa puta, prevrtanja, udara u prepreku itd.

U okviru ovog rada biće analizirane vrednosti bočnog ubrzanja vozila u različitim uslovima, odnosno vrednosti ubrzanja u zavisnosti od vrste i tipa vozila, režima kretanja, stanja podloge, radijusa kretanja itd.

Za potrebe utvrđivanja veličina bočnog ubrzanja analizirani su rezultati istaživanja, odnosno merenja veličine ubrzanja u realnom saobraćajnom toku, odnosno na test poligonu koji je konstruisan po ISO standardu.

NAPOMENA:

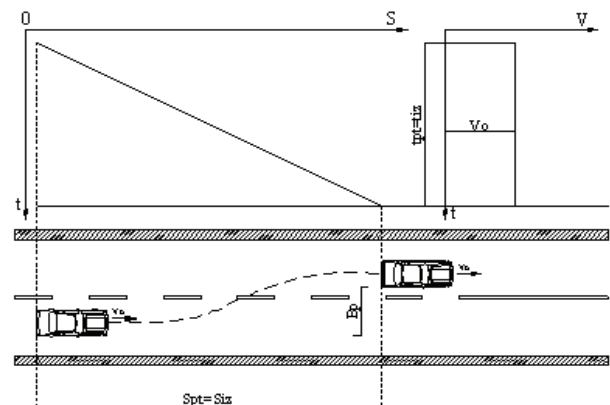
Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Vuk Bogdanović, docent.

2. MANEVAR IZMICANJA I PROMENE SAOBRAĆAJNE TRAKE (LANE-CHANGE MANEVAR)

Izmicanje ili promena saobraćajne trake je specijalni slučaj radnje skretanja vozila, kada nakon izvršenog toka nastaje bočno pomeranje vozila udesno ili ulevo na paralelnom pravcu ranijeg kretanja vozila.

Sa gledišta dinamike, izmicanje ili promena saobraćajne trake je isti proces, pa podleže jedinstvenom dinamičkom razmatranju.

Tok izmicanja ili promene saobraćajne trake može se posmatrati kao sastavljena putanja težišta automobila od dva kružna luka ili kao sinusna linija, koja je vrlo blizu stvarnoj vožnji izmicanja odnosno promeni saobraćajne trake, uzduž jedne preokrenute krive, klotoide. Ovaj tok je radi lakšeg sagledavanja shematski prikazan na slici 1 zajedno sa dijagramima $S=f(t)$ i $V=f(t)$.



Slika 1. Tok izmicanja ili promene saobraćajne trake

Osim za promenu saobraćajne trake na višetraknim putevima, lane-change manevr vozači primenjuju i prilikom izbegavanja naleta na pokretne ili nepokretne prepreke. Poznavanje karakteristika ovog manevra, osim za potrebe projektovanja puteva, važno je i za veštačenje saobraćajnih nezgoda kada je potrebno utvrditi mogućnost izbegavanja nezgode preduzimanjem određenih manevra. Najčešća relacija koja se primenjuje za proračun ukupnog vremena izmicanja, odnosno promene saobraćajne trake ($t_{iz} = t_{pt}$) glasi:

$$t_{iz} = t_{pt} = t_{ru} + t_{ei} = t_{ru} + 2,51 \sqrt{\frac{B_p}{\mu_s g}} \quad [s] \quad (1)$$

gde su:

t_{ru} – vreme reagovanja vozača na upravljanje (0,3–0,5 s);

t_{ei} – vreme efektivnog izmicanja [s];

B_p – bočni pomak vozila [m];

μ_s – koeficijent bočnog prijanjanja ($\mu_s \approx 0,8$);

g – ubrzanje Zemljine teže $9,81 \text{ [m/s}^2\text{]}$.

Ukupan put izmicanja, odnosno promene saobraćajne trake ($S_{iz} = S_{pt}$) je:

$$S_{iz} = S_{pt} = V_0 \left(t_{ru} + 2,51 \sqrt{\frac{B_p}{\mu_s g}} \right) [m] \quad (2)$$

V_0 – brzina vozila u trenutku reagovanja vozača [m/s].

3. DINAMIČKE KARAKTERISTIKE VOZILA PRILIKOM IZVOĐENJA LANE-CHANGE MANEVRA

Prilikom kretanja po zakrivljenoj putanji, na motorno vozilo, osim sila koje se javljaju pri vožnji u pravcu, deluje i bočna tzv. centrifugalna sila (F_c), čiji je smer delovanja radijalan na putanju kretanja vozila.

Centrifugalna sila je direktno proporcionalna težini vozila i kvadratu brzine, a obrnuto proporcionalna poluprečniku krivine. Ovo praktično znači da sa povećanjem težine i brzine kretanja vozila, a smanjenjem radijusa krivine, centrifugalna sila raste. Centrifugalna sila teži da pomeri vozilo sa putanje, a njoj se direktno suprotstavlja komponenta sile trenja (F_t), koja se javlja između pneumatika i kolovoza i koja teži da zadrži vozilo na trajektoriji.

$$F_c = \frac{m \cdot V^2}{R} = m \cdot a_c \quad (3)$$

$$F_t = G \cdot \mu_s = mg\mu_s \quad (4)$$

F_c – centrifugalna sila[N]

m – masa vozila[kg]

V – brzina vozila[m/s]

R – radijus putanje[m]

a_c – bočno ubrzanje vozila [m/s²]

F_t – komponenta sile otpora trenja koja nastaje između pneumatika i površine kolovoza[N]

G – težina vozila[N]

Da bi vozilo prilikom skretanja ostalo na željenoj putanji, intenzitet sile trenja mora biti veći ili jednak intenzitetu centrifugalne sile.

$$\frac{m \cdot V^2}{R} \leq mg\mu_s \quad (5)$$

$$m \cdot a_c \leq mg\mu_s \quad (6)$$

U realnim uslovima, kada se vozilo kreće zakrivljenom putanjom, ovaj uslov je ispunjen. Međutim, kada uslov stabilnosti vozila u krivini nije ispunjen, dolazi do zanošenja ili prevrtanja vozila. Za ova dva slučaja mogu se definisati granične brzine:

Granična brzina vozila na zanošenje:

$$V_{gz} = \sqrt{g \cdot \mu_s \cdot R} [m/s] \quad (7)$$

Granična brzina vozila na prevrtanje:

$$V_{gp} = \sqrt{gR \frac{c}{2h_T}} [m/s] \quad (8)$$

3.1. Definisanje jednačine bočnog ubrzanja vozila

Iz gore navedene jednačine (3) vidi se da je intenzitet centrifugalne sile direktno zavistan od bočnog ubrzanja vozila (a_c) koje zavisi od brzine vozila i radijusa krivine.

Kako je radijus krivine (R -poluprečnik putanje vozila)

obrnuto proporcionalan zakrivljenosti putanje, jednačinu za bočno ubrzanje možemo definisati na sledeći način:

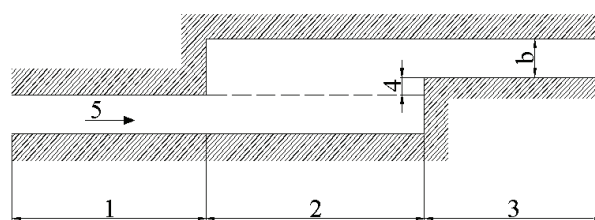
$$a_c = \frac{V^2}{R} = V^2 \cdot \rho [m/s^2] \quad (9)$$

ρ – zakrivljenost putanje

Iz date jednačine se jasno vidi, da intenzitet bočnog ubrzanja opada kako raste poluprečnik putanje kretanja vozila, odnosno kako se smanjuje zakrivljenost putanje. Sa druge strane povećanjem zakrivljenosti, smanjuje se radijus putanje, a povećava se bočno ubrzanje vozila. Na osnovu jednačine (6) može se zaključiti da se za veće vrednosti koeficijenta bočnog trenja mogu postići veće vrednosti bočnog ubrzanja vozila, a da pri tom vozilo ostane na željenoj putanji kretanja. Sa druge strane kod kolovoznih površina sa malim koeficijentom bočnog trenja, lakše dolazi do zanošenja vozila, odnosno bočnog proklizavanja. Iz relacije (9) jasno se vidi da povećanje brzine uzrokuje povećanja bočnog ubrzanja.

4. POSTUPAK EKSPERIMENTALNOG UTVRĐIVANJA BOČNOG UBRZANJA

Podaci koji su potrebni za analize bočnog ubrzanja, prikupljeni su na test stazi (poligonu) koja je konstruisana u skladu sa prilagođenim ISO 3888-2 standardom. Celokupna staza se nije sastojala iz pet odseka, kako je to predstavljeno u ISO 3888-2 standardu, već su je činila prva tri odseka, koji su u ovom slučaju dovoljni za snimanje potrebnih parametara.



1–odsek 1; 2–odsek 2; 3–odsek 3; 4–odstupanje trake;
5 – smer vožnje

Slika 2. Izgled staze koja je korišćena u testu

4.1. Proces izvođenja eksperimentalne vožnje

Test manevar izbegavanja naleta na nepokretnu prepreku podrazumeva brzi prelazak vozila iz ulazne kapije u sledeću njoj paralelnu kapiju, bez narušavanja granica staze, odnosno bez rušenja postavljenih kupa. Cilj je da vozilo dostigne naizmenično visoke vrednosti bočnog ubrzanja, tako da se mogu proceniti dinamičke karakteristike.

Test se odvija na sledeći način :

- vozač vozilom ulazi u prvi odsek najvećom brzinom koju može da postigne pri radu motora sa oko 2000 obrtaja po minuti,
- na drugom metru nakon ulaska u prvi odsek, vozač otpušta papučicu gasa i ostatak test staze vozi sa neutralnim položajem papučice za gas.

Za brzinu kretanja vozila se usvaja ona koja je izmerena na kraju prvog odseka, tj. na dvanaestom metru test poligona, a ovaj proces se ponavlja što više puta tako da bi se izbegle velike oscilacije u dobijenim vrednostima potrebnih parametara.

Test vožnje su izvođene u dve faze:

U prvoj fazi vozači su upravljali vozilima tako, da se pri ulasku u drugi odsek test staze, odnosno na početku manevra izmicanja, vozilo kreće određenom (zahtevanom) brzinom. U toj fazi su prikupljeni podaci za analiziranje bočnog ubrzanja vozila prilikom izvođenja manevra izbegavanja naleta na nepokretnu prepreku u situacijama kada se vozilo kreće brzinama: 10km/h, 20km/h, 30km/h, 40km/h, 50km/h, 60km/h i 70km/h pri vožnji na suvom kolovozu.

Dinamički parametri su beleženi tako što se u prvoj vožnji vozilo kretalo brzinom od 10km/h, a zatim se u svakoj narednoj ta brzina povećavala za po 10 km/h. Izuzetak su bila merenja za brzine veće od 50 km/h, kada je brzina povećavana za po 5 km/h.

U drugoj fazi izvođenja eksperimentalne vožnje, zadatak vozača je bio da što većom brzinom vozila prođu uspešno test stazu, tj. da prilikom lane-change manevra ne obore postavljene kupe. U toj fazi su simulirani uslovi vožnje u realnom saobraćajnom toku, tj. situacije u kojima se nađu vozači, u najvećem broju slučajeva, pri vožnji na vangradskim deonicama puta.

U ovoj fazi su beležene vrednosti parametara koje su potrebne za analizu bočnog ubrzanja vozila prilikom izvođenja manevra izbegavanja naleta na nepokretnu prepreku pri maksimalnoj bezbednoj brzini kretanja vozila.

5. ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA U MERENJU NA EKSPERIMENTALNOJ TEST VOŽNJI –PRVA FAZA

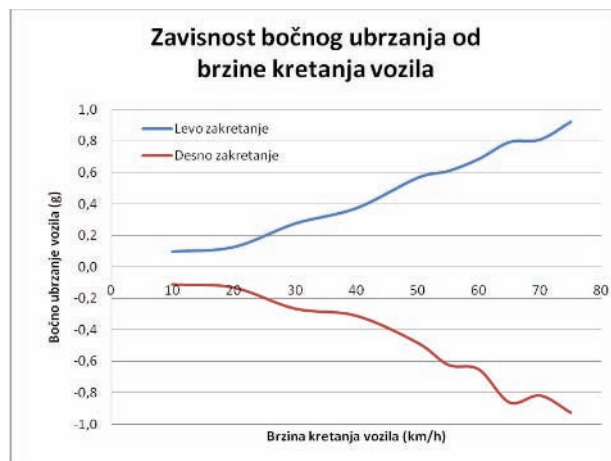
Analiziranjem rezultata merenja vrednosti bočnog ubrzanja, prilikom izvođenja lane-change manevra na suvom kolovozu, jasno se vidi, da povećanjem brzine kretanja vozila, dolazi do povećanja maksimalnih vrednosti bočnog ubrzanja. Sa aspekta udobnosti putnika u vozilu, bočno ubrzanje možemo podeliti u nekoliko kategorija:

Normalno: za brzine kretanja vozila od 0 do 20 km/h, tom prilikom bočno ubrzanje dostiže vrednosti do 0,2g, a intenzitet ubrzanja, putnici u vozilu gotovo i da ne osećaju;

Bezbedno: za brzine kretanja vozila od 20km/h do 40km/h, vrednosti bočnog ubrzanja se kreću u intervalu od 0,2g do 0,47g, putnici u vozilu blago osećaju intenzitet bočnog ubrzanja, bez osećaja nesigurnosti;

Tabela 1. Bočno ubrzanje, i zakrivljenost putanje pri određenim brzinama kretanja vozila

Brzina kretanja vozila (km/h)	Bočno ubrzanje vozila (g)		Zakrivljenost putanje	
	Levo zakretanje	Desno zakretanje	ρ_1	ρ_2
10	0,099	-0,110	0,03196	0,03748
20	0,128	-0,130	0,02764	0,02673
30	0,277	-0,264	0,03877	0,03663
40	0,375	-0,309	0,03797	0,03698
50	0,568	-0,481	0,03140	0,02589
55	0,611	-0,621	0,02515	0,02674
60	0,688	-0,650	0,02500	0,02141
65	0,795	-0,860	0,02361	0,02696
70	0,811	-0,816	0,02136	0,01655
75	0,924	-0,925	0,01982	0,02748



Grafik 1. Zavisnost bočnog ubrzanja vozila od brzine kretanja na suvom kolovozu

Ozbiljno: za brzine kretanja vozila od 40km/h do 60km/h, vrednosti bočnog ubrzanja su od 0,47g do 0,72g, te vrednosti bočnog ubrzanja u vozilu, putnici već osećaju kao ozbiljno, ali bezbedno;

Granično: za brzine kretanja vozila od 60km/h do 70km/h, bočno ubrzanje dostiže vrednosti od 0,72g do 0,86g, intenzitet bočnog ubrzanja putnici u vozilu osećaju kao snažne trzaje, i to su granične vrednosti bočnog ubrzanja;

Maksimalno: za brzine kretanja vozila od 70km/h do 75km/h, bočno ubrzanje dostiže vrednosti do 0,925g, i to je maksimalna izmerena vrednost bočnog ubrzanja.

Pri izvođenju test-vožnje na suvom asfaltu, maksimalna brzina vozila pri kojoj je uspešno izveden lane-change manevar iznosi 75km/h.

Za veće brzine kretanja vozila, vozači nisu uspeli uspešno da izvedu manevr, stoga se brzina od 75km/h može usvojiti, kao granična brzina kretanja vozila u normalnim saobraćajnim uslovima, pri kojoj se može izvesti bezbedno izbegavanje naleta na nepokretnu prepreku za date uslove.

Stoga se i bočno ubrzanje vozila koje je zabeleženo pri toj brzini kretanja može usvojiti kao granična vrednost bočnog ubrzanja vozila, a ono iznosi 0,925g.

Analizom dobijenih kategorija bočnog ubrzanja, može se uspostaviti određena zavisnost između bočnog ubrzanja i vrednosti brzina kretanja vozila, koje su karakteristične za svaku kategoriju bočnog ubrzanja posebno.

Stoga približne vrednosti bočnog ubrzanja se mogu dobiti kao rezultat sledećih relacija:

Normalno: $a_c \approx (0,025 \cdot V / 3,6)g$

Bezbedno: $a_c \approx (0,034616 \cdot V / 3,6)g$

Ozbiljno: $a_c \approx (0,04223 \cdot V / 3,6)g$

Granično: $a_c \approx (0,043111 \cdot V / 3,6)g$

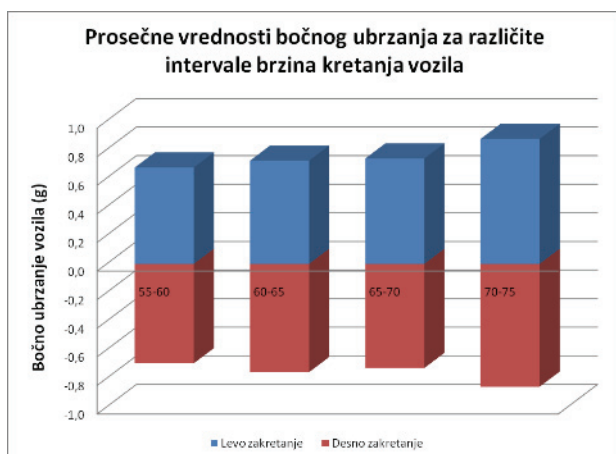
Maksimalno: $a_c \approx (0,043659 \cdot V / 3,6)g$

Prilikom izračunavanja vrednosti bočnog ubrzanja, brzine kretanja vozila imaju vrednosti koje su svojstvene za svaku kategoriju bočnog ubrzanja, i izražene su u km/h.

6. ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA U MERENJU NA EKSPERIMENTALNOJ TEST VOŽNJI –DRUGA FAZA

Tabela 2. Prosečne vrednosti snimljenih bočnih ubrzanja za intervale brzina

Brzina kretanja vozila km/h	Prosečne vrednosti ubrzanja (g)	
	Levo zakretanje	Desno zakretanje
55-60	0,674	-0,695
60-65	0,722	-0,757
65-70	0,737	-0,728
70-75	0,874	-0,859



Grafik 2. Prosečne vrednosti bočnog ubrzanja vozila za različite intervale brzina kretanja vozila

Analiziranjem vrednosti bočnog ubrzanja vozila, koje su snimljene u drugoj fazi testa, za određene intervale brzina kretanja vozila, dobijene su prosečne vrednosti bočnog ubrzanja. Te vrednosti su prikazane na grafiku 2.

Analizom prikazanih vrednosti na grafiku, možemo za određene intervale brzina kretanja vozila, usvojiti odgovarajuće intervale bočnog ubrzanja vozila:

- za brzinu kretanja vozila od 55 km/h do 60 km/h, bočno ubrzanje može imati vrednost od 0,67 g do 0,72 g
- za brzinu kretanja vozila od 60 km/h do 70 km/h, bočno ubrzanje vozila može imati vrednosti u intervalu od 0,72 g do 0,86 g
- za brzinu kretanja vozila u intervalu od 70 km/h do 75 km/h, bočno ubrzanje može imati vrednost od 0,86 g do 0,925 g

- za brzine kretanja vozila veće od 75 km/h, bočno ubrzanje ima vrednosti veće od 0,925 g

Pored toga, analizom je pokazano da već kod brzina vozila od 60km/h do 70km/h, bočna ubrzanja dostižu vrednosti i do 0,86g, što su izuzetno visoke vrednosti, što znači da u takvim situacijama vozači moraju da budu veoma vešti i spretni kako bi izbegli zanošenje ili prevrtanje vozila.

U većini situacija na vangradskim deonicama puteva, vozila se kreću brzinama većim od 80 km/h, a to su brzine kod kojih je za prosečnog vozača gotovo nemoguće da bezbedno izvrši lane-change manevr, što se i pokazalo u okviru test vožnji u ovom radu, kada nijedan vozač nije uspeo brzinom većom od 75 km/h uspešno da izvrši manevr izbegavanja naleta na nepokretnu prepreku.

S obzirom na činjenicu da u saobraćaju, veliki broj vozača u kritičnim situacijama, radi izbegavanja naleta na prepreku pribegava izvođenju lane-change manevra, neophodno je da se u okviru obuke vozači upoznaju sa karakteristikama lane-change manevra.

7. ZAKLJUČAK

Lane-change manevr, ili manevr izmicanja, predstavlja jednu od alternativa koju vozač, osim za promenu saobraćajne trake, može primeniti u rizičnim situacijama, kada je potrebno da izbegne nalet na pokretnu ili nepokretnu prepreku. U odnosu na druge tipove manevra, ovaj manevr je složeniji i zahtevniji. Složenost ovog manevra se ogleda u činjenici da vozač u okviru veoma kratkog perioda treba da izvrši više radnji. Takođe, izvođeci lane-change manevra, vozač treba da obezbedi sigurnost ostalih učesnika u saobraćaju i da izbegne zanošenje i prevrtanje svog automobila. Preporučene vrednosti bočnog ubrzanja i usporenja datih u okviru ovog rada mogu poslužiti u inženjerskoj praksi, za potrebe analize saobraćajnih tokova, projektovanja i analize saobraćajnih nezgoda.

8. LITERATURA

- [1] Ljubiša Kuzović, Vuk Bogdanović: „Teorija saobraćajnog toka“, FTN, Novi Sad, 2004.
- [2] Svetozar Kostić, „Tehnike bezbednosti i kontrole saobraćaja“, FTN, Novi Sad, 2005.
- [3] Chee W., „Experimental Study Of Lane-Change Maneuver For Ahs Applications“, Seattle, 1995.
- [4] Limpert R., „Motor Vehicle Accident Reconstruction And Cause Analysis“, Charlottesville, 1994.

Kratka biografija:



Nemanja Hadžić rođen je u Zrenjaninu 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja-Teorija saobraćajnog toka, odbranio je 2009.god.

Vuk Bogdanović rođen je u Sremskoj Mitrovici 1966. godine. Zaposlen je na Departmanu za saobraćaj, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Trenutno u zvanju docenta na Katedri za saobraćajne sisteme.

ANALIZA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA NA REGIONALNIM PUTEVIMA SRBIJE

ANALYSIS OF TRAFFIC ACCIDENT ON REGIONAL ROADS IN SERBIA

Irena Milošević, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu izvršena je analiza saobraćajnih nezgoda koje su se dogodile na regionalnim putevima Republike Srbije u toku 2006. i 2007. godine. Analizom je utvrđeno sledeće: raspodela saobraćajnih nezgoda prema posledicama, vremenska distribucija saobraćajnih nezgoda (po mesecima u toku godine, po danima u toku sedmice i po časovima u toku dana) i struktura saobraćajnih nezgoda prema vrsti saobraćajne nezgode.

Abstract: - The paper analyzed traffic accidents that have occurred on the regional roads of the Republic of Serbia during the years of 2006. and 2007. Analysis determined the following: distribution of traffic accidents according to the nature of consequences, time-distribution of traffic accidents (by months of year, days of week and hours of the day) and structure of the traffic accidents according to the type of traffic accidents.

Ključne reči: saobraćajne nezgode, posledice.

1. UVOD

Efikasan rad u oblasti bezbednosti saobraćaja zahteva neprekidnu analizu saobraćajnih nezgoda na putevima. U pojedinim segmentima rada pojedina obeležja bezbednosti saobraćaja budu zapostavljena u odnosu na pojedine prioritete rada.

Time se uskraćuje mogućnost unapređenja bezbednosti saobraćaja uvažavajući ove podatke. Poslednjih godina u Srbiji, sa aspekta prostorne distribucije saobraćajnih nezgoda, dosta toga se uradilo na unapređenju bezbednosti saobraćaja na magistralnim putevima. Međutim, nekako u drugom planu su ostala dešavanja na regionalnim putevima Srbije iako se na njima dešava značajan broj saobraćajnih nezgoda.

Predmet rada predstavljaju saobraćajne nezgode koje su se dogodile na regionalnim putnim pravcima Republike Srbije u toku 2006. i 2007. godine. Cilj rada je da se utvrde osnovna obeležja nastanka saobraćajnih nezgoda, sa posebnim osvrtom na prostornu distribuciju njihovog nastanka.

Ovo će omogućiti utvrđivanje ugroženih deonica i jednokilometarskih deonica što stvara pretpostavku za primenu menadžmenta opasnim mestima na ovim putevima.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Dragan Jovanović, docent.

2. STRUKTURA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA PREMA POSLEDICAMA

U analiziranom vremenskom periodu na regionalnim putevima Republike Srbije ukupno se dogodilo 10.588 saobraćajnih nezgoda. Broj saobraćajnih nezgoda sa poginulim licima manji je u 2007. godini (133) u odnosu na 2006. godinu (146), ali je broj nezgoda sa povređenima značajno povećan u 2007. godini kada su zabeležene 2.023 saobraćajne nezgode sa povređenim licima dok se u 2006. godini dogodilo 1.670 nezgoda sa povređenima. Broj saobraćajnih nezgoda sa materijalom štetom približno je isti u obe posmatrane godine (Tabela 1).

Tabela 1. Struktura saobraćajnih nezgoda na regionalnim putevima, R. Srbija, 2006. i 2007. god.

porednica, R. Srećna, 2006. i 2007. god.

God.	Broj saobraćajnih nezgoda					%
	sa nastradalim licima			sa mat. štetom	Σ	
	sa poginulim	sa povređenim	Σ			
2006.	146	1670	1816	3260	5076	47,94
2007.	133	2023	2156	3356	5512	52,06
Σ	279	3693	3972	6616	10588	100,00

3. VREMENSKA DISTRIBUCIJA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

Vremenska distribucija saobraćajnih nezgoda podrazumeva raspodelu saobraćajnih nezgoda po vremenskim intervalima tj. po mesecima u toku godine, danima u toku sedmice i časovima u toku dana.

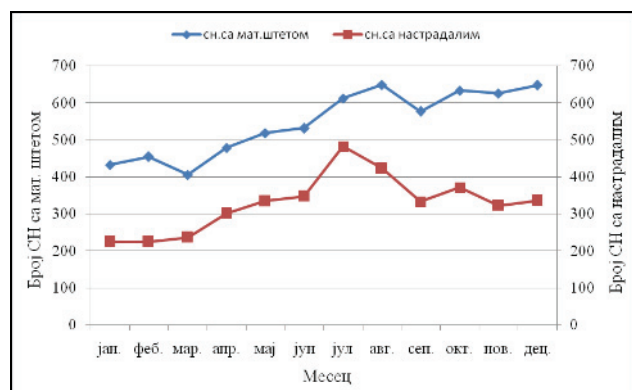
Utvrđivanje vremenske distribucije saobraćajnih nezgoda bitno je zbog toga što broj saobraćajnih nezgoda varira u različitim vremenskim periodima. Vremenska analiza omogućava da se odrede kritični vremenski periodi, a ukoliko postoje podaci o saobraćajnim nezgodama koje su se dogodile u višegodišnjem periodu moguće je odrediti i trend vremenskog ritma nastajanja saobraćajnih nezgoda i u skladu sa tim preduzeti dalje korake sa ciljem smanjenja broja nezgoda u kritičnim vremenskim periodima.

3.1. Vremenska distribucija saobraćajnih nezgoda po mesecima u toku godine

Analizirajući distribuciju saobraćajnih nezgoda po mesecima u toku godine uočeno je da se najviše saobraćajnih nezgoda dogodilo u julu (1.094 nezgode ili 10,43%), avgustu (1.070 nezgoda ili 10,20%), oktobru (1.004 nezgode ili 9,57%) i u decembru (982 nezgode ili 9,36%). Veći broj nezgoda zabeležen je i u septembru i novembru. U prvoj polovini godine događa se manji broj saobraćajnih nezgoda.

Od maja broj saobraćanih nezgoda sa nastradalim licima počinje da se povećava, pa je tako najviše saobraćajnih nezgoda sa nastradalima zabeleženo u julu (44,06%) i oktobru (36,95%).

Broj saobraćajnih nezgoda sa materijalnom štetom povećava se od aprila sve do avgusta, kada je broj ovih nezgoda najveći, u septembru opada, a od oktobra se ponovo povećava (Grafik 1).



Grafik 1. Raspodela saobraćajnih nezgoda sa materijalnom štetom i nastradalim po mesecima u toku godine, na regionalnim putevima, Republika Srbija, period 2006. i 2007. godina

Povećan broj saobraćajnih nezgoda sa nastradalim licima koji je prisutan od maja meseca posledica je većih brzina kretanja vozila, jer lepo vreme i prestanak padavina vozače navode na to da voze većim brzinama. Velika brzina kretanja, u najvećem broju saobraćajnih nezgoda, predstavlja grešku koja je dovela do nezgode, ali i razlog zbog koga saobraćajne nezgode do kojih je došlo usled prekoračenja propisane brzine kretanja imaju teške posledice tj. poginula i povređena lica.

Intezivan saobraćaj i letnja turistička sezona razlog su za povećan broj saobraćajnih nezgoda u julu i avgustu. U oktobru se obavljaju završni poljoprivredni radovi tako da je prisustvo poljoprivrednih mašina na putevima uzrok velikom broju saobraćajnih nezgoda u ovom mesecu, posebno na području Vojvodine.

Sezona poljoprivrednih radova i povećano učešće poljoprivrednih mašina u strukturi saobraćanog toka nisu jedini razlog zbog koga oktobar spada u kritične mesece kada govorimo o broju saobraćajnih nezgoda.

Još jedan, veoma važan uzrok velikom broju nezgoda u ovom mesecu jeste to što se ne poštuju propisi koji se odnose na bezbedno učestvovanje poljoprivrednih mašina u saobraćaju.

3.2. Vremenska distribucija saobraćajnih nezgoda po danima u toku sedmice

Vremenska distribucija saobraćajnih nezgoda po danima u toku sedmice direktno je povezana sa sedmičnim ritmom aktivnosti stanovništva, koji određuje intenzitet i strukturu saobraćajnog toka. To pokazuju i rezultati ove analize. U posmatranom periodu najviše saobraćajnih nezgoda dogodilo se subotom (1.672 nezgode ili 15,94%), petkom

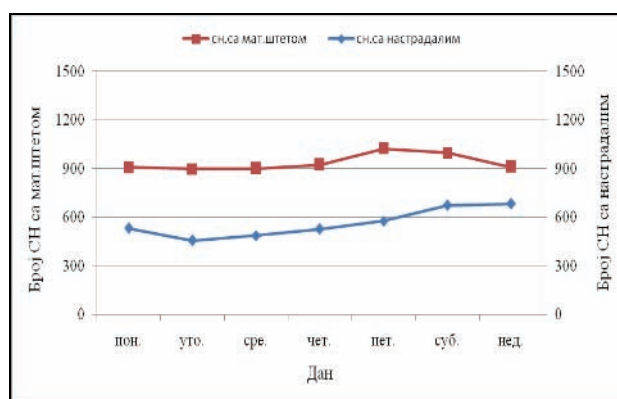
(1.600 nezgoda ili 15,25%) i nedeljom (1.591 nezgoda ili 15,16%).

Nezgode sa nastradalim licima najviše se događaju nedeljom (682 nezgode ili 42,87%) i subotom (674 nezgode ili 40,31%), dok su saobraćajne nezgode sa materijalnom štetom u najvećem broju prisutne petkom. Uočava se da se dani vikenda izdvajaju kao kritičan period (Grafik 2).

Povećan broj nezgoda petkom mogli bismo objasniti većom mobilnošću stanovništva i tada se dogodi najviše saobraćajnih nezgode sa materijalnom štetom.

Subota i nedelja su kritični dani, kada se govori o nezgodama sa nastradalim licima, a ovakva raspodela saobraćajnih nezgoda sa nastradalima uslovljena je noćnim izlascima i konzumiranjem alkohola u većim količinama što je karakteristično za dane vikenda.

Umor i alkohol dovode do smanjenja psiho-fizičkih sposobnosti vozača, slabljenja koncentracije i nemogućnosti donošenja ispravnih odluka i pravovremenog reagovanja.



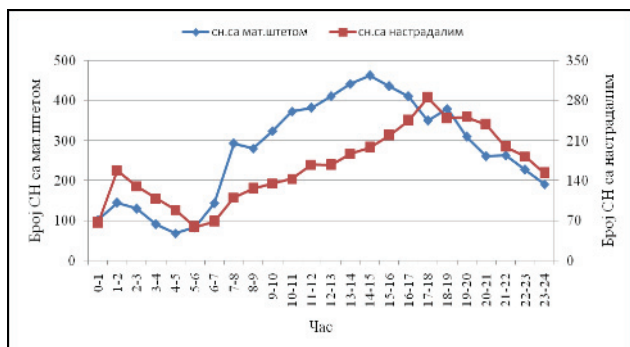
Grafik 2. Raspodela saobraćajnih nezgoda sa materijalnom štetom i nastradalim po danima u toku sedmice, na regionalnim putevima, Republika Srbija, period 2006. i 2007. godina

3.3. Vremenska distribucija saobraćajnih nezgoda po časovima u toku dana

Distribucija saobraćajnih nezgoda po časovima u toku dana uslovljena je ritmom dnevnih aktivnosti stanovništva. Najviše saobraćajnih nezgoda dogodilo se u periodu od 14 do 15 časova (661 nezgoda ili 6,30%), zatim u periodu od 16 do 17 časova (656 nezgoda ili 6,25%) i u periodu od 15 do 16 časova (655 nezgoda ili 6,24%), (Grafik 3).

Ovaj popodnevni period karakterišu pojačane aktivnosti stanovništva, a sa tim i veliki intenzitet saobraćaja. U navedenim vremenskim periodima dogodilo se najviše saobraćajnih nezgoda sa materijalnom štetom.

Povećana mobilnost stanovništva, intenzivan saobraćaj i prisustvo umora kod vozača faktori su koji, u velikoj meri, utiču na nastajanje saobraćajnih nezgoda u ovom periodu. Saobraćajne nezgode sa nastradalim licima najčešće su se događale u periodu od 17 do 18 časova.



Grafik 3. Raspodela saobraćajnih nezgoda sa materijalnom štetom i nastradalim po časovima u toku dana, na regionalnim putevima, Republika Srbija, period 2006. i 2007. godina

4. STRUKTURA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA PREMA VRSTI SAOBRAĆAJNE NEZGODE

Prema zvaničnoj statistici saobraćajne nezgode su svrstane u 14 grupa, a u ovom radu grupisane su u 7 najčešćih vrsta i to su: sudari iz suprotnih smerova (vrsta 1), bočni sudari (2), sudari pri vožnji u istom smeru (3), udar vozila u drugo zaustavljeno ili parkirano vozilo (4), sletanje vozila sa puta (5), obaranje ili gaženje pešaka (6) i ostale vrste nezgoda (7).

Pod kategorijom „Ostalo“ podrazumevaju se sledeće vrste saobraćajnih nezgoda: sudari pri uporednoj vožnji, udar vozila u neki objekat na putu, prevrtanje vozila na putu, sletanje vozila sa kolovoza i udar u neki objekat pored puta, međusobni sudari drumskog i železničkog vozila, ispadanje (padanje) lica sa vozila u pokretu i obaranje ili gaženje stoke i drugih životinja.

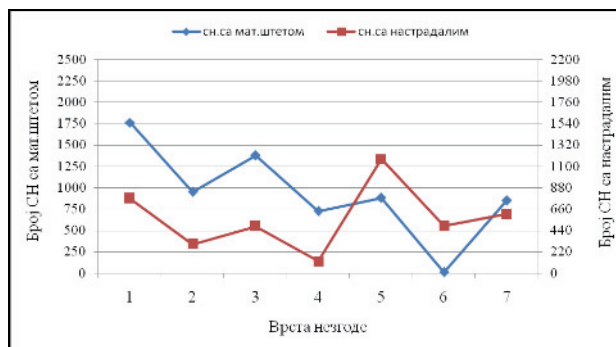
Analizom strukture saobraćajnih nezgoda prema vrsti utvrđeno je sledeće: sletanje vozila sa puta je najčešća vrsta saobraćajne nezgode (2.054 nezgode ili 19,58%), dok najveći procenat nezgoda sa nastradalim licima pripada vrsti nezgode koja podrazumeva sletanje vozila sa puta (1.174 nezgode ili 29,85%).

Izdvađa se vrsta saobraćajne nezgode obaranje ili gaženje pešaka gde je 97,38% nastradalih od ukupnog broja saobraćajnih nezgoda koje pripadaju ovoj vrsti nezgode (Grafik 4).

Bitno je izdvojiti period od 1 do 2 časa posle ponoći kada je intenzitet saobraćaja mali, ali je uprkos tome veliki broj nezgoda sa nastradalim licima. Da bi se tačno utvrdili uzroci ovakve časovne raspodele saobraćajnih nezgoda potrebno je izvršiti uporednu analizu vremenske distribucije nezgoda po časovima u toku dana i po danima u toku sedmice.

Pešaci su najranjivija kategorija učesnika u saobraćaju i to je razlog zašto najveći procenat saobraćajnih nezgoda sa nastradalim licima pripada baš ovoj vrsti nezgode.

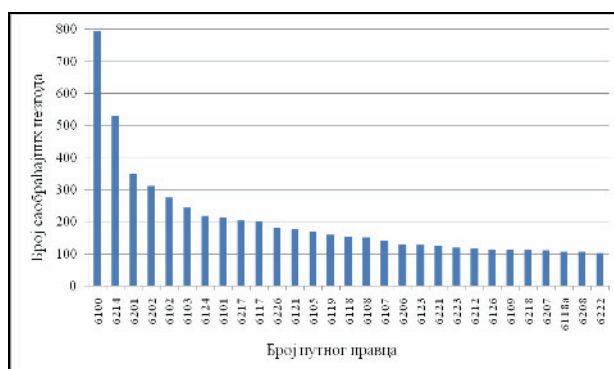
Sudari vozila koja se kreću iz suprotnih smerova je vrsta saobraćajne nezgode kojoj pripada najviše nezgoda sa materijalnom štetom (1.761 nezgoda), a po brojnosti saobraćajnih nezgoda sa materijalnom štetom se izdvajaju i sledeće vrste nezgoda: sudari vozila pri vožnji u istom smeru (1.376) i bočni sudari (952).



Grafik 4. Struktura saobraćajnih nezgoda prema posledicama i vrsti nezgode, Republika Srbija, period 2006. i 2007. godina

5. PROSTORNA DISTRIBUCIJA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

U Centralnoj Srbiji regionalni putni pravci na kojima se dogodilo najviše saobraćajnih nezgoda su: 6100 (sa 794 saobraćajne nezgode), 6214 (530), 6201 (349), 6202 (312), 6102 (276), 6103 (244), 6124 (219), 6101 (213), 6217 (205) i 6117 (201). U centralnoj Srbiji nema regionalnog puta na kome se nije dogodila ni jedna saobraćajna nezgoda (grafik 5).



Grafik 5. Raspodela saobraćajnih nezgoda po putnim pravcima, centralna Srbija, period 2006. i 2007. godina



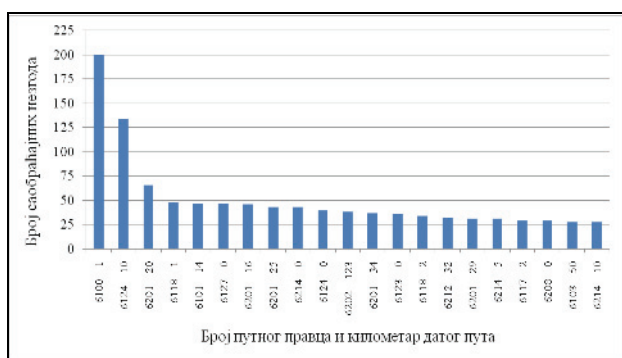
Grafik 6. Raspodela saobraćajnih nezgoda po putnim pravcima, AP Vojvodina, period 2006. i 2007. godina

Najkritičniji putni pravci u Vojvodini su: 8102 (sa 205 saobraćajnih nezgoda), 8107 (150), 8119 (138), 8101 (128), 8120 (127), 8109 (119), 8110 (109), 8122 (96), 8103 (78) i 8123 (76). Ni na teritoriji AP Vojvodine nema ni

jednog regionalnog putnog pravca na kome nije registrovana saobraćajna nezgoda (Grafik 6).

Najkritičnija kilometarska deonica je 1. kilometarska deonica putnog pravca 6100 (sa 200 saobraćajnih nezgoda), zatim 10. kilometarska deonica puta 6124 (134), slede put 6201 sa svojom 20. kilometarskom deonicom (66), put 6118 i 1. kilometarska deonica (48) i 14. kilometarska deonica putnog pravca 6101 (47). Navedene kilometarske deonice nalaze se na regionalnim putnim pravcima centralne Srbije (grafik 7).

U Vojvodini se kilometarska deonica na kojoj je zabeleženo najviše saobraćajnih nezgoda nalazi na putnom pravcu 8120 i u pitanju je 26. kilometarska deonica tog puta na kojoj je registrovana 21 saobraćajna nezgoda (grafik 8).



Grafik 7. Raspodela saobraćajnih nezgoda po kilometarskim deonicama datih putnih pravaca na regionalnim putevima Republike Srbije, period 2006. i 2007. godina



Grafik 8. Raspodela saobraćajnih nezgoda po kilometarskim deonicama datih putnih pravaca na regionalnim putevima Republike Srbije, period 2006. i 2007. godina

6. ZAKLJUČAK

Veliki broj saobraćajnih nezgoda na regionalnim putnim pravcima Republike Srbije ukazuje na neophodnost aktivnijeg rada na suzbijanju i smanjenju ovako velikog broja saobraćajnih nezgoda, ali pre svega na smanjenju težine posledica koje imaju saobraćajne nezgode. Potrebno je tačno utvrditi stanje u kome se nalazi saobraćajni sistem kako bi u potpunosti mogli sagledati ozbiljnost problema kao što je veliki broj saobraćajnih

nezgoda i lica koja su nastradala u tim saobraćajnim nezgodama.

Definisanje uslova u kojima nastaju saobraćajne nezgode predstavlja neophodan korak u postupku njihovog suzbijanja. Utvrđivanje prirode uzroka saobraćajnih nezgoda veoma je bitno, jer od tačne dijagnostike uzroka zavise mere i aktivnosti koje će se preduzeti u cilju otklanjanja tih uzroka. Pogrešno određeni uzroci znače pogrešne i neefikasne mere koje neće dati pozitivne rezultate u postupku stvaranja bezbednog saobraćajnog sistema za sve učesnike u saobraćaju.

Bezbedan saobraćajni sistem je sistem u kome je moguće upravljati saobraćajnim nezgodama. Za postizanje takvog sistema potrebno je:

- stalno pratiti pojave u saobraćaju,
- redovno analizirati prikupljene podatke
- obezbediti visoku pouzdanost tačno i uredno evidentiranih podataka,
- izvršiti potrebne analize
- obaviti proveru i analizu dobijenih rezultata.

Na osnovu rezultata sprovedenih analiza planiraju se sledeći koraci, a oni podrazumevaju:

- izradu mapa rizika i karti saobraćajnih nezgoda
- selekciju i analizu relevantnih podataka
- projektovanje i realizaciju neophodnih mera i aktivnosti
- praćenje efekata sprovedenih mera i aktivnosti putem novih analiza.

U postupku utvrđivanja mera koje će se primeniti akcenat bi trebalo staviti na preventivne mere koje će da spreče nastajanje saobraćajnih nezgoda i na dobro organizovanje i sprovođenje primenjenih mera.

7. LITERATURA

- [1] Inić, M.: Bezbednost drumskog saobraćaja, FTN, Novi Sad, 2004.
- [2] Lipovac, K., Jovanović, D.: "Mapiranje rizika na putnoj mreži Srbije", Zbornik radova, IX Simpozijum sa međunarodnim učešćem "Prevenција saobraćajnih nezgoda na putevima 2008", Novi Sad, 23. i 24. oktobar 2008.
- [3] Lipovac, K., Jovanović, D., Bašić, S.: "Mapping of Risks on the Main Road Network of Serbia", 10th International Symposium "Interdisciplinary Regional Research", Hunedoara, Romania, 23-24 April, 2009.

Kratka biografija:



Irena Milošević, rođena u Sarajevu (Bosna i Hercegovina) 1984. godine. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Bezbednosti saobraćaja odbranila je 2009. godine.



Dragan Jovanović rođen je u Zrenjaninu 1974. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2005. god., a od 2006 je zvanju docent. Oblast interesovanja je bezbednost saobraćaja.



ANALIZA RADA I PREDLOG MERA ZA POBOLJŠANJE POSLOVANJA PREDUZEĆA „PANONIJA PREVOZ mv“ D.O.O.

ANALYSIS AND MANAGEMENT IMPROVEMENT MEASURES PROPOSITION FOR „PANONIJA PREVOZ mv“ D.O.O.

Dejan Topić, Pavle Gladović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast-SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj- U ovom radu prikazana je analiza rada poslovanja preduzeća „Panonija prevoz mv“ d.o.o. i kroz analizu određenih pokazatelja dati su predlozi mera za poboljšanje.

Abstract- This paper presents the analysis of the work of business in company „Panonija prevoz mv“ d.o.o. Trought analysis of various indicators are given proposal for improvement measures.

Ključne reči: Saobraćaj, analiza rada transportnog preduzeća, poboljšanje poslovanja

1. UVOD

Pored različitih tumačenja i definisanja, uopšteno transport predstavlja potrebu realizacije premeštanja robe i putnika uz pomoć transportnih sredstava od izvora do cilja putovanja. Važnost transporta se ogleda u tome što je ekonomska stabilnost jedne zemlje, kao i njena vojna moć bila usko povezana sa što efikasnijim transportnim metodama.

Transportni sistem spada u red najsloženijih sistema. Njegova specifičnost se ogleda u tome je proces realizacije suprotan od ostalih oblasti materijalne proizvodnje. Naime, on se prvo prodaje, zatim proizvodi i troši i ne može se skladištiti.

Elementi transportnog sistema su:

- Transportna sredstva
- Saobraćajnice
- Tehnički uređaji i oprema
- Objekti i oprema za održavanje transportnih sredstava.

2. ISTORIJAT I DELATNOST PREDUZEĆA

Preduzeće „Panonija prevoz mv“ d.o.o. sa sedištem u Novom Sadu, u ulici Bulevar Oslobođenja broj 69/VII jeste relativno mlado preduzeće koje ima korene u osamdesetim godinama prošlog veka.

Važna godina u istoriji ovog preduzeća je 2001. godina kada je došlo do konačnog raskida svih veza sa starim sistemom upravljanja i vlasništva i preduzeće postaje 100% privatno vlasništvo.

NAPOMENA:

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

Od 2001. godine pa sve do danas preduzeće „Panonija prevoz mv“ d.o.o. doživljava razne promene kako u tehničkom i kadrovskom, tako i u organizacionom i poslovnom pogledu.

Zbog povećanog obima poslovanja bilo je nužno da se i vozni park obnovi i poveća sa brojem vozila kojima bi se zadovoljile potrebe poslovanja preduzeća.

Osnovna dejatnost preduzeća „Panonija prevoz mv“ d.o.o. je prevoz robe u unutrašnjem drumskom saobraćaju, na teritoriji cele Srbije, ali i Crne Gore.

Prevoz robe se obavlja sopstvenim voznim parkom, koji čine 23 kamiona, ukupne nosivosti od oko 800 tona.

Preduzeće radi i agencijske poslove u prevozu robe, tako što ima zaključene ugovore sa 120 samostalnih autoprevoznika koje po potrebi angažuje.

Karakterističan period u toku godine jesu meseci krajem leta i tokom jeseni, jer su u tom periodu žetve, a preduzeće „Panonija prevoz mv“ d.o.o. ima ugovore sa proizvođačima hrane i poseduje specijalizovana vozila za transport rasutih tereta.

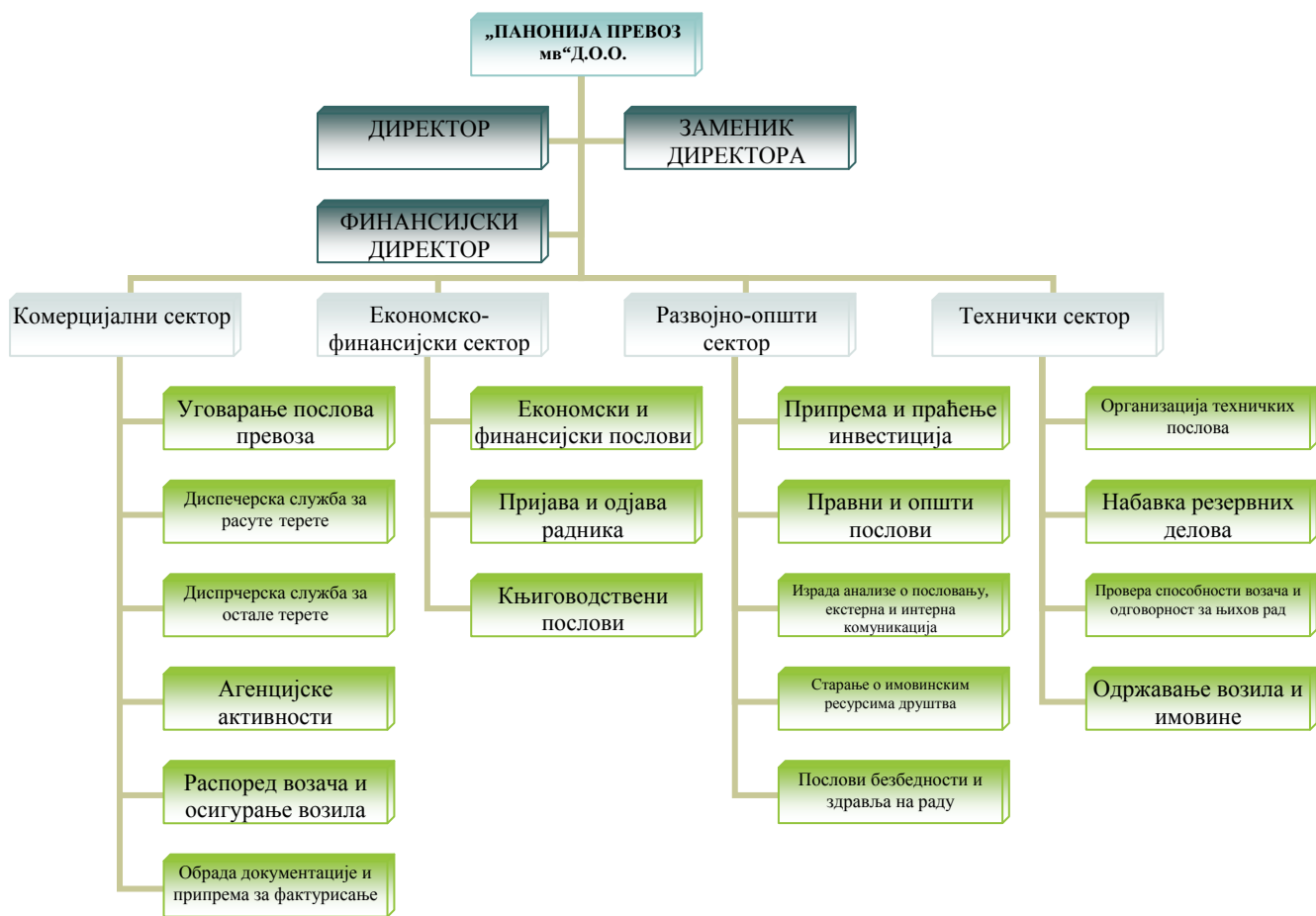
3. ORGANIZACIONA I KVALIFIKACIONA STRUKTURA

Tabela 1. Kvalifikaciona struktura radnika

Стручна спрема	Број радника	Процентуално учешће (%)
Висока	3	7,9
Виша	2	5,3
Средња	10	26,3
КВ	23	60,5
Укупно	38	100

Kao što se vidi u tabeli 1., najveći procenat zaposlenih u preduzeću „Panonija prevoz mv“ d.o.o. su kvalifikovani radnici, odnosno vozači i oni čine 60,5% zaposlenih. Takođe, jasno se uočava da je jako mali procenat zaposlenih u ovom preduzeću sa višom i visokom stručnom spremom i oni čine svega 13,2% zaposlenih.

Organizaciona struktura prikazana je na slici 1.

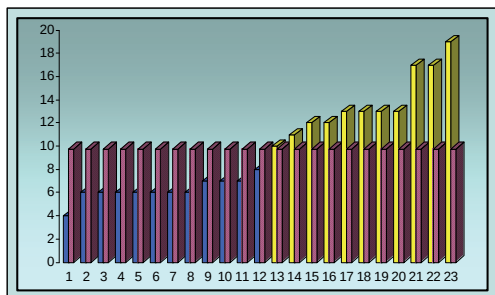


Slika 1. Organizaciona šema preduzeća „Panonija prevoz mv“ d.o.o

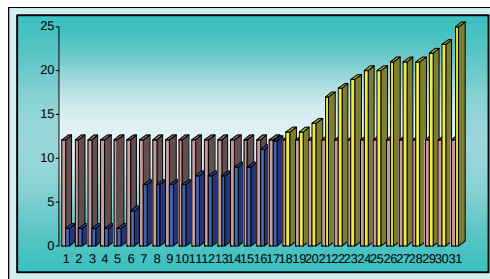
5.VOZNI PARK

Preduzeće „Panonija prevoz mv“ d.o.o. raspolaže sa 23 kamiona, od kojih je 11 kamiona marke „Mercedes“, 5 kamiona marke „Volvo“, 3 kamiona marke „Man“, 3 kamiona marke „Fap“ i jednim kamionom marke „Iveco“, kao i 31 priključnim vozilom raznih marki. Prosečna starost kamiona voznog parka je 9,78 godina. Od 23 kamiona, njih 12 je mlađe od prosečne starosti, a 11 je starije.

Prosečna starost priključnih vozila je 12,06 godina. Od 31 priključno vozilo, njih 17 je mlađe od prosečne starosti, a 14 je starije.



Slika 2. Grafički prikaz starosne strukture kamiona



Slika 2. Grafički prikaz starosne strukture priključnih vozila

6.ANALIZA PROIZVODNOSTI

Da bi se izračunale i uporedile puna (W_Q , W_U) i radna (W_Q' , W_U') proizvodnost u zavisnosti od promene eksploatacionih izmeritelja, daće se primer transporta piva iz fabrike u Čelarevu do kupca u Kraljevu, za jedan obrt vozila.

Transport se obavlja kamionom „Mercedes Actros 1846“ sa poluprikolicom „Schmitz scs 24/L“ nosivosti 28,33 tone, pri srednjoj saobraćajnoj brzini od 54, vremenu dangube od 2,4 časa i srednjoj dužini vožnje sa teretom 270 km.

Ulazni parametri za postojeće stanje:

$q=28,33$ t

$\gamma=0,936$

$\beta=0,796$

$\varepsilon=0,936$

$\alpha=0,774$

$\rho=0,5$

$K_{stl}=270$ km

$t_{dk}=2,4$ h

$V_s=54$ km/h

Ulazni parametri za unapređeno stanje:

$q=28,33$ t

$\gamma=0,936$

$\beta=0,796$

$\varepsilon=0,936$

$\alpha=0,774$

$\rho=0,667$

$K_{stl}=270$ km

$t_{dk}=1,3$ h

$V_s=54$ km/h

Tabela 2. Uporedni prikaz dobijenih vrednosti proizvodnosti za postojeće i unapređeno stanje

Pokazatelj	Simbol	Postojeće stanje	Predloženo stanje	Index (predl./post.) %
Radna proizvodnost	W_Q' (t/hr)	3,056	3,499	14,50 ↑
	W_U' (tkm/hr)	825,019	944,760	14,51 ↑
Puna proizvodnost	W_Q (t/hi)	1,183	1,806	52,66 ↑
	W_U (tkm/hi)	319,362	487,618	52,68 ↑

7. ANALIZA TROŠKOVA ZA 2008. GODINU

Transportni troškovi predstavljaju najvažniji uopšteni pokazatelj rezultata poslovanja u svim granama saobraćaja, pa i u drumskom saobraćaju. Finansijski rezultati poslovanja autotransportnih organizacija predstavljaju skup odnosa koji pokazuju formiranje i trošenje novčanih sredstava u autotransportnoj proizvodnji. Preduslov za realno planiranje i racionalno poslovanje u celini je tačno utvrđivanje nivoa troškova poslovanja i cene po jedinici transportnog rada.

Proračun troškova za vozilo marke "Mercedes Actros 1846" (tegljač) za 2008. godinu

Proračun stalnih troškova:

Nabavna vrednost vozila marke "Mercedes Actros 1846" iznosi 12.000.000 dinara.

Stalni troškovi su:

- Amortizacija vozila
- Investiciono održavanje
- Tehnički pregled vozila
- Troškovi osiguranja vozila
- Troškovi registracije vozila
- Lizing
- Režijski troškovi

Tabela 3. Vrste stalnih troškova i njihove vrednosti

Vrsta troškova	Iznos u dinarima	Učešće u ceni po	
		Autodanu rada	predenom kilometru
Amortizacija vozila	720.000	2500,00	6,00
Investiciono održavanje	145.000	503,47	1,21
Tehnički pregled vozila	80.000	277,78	0,67
Troškovi osiguranja vozila	10.000	34,72	0,08
Troškovi registracije vozila	6.000	20,83	0,05
Lizing	152.000	527,78	1,27
Režijski troškovi	180.000	625,00	1,50
Ukupni stalni troškovi vozila	1.293.000	4.489,58	10,78

Tabela 4. Vrsta promenljivih troškova i njihove vrednosti

Vrsta troškova	Iznos u dinarima	Troškovi po predenom kilometru
Troškovi guma	436.000	2,73
Troškovi goriva	3.668.428,8	22,93
Troškovi motornog ulja	102.400	0,64
Troškovi ulja u menjaču	8.400	0,05
Troškovi ulja za pogonski most	10.080	0,06
Troškovi ulja za upravljački mehanizam	1.280	0,01
Troškovi podmazivanja šasije	4.800	0,03
Dnevnice vozača	600.000	3,75
Ukupni promenljivi troškovi vozila	4.831.389	30,20

8. PROMENA CENE TRANSPORTA

Na cenu transporta utiču svi parametri proizvodne efikasnosti, ali sa različitim intenzitetom, zbog čega je neophodno utvrditi kakav uticaj ima svaki pojedini izmeritelj.

Tabela 5. *Uporedni prikaz dobijenih vrednosti cene transporta za postojeće i unapređeno stanje*

Pokazatelj	Simbol	Postojeće stanje	Predloženo stanje	Index (predl./post.) %
Cena transporta po jedinici pređenog puta	v_{AK} (din/km)	30,84	30,637	-0,66 ↓
Cena transporta po jedinici obima prevoza	v_Q (din/t)	646,87	638,019	-1,37 ↓
Cena transporta po jedinici transportnog rada	v_U (din/tkm)	2,326	2,31	-0,69 ↓

9. ZAKLJUČAK

Kao što je i pokazano u radu, preduzeće „Panonija prevoz mv“ d.o.o. ima veliki broj zaposlenih kvalifikovanih radnika i oni čine čak 60,5% od ukupnog broja zaposlenih, dok je sa druge strane broj zaposlenih lica sa visokim obrazovanjem mali i oni čine svega 7,9% od ukupnog broja zaposlenih. S toga je neophodno zaposliti visoko kvalifikovani kadar u cilju unapređenja poslovanja.

Prosečna starost voznog parka je 9,78 godina i to je nepovoljno, jer se povećavaju troškovi za investiciono i tekuće održavanje, kao i troškovi rezervnih delova. Finansijska otpisanost voznog parka je 139,89% što ukazuje na činjenicu da je prešao stepen prihvatljivosti jedne ozbiljne firme i da je potrebno osvežiti vozni park sa novim vozilima.

Izvršena je i analiza izmeritelja rada i eksploatacije voznog parka. Tom analizom došlo se do zaključka da su vrednosti izmeritelja rada na visokom nivou i da firma dobro eksploatiše svoj vozni park.

Informacioni sistem u preduzeću postoji, međutim ima prostora za unapređenje i usavršavanje. To se ogleda u ne primenjivanju savremenih tehnologija kao što je GPS sistem.

Uvođenje novog informacionog sistema iziskuje velike troškove i ima opravdanost pri širenju tržišta. Opravdanost uvođenja GPS sistema se ogleda u boljoj kontroli transportnih tokova. Takođe bi se u velikoj meri redukovala obimna papirologija i uštedelo vreme na ažuriranju podataka.

10. LITERATURA

- [1] Lj. Topenčarević: „Organizacija i tehnologija drumskog transporta“, IRO Građevinska knjiga, Beograd, 1987.
- [2] P. Gladović: „Tehnologija drumskog saobraćaja“, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2007.
- [3] P. Gladović, M. Simeunović: „Sistemi javnog autotransporta robe“, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2004.
- [4] P. Gladović, M. Simeunović: „Zbirka zadataka iz tehnologije drumskog saobraćaja“, „FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2004.
- [5] www.privsav.co.yu „Službeni glasnik RS“
- [6] www.mercedes.com
- [7] dokumentacija preduzeća „Panonija prevoz mv“ d.o.o.

Kratka biografija:

Dejan Topić rođen je u Bugojnu 1983. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Tehnologija drumskog saobraćaja odbranio je 2009. godine.

Pavle Gladović rođen je u Beogradu 1951. godine. Doktorirao je 1994. godine na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Zaposlen je na Fakultetu tehničkih nauka Departman za saobraćaj u zvanju redovnog profesora za predmete: Tehnologija drumskog saobraćaja i Organizacija drumskog saobraćaja.

RAZVOJ IP TELEVIZIJE EVOLUTION OF IP TELEVISION

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

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu opisana je infrastruktura IP televizije, kao i razvoj IP televizije kod nas i u Evropi.

Abstract – In this paper IP television is described, and evolution of IPTV in Europe and in our country.

Ključne reči: IPTV, ADSL

1. UVOD

IP televizija (IPTV – *Internet Protocol Television*) predstavlja digitalni televizijski servis baziran na internet protokolu (IP). IPTV je jedno od najnovijih dostignuća iz oblasti primene telekomunikacija u televizijske svrhe.

Nakon što je prvi put lansirana na tržištu telekomunikacija, IP televizija definitivno se nametnula kao TV sistem budućnosti. Prva generacija usluge omogućila je kućnim korisnicima emitovanje digitalne televizije preko širokopojasne infrastrukture, koja zbog velikih propusnih opsega, postaje ključna stavka u svetu komunikacijske zabave. U osnovi IPTV servisa radi se o konceptu transfera TV sadržaja IP paketima, za razliku od tradicionalnog prenosa TV signala odašiljanjem kroz bežični medij. Usluga IPTV može biti linearna ili na zahtev (*on demand*). IPTV za razliku od postojećih oblika distribucije televizije, kao novinu uvodi široku interaktivnost i visoku personalizaciju televizijskih sadržaja. Potpuni uvid u programske šeme, mogućnost naprednog pretraživanja programa, detaljne informacije o programu koji se trenutno gleda, kreiranje liste omiljenih kanala, elektronska videoteka – samo su neke od naprednih mogućnosti koje korisnicima pruža IP televizija.

2. RAZVOJ IP TELEVIZIJE

Prvi televizijski šou koji se prikazivao preko internet mreže jeste ABC-ova emisija *World News Now* sada već daleke 1994. godine, korišćenjem CUSeeMe videokonferencijskog softvera. Prvi internet radio je počeo sa radom tokom januara 1998. godine. Isprva najveće prepreke ovakvom načinu emitovanja programa bile su uskopojasnost mreža i problemi koje su zbog toga imali krajnji korisnici u prijemu signala. Napretkom telekomunikacija, a samim tim i mrežne tehnologije, pojavili su se drugi problemi, a uskopojasnost je izgubila primat. Sam razvoj telekomunikacija koji je doveo do nastanka IPTV-a omogućio je nastajanje i drugih tehnologija za distribuciju digitalnog televizijskog signala

putem širokopojasnih mreža. Tu se pre svega misli na kablovsku i satelitsku televiziju koje su konvencionalnije u odnosu na IPTV. Za provajdere telekomunikacionih usluga IPTV predstavlja okosnicu budućeg poslovanja i meru odbrane od konkurencije.

Broj IPTV pretplatnika u svetu je 2005. godine iznosio oko 4 miliona, da bi krajem 2008 godine bilo gotovo 20 miliona pretplatnika IPTV usluga, što je recimo 64% više nego prethodne godine. Čak će se i prihod od njih povećati za 93%. IPTV usluge krajem 2008. godine koristilo je 1,1% domaćinstava na svetu, a taj će se udeo do 2012 povećati na 2,8%.

Osnovna prednost IPTV-a u odnosu na tradicionalnu distribuciju TV signala je interaktivnost usluge, tj. drugim rečima, krajnji korisnik može prema mreži slati zahteve za sadržajima.

3. INFRASTRUKTURA IPTV SERVISA

IPTV infrastruktura čini konvergenciju telekomunikacija i računarstva, i uspešno integriše principe radiodifuzije i telekomunikacija preko internet protokola. Infrastruktura IPTV je tako projektovana da se sav raspoloživ sadržaj nudi korisnicima. Pored toga, zasnovana je na personalnom izboru, potrebama i interesima.

Treba znati da je za uvođenje IP televizije infrastruktura, odnosno širokopojasni pristup, osnovna tehnička pretpostavka. To praktično znači uvođenje digitalnih pretplatničkih linija – DSL (*Digital Subscriber Line*) tehnologije, asimetričnih digitalnih pretplatničkih linija ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*), savremenih verzija ADSL2, ili ADSL2+ koje obezbeđuju protok informacija do 24 Mb/s prema korisniku. Vrlo brze digitalne pretplatničke linije (*Very High Digital Subscriber Line-VDSL*) nude još veće protoke od 50 Mb/s, dok optičke linije (*Fiber-to-the-x FTTX*) imaju protoke koji se kreću do 100 Mb/s.

Da bi se IPTV u realnosti sproveda, potrebno je obaviti fizičke promene na postojećoj infrastrukturi. IPTV koristi internet protokol za isporuku korisnicima multikasting televizije, triple play-a, glasa preko mreže (*Voice over IP-VoIP*), preko širokopojasnih veza, uz garantovani kvalitet servisa.

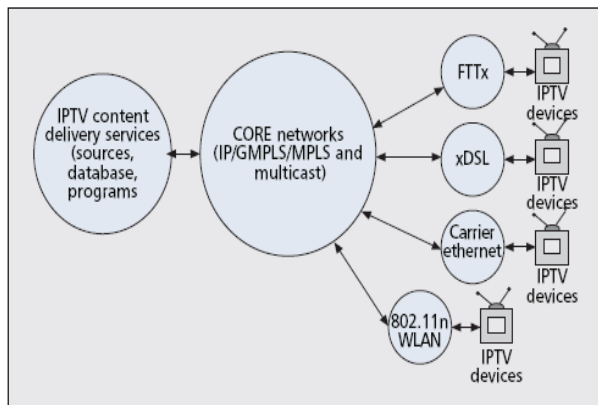
IPTV predstavlja jedinstvenu integraciju govora, videa, i servisa podataka, koristeći široki propusni opseg i pristup internetu velike brzine. IPTV uključuje nekoliko komponenta, kao što je prikazano na slici 1.

- IPTV izvor, koji uključuje bazu podataka VoD i druge programe.
- Internet velike brzine, sa funkcijom multikastinga i garantovanim kvalitetom servisa QoS (*Quality of service*), uključujući optičku mrežu za podršku IP multikasting mreže.

NAPOMENA:

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

- Pristupe mrežama velike brzine, kao što su ADSL, ADSL2+, kombinacija FTTC (*Fiber-to-the-curb*) i DSL-a, FTTH (*Fibre-to-the-home*), Ethernet, kao i IEEE 802.11 kod bežičnih LAN mreža.
- IPTV korisničke uređaje, kao što je prijemnik digitalne televizije, uključujući televiziju visoke rezolucije HDTV (*High Definition TeleVision*)



Slika 1. Infrastruktura IPTV

Mogućnosti koje pruža IP televizija uključuju:

- Selekciju – korisnici mogu da biraju željene TV programe uz brzi izbor kanala i kratko vreme promene kanala.
- Memorisanje – TV programi mogu da se memorišu na uređajima za lokalno memorisanje, tako da korisnici mogu da ih gledaju bilo kada. Osim toga, provajderi servisa treba da memorišu najmanje 100 časova TV programa i videa.
- QoS – kvalitet servisa mora biti garantovan. TV standardi i TV visoke rezolucije zahtevaju propusni opseg od 1-4 Mb/s i 4-12 Mb/s, respektivno.
- Nisku cenu – cena koja se traži od korisnika mora biti relativno niska, što je ključ uspeha.

4. IP TELEVIZIJA U SVETU I KOD NAS

Iako IP televizija treba da osvoji veći broj korisnika da bi ozbiljno konkurisala uslugama kablovskog i satelitskog prenosa, u Evropi je ovaj koncept za nekoliko godina ostvario ozbiljan napredak. Servis IPTV je prvi put startovao 2002. godine u Japanu, a zatim je implementiran u Južnoj Koreji. Danas je IPTV dostupna preko interneta i može joj se pristupiti preko računara priključenih na internet, iPod-a, ili mobilnih telefona. 2005. godine je 4 miliona korisnika u svetu imalo pristup IPTV.

Što se Evrope tiče, Francuska je trenutno najviše odmakla. Njenih sedam provajdera IPTV-a ima više korisnika nego svi evropski operatori zajedno. Prednost Francuza je takva da se očekuje da će 2011. godine u ovoj zemlji biti 35% svih evropskih gledalaca. Globalno najveći rast se predviđa u Evropi, a zatim i na azijsko-pacifičkom tržištu. Azijske zemlje su vodeće u implementaciji ovog servisa, imajući u vidu da ga koristi osam ekonomija azijsko-pacifičkog regiona. Posmatrano po zemljama očekuje se da lider u penetraciji IPTV-a bude Kina.

Zapadna Evropa dostigla je 10,4 miliona IPTV pretplatnika na kraju 2008 godine, što je za 45% više u odnosu na kraj 2007. kada ih je bilo nešto više od 7 miliona. Polovina ovog broja IPTV pretplatnika pripada Francuskoj. Severna Amerika je na drugom mestu sa 3,85 miliona IPTV pretplatnika naspram 1,77 miliona krajem 2007. godine. Globalno, u svetu ima oko 21,8 miliona IPTV pretplatnika što je 63% više u odnosu na 13,3 miliona godinu dana ranije. Iako je u istočnoj Evropi broj IPTV pretplatnika prethodne godine skoro dupliran, na kraju 2008. on iznosi skromnih 885,000 IPTV pretplatnika.

Inače, za sada postoje različite procene o broju korisnika. Prema nekim izvorima, usluga IPTV je 2005 godine bila dostupna u oko 200 miliona domaćinstava širom sveta. Datii izvori procenjivali su da će se broj domaćinstava za pet godina, dakle do 2010 godine, duplirati, i da će na globalnom nivou biti 400 miliona domova sa IPTV-om. Međutim, bez obzira na to koliko će se broj korisnika ove usluge povećati svi analitičari se slažu da će dinamičan razvoj ovog koncepta u narednih nekoliko godina doneti veliki prihod vlasnicima infrastrukture za prenos, pružiocima usluga, kao i proizvođačima sadržaja koji će gledati.

Ipak, Evropa ima najveći udeo na IPTV tržištu, kao što vidimo iz sledeće tabele.

Region	Prvi kvartal 2007.	Prvi kvartal 2008.
Evropa	3 876 266	8 425 370
Azija – Pacifik	1 129 355	2 619 035
Severna Amerika	850 601	2 258 601
Južna i istočna Azija	1 353 000	2 086 000
Latinska Amerika	2 300	11 183
Bliski istok i Afrika	10 000	10 000
Ukupno	7 22 522	15 410 189

Tabela 1. Porast IPTV pretplatnika po regionima

4.1. Vodeće evropske IPTV sile

4.1.1. Francuska

Francuska predstavlja najveće IPTV tržište u Evropi i drugo u svetu, nakon Hong Konga. U Francuskoj je IPTV lansirana 2003, da bi krajem 2006. imala milion korisnika, a procenjuje se da će broj pretplatnika na uslugu televizije putem xDSL tehnologije dostići 3,8 miliona do 2010. godine. Takođe, Francuska prednjači i u broju operatora, pa tako France Telecom, Free, Neuf Cegetel nude IPTV servis. Strani telekom operatori, kao što su Telecom Italia i Deutsche Telecom, takođe su ušli na francusko IPTV tržište kroz svoje ispostave u Francuskoj. Ipak, očigledna je dominacija France

Telecom-a sa udelom od skoro 50% u ukupnom broju pretplatnika IPTV u Francuskoj.

4.1.2. Španija

Sledeće veliko tržište je Španija sa 450.000 pretplatnika krajem 2006, odnosno skoro milion na isteku 2008. godine. Vodeći operator je Telefonica sa 612 494 pretplatnika, zaključno sa decembrom 2008. godine. Ova kompanija je aktivna na tržištu IPTV i u drugim zemljama. Recimo, u Češkoj i Slovačkoj, zborno, ima oko 115 hiljada korisnika. Što se tiče same Španije, osim Telefonica-e, na tržištu je konkurentna i kompanija Jazztel.

4.1.3. Nemačka

U Nemačkoj se procenjuje da je broj IPTV korisnika sada 700.000. Od tog broja najveći udeo ima Deutsche telekom sa 133 000 pretplatnika. Ova kompanija je rasprostranjena širom Evrope (Slovačka, Mađarska, Crna Gora, Hrvatska, a uskoro i Makedonija) i sa skoro pola miliona IPTV pretplatnika predstavlja jednog od vodećih gigantata na tržištu IPTV.

4.1.4. Belgija

Zahvaljujući svom najvećem operatoru Belgacomu, koje je startovao sa rešenjem IP televizije još 2004. godine pod nazivom Belgacom TV, Belgija se, takođe, nametnula na tržištu IP televizije. Danas Belgacom ima više od 190.000 IPTV korisnika, 80 raspoloživih kanala za TV emitovanje i nudi 1300 video naslova u okviru usluge „video na zahtev“. Belgacom veruje da je sadržaj koji emituje način da se istaknu i razlikuju od kablovskih operatora.

Belgacom ima ekskluzivno pravo da prenosi fudbalske mečeve belgijske Juvelir lige tri godine, koji se nude krajnjim korisnicima po principu „plati pa gledaj“. Belgacom TV je sa Warner Bros kompanijom potpisao ugovor koji garantuje da će filmovi u produkciji američke kompanije biti raspoloživi u videoteci (DVD) i ponuđeni istovremeno u okviru Belgacom TV rešenja. Za mesečni račun koji uključuje širokopojasni pristup i Belgacom TV servis krajnji korisnici ovog operatora treba da izdvoje do 50 eura.

4.1.5. Italija

Zemlja koja beleži veliku ekspanziju, jeste Italija. Danas u Italiji imamo oko 190 000 IPTV pretplatnika, ali se predviđa ubrzan rast do čak preko milion korisnika do 2010. godine. Na popularizaciju i podizanje nivoa kvaliteta sigurno će uticati činjenica da je 23. januara ove godine oformljeno Udruženje italijanskih IPTV operatora. Vodeći operator je fastweb TV, osim koga IPTV servis nudi i Telecom Italia. Najavljen je ulazak i trećeg IPTV operatora, a to je Tiscali.

4.2. Servisi IPTV u Srbiji i regionu

Srbija, sa ostalim zemljama iz regiona spada u zemlje u tranziciji, što se odražava i na tržište telekomunikacija, pa se tako u zemljama Balkana IPTV servis tek budi. Prvenstveno, ono što je bitno za uvođenje IP televizije jeste razvijena infrastruktura, odnosno širokopojasni pristup. Ovo je preduslov i za naše tržište, mada bi za početak, i protok od 4 Mb/s prema korisniku bio dovoljan,

uzimajući u obzir tehnološki napredak u kompresiji slike. Sigurno je da bi ADSL protoke trenutno u ponudi na našem tržištu za brz pristup internetu trebalo značajno unaprediti u cilju obezbeđenja adekvatne implementacije IPTV rešenja.

Dakle, suština je da bi nametanje IPTV servisa kao dominantnog vida distribucije TV kanala, iziskivalo značajne investicije, prvenstveno u infrastrukturu, ali takođe i u marketing, u cilju približavanja IPTV rešenja potencijalnim pretplatnicima. Naime, kod nas procenat stanovništva koje TV signal prima preko kablovskih operatora iznosi oko 60%. Rezultati jedne ankete pokazali su da bi čak 80% tih korisnika bilo zainteresovano za servise koje nudi IPTV, pogotovo one koje kablovski operatori nisu u mogućnosti da ponude. Većina bi bila spremna da plati i nešto veću cenu u odnosu na visinu pretplate koju trenutno plaćaju.

4.2.1. Srbija

U Srbiji je 15. oktobra 2008 godine zvanično počeo sa radom prvi „IPTV“, a provajder je Telekom Srbija. Ova usluga nazvana *Open IPTV* predstavlja digitalnu televiziju putem interneta, koja se za razliku od tradicionalne odlikuje mogućnošću kreiranja sopstvene plejliste, pretraživanjem programa i detaljnim uvidom u programsku šemu, kao i pristupom elektronskoj videoteci, u kojoj se za sada nalazi veći broj domaćih i stranih filmova i koncerata. Osim toga, korisnicima ove usluge dostupne su i opcije video na zahtev snimanje sadržaja sa više kanala istovremeno, ali i kreiranje četiri korisnička profila sa izborom određenih televizijskih kanala.

U promotivnom periodu postojala je mogućnost besplatnog korišćenja ove nove usluge za određeni broj korisnika ADSL usluga Telekom Srbije U prva dva meseca kampanje, priključeno je 2100 korisnika, iako je broj upućenih zahteva daleko veći. Naime, poslednje informacije govore kako Telekom ima dosta poteškoća pri realizaciji ovih zahteva, prvenstveno zbog loše infrastrukture, što se odražava i na kvalitet servisa. Ipak, u Telekomu su ambiciozni i najavljaju da će do kraja 2009. godine imati oko 60 000 pretplatnika.

4.2.2. Hrvatska

IPTV servis u Hrvatskoj je ponuđen od strane Hrvatskog Telekom, koji je u vlasništvu deutsche Telecom-a, pod nazivom *MAX TV*. Hrvatski H-TH je dosegao cifru od 170 hiljada korisnika krajem aprila ove godine, a samo u drugom tromesečju ove godine pridobili su skoro 20 000 novih korisnika svoje usluge MaxTV. Ako nastavi ovim rastom učvrstiće se na poziciji lidera na Hrvatskom tržištu pružatelja TV usluga, osim ako ga u tome ne pretekne Digi TV koji u narednoj godini planira doći do brojke od 150 000 korisnika. No da bi se broj korisnika nastavio povećavati ovim tempom, oba operatora će svakako morati aktivirati nove programske pakete sa novim atraktivnim kanalima.

4.2.3. Slovenija

Slovenija, jedina od ovih zemalja koja je pod okriljen Evropske Unije, ima nešto razvijenije IPTV tržište, sa 4 IPTV operatora – Telekom Slovenije, T-2, Amis, Tuš Telekom, s tim da je udeo Telekom Slovenije, u

ukupnom broju pretplatnika kojih ima 88 500, čak 60%. Što se tiče slovenačkih kablovskih operatora, oni moraju biti zabrinuti, s obzirom na činjenicu da im je IPTV već za kratko vreme preotao čak 22% korisnika.

4.2.4. Crna Gora

IPTV servis je u Crnoj Gori ponuđen od strane Telekom Crne Gore, koje se takođe nalazi u vlasništvu Deutsche Telecom-a, pod nazivom *Extra TV*. Baza Extra TV korisnika ubrzano raste, pa je broj korisnika ovog servisa prešao 17,5 hiljada korisnika krajem 2008. godine.

4.2.5. Bosna i Hercegovina

BH Telekom je 14. januara potpisao ugovor sa Smart Com Slovenija o uvođenju integrisanog sistema IPTV i IP telefonije (triple play) u BiH. Ugovor se odnosi na projektovanje, isporuku opreme (HW, SW, licence), instalaciju i puštanje u rad integrisanog sistema IPTV i IP telefonije (triple play), te podršku održavanju sistema sa svim update-ima u razdoblju od jedne godine, te obuku za radnike BH Telekoma.

4.2.6. Makedonija

Deutsche Telecom, kao vlasnik Makedonskog Telekoma, je od decembra 2008. godine otpočeo sa realizacijom IPTV servisa na teritoriji Makedonije, pod imenom *Max TV*. Pošto je još uvek u toku promotivni period, podaci o trenutnom broju pretplatnika još uvek nisu dostupni. Što se ponuđenih servisa tiče, ove zemlje, odnosno njihovi operatori, imaju dosta slične ponude, uz napomenu da će korisnicima IPTV na početku moći da koriste samo deo servisa, te da će servisi biti vremenom dopunjavani novim i naprednijim mogućnostima.

Takođe, uglavnom svi ovi operatori imaju slične probleme, koji se prvenstveno ogledaju u zastareloj infrastrukturi, pogotovo u ruralnim područjima.

5. ZAKLJUČAK

U Srbiji je IPTV tek u povoju, pošto se tek odnedavno pojavio na tržištu, ponuđen korisnicima od strane kompanije „Telekom Srbija“. Međutim, uvođenje ovog servisa kod nas, kao i u regionu, nailazi na poprilična ograničenja. Pre svega misli se na tehnička ograničenja jer je za uvođenje IP televizije prvenstveno potrebno obezbediti adekvatnu infrastrukturu, odnosno široko-pojasni pristup, što je osnovna tehnička pretpostavka.

To, praktično, znači uvođenje DSL tehnologije, ADSL2 ili ADSL2+, koja obezbeđuje protok informacija do 24 Mbit/s prema korisniku, ili VDSL2, koji nudi još veće propusne opsege, mada i do sada ponuđeni opseg od 4 Mbit/s prema korisniku može biti dovoljan, uzimajući u obzir tehnološki napredak u kompresiji slike.

IPTV operator mora biti sposoban udovoljiti potrebama korisnika, bez velikih investicija, što opet daje prednost telefonskim operatorima. Dakle, neophodno je imati robustnu i fleksibilnu platformu za isporuku servisa, koja će omogućiti i korisnicima, ne samo da budu naručioci novih servisa, već da ih i sami stvaraju.

6. LITERATURA

- [1] www.telekom.rs
- [2] www.wikipedia.org
- [3] Radojičić Valentina i Borko Drašković, *Prognostiranje broja IPTV korisnika u Srbiji*, Telfor, Beograd, 2006.
- [4] Samčović Andreja, *Infrastruktura i ekonomski aspekti uvođenja servisa IP televizije*, PosTel, Beograd, 2008.
- [5] Milanović, D., *IP televizija: Budućnost je počela*, Magazin Ekonomist, broj 396, Beograd, 2007.

Kratka biografija:



Jelena Belić rođena je u Sremskoj Mitrovici 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije odbranila je 2009.god.



Željko Trpovski rođen je u Rijeci, 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Od 2004. ima zvanje vanrednog profesora. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

ISTRAŽIVANJE UZROKA NASTANKA VANREDNIH DOGAĐAJA U ŽELEZNIČKOM SAOBRAĆAJU NA PODRUČJU AP VOJVODINE OD 2004. DO 2008. GODINE**RESEARCH OF THE CAUSES OF EXTRAORDINARY EVENTS ON RAILWAYS ON THE TERRITORY OF AP VOJVODINA FROM 2004. TO 2008.**Nedeljko Tadić, Jovan Tepić, Ilija Tanackov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – Faktori koji utiču na bezbedno odvijanje železničkog saobraćaja su mnogobrojni i uslovljeni specifičnošću samog vida saobraćaja, što zahteva odgovoran i sveobuhvatan pristup u njihovoj analizi i izučavanju. U radu je izvršena analiza vanrednih događaja nastalih na železničkoj mreži AP Vojvodine u periodu 2004-2008. godine i istraživanje uticaja faktora koji su najčešći uzročnici nastanka vanrednih događaja na broj nastalih vanrednih događaja.

Abstract – The factors that influence the safe flow of railroad transportation are numerous and influenced by the specifics of the type of transportation conducted, which demands a responsible and all-encompassing approach to their analysis and study. In this paper is presented an analysis of unpredictable situations that occurred on the railroad network in AP Vojvodina during the period from 2004 to 2008., as well as research of the influence of various factors that are most commonly the cause of extraordinary events in proportion to all of the extraordinary events that occurred.

Ključne reči: Železnica, Vanredni događaji, Analiza bezbednosti

1. UVOD

Bezbednost odvijanja saobraćaja predstavlja jedan od najvažnijih atributa svakog vida saobraćaja i jedan od osnovnih kriterijuma pri izboru načina prevoza kako ljudi, tako i robe. Nivo bezbednosti u železničkom saobraćaju je uslovljen uticajem niza faktora, od kojih su u osnovi najbitniji: ljudski faktor, stanje tehničkih sredstava, uslovi privređivanja, normativno regulisanje, nadzor i kontrola primene propisa.

Predmet ovog rada je analiza i istraživanje uzroka nastanka vanrednih događaja na železnici, sa ciljem utvrđivanja nivoa bezbednosti i adekvatnih mera za njegovo povećanje. Istraživanje obuhvata železničku mrežu na teritoriji AP Vojvodine, a vreme istraživanja obuhvata period od 2004. do 2008. godine.

2. KVANTITATIVNI POKAZATELJI BEZBEDNOSTI U ŽELEZNIČKOM SAOBRAĆAJU

Kvantitativni pokazatelji bezbednosti u železničkom

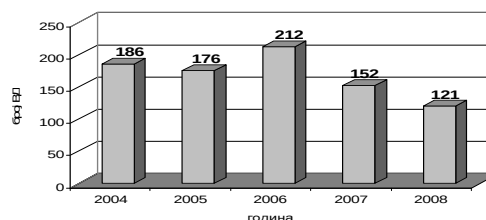
saobraćaju su u suštini količinski pokazatelji ugroženosti železničkog saobraćaja na mreži ili delu mreže.

Putem kvantitativnih pokazatelja bezbednosti izražava se obim nastalih vanrednih događaja po vrstama, uzrocima i posledicama, pri čemu se ne uzimaju u obzir karakteristike železničke infrastrukture i obim izvršenog rada.

2.1. Broj i struktura vanrednih događaja

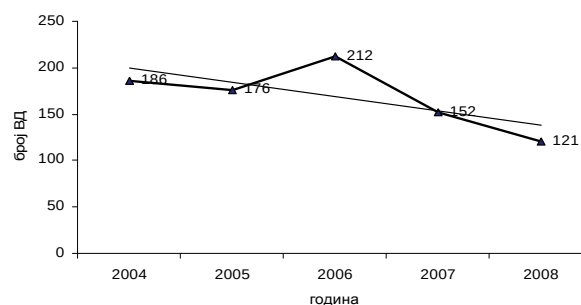
Vanredan događaj na železnici podrazumeva nepredviđen i neočekivan događaj sa najmanje jednom od sledećih posledica: smrt jednog ili više lica, teže ili lakše povrede jednog ili više lica, materijalnu štetu, obustavu saobraćaja vozova i ugrožavanje ili otežano odvijanje železničkog saobraćaja [1].

U periodu 2004-2008. godine na području AP Vojvodine dogodilo se ukupno 847 vanrednih događaja ili u proseku 169,4 vanredna događaja godišnje, odnosno 0,46 vanrednih događaja dnevno. Grafički prikaz broja vanrednih događaja na godišnjem nivou u periodu 2004-2008. godine dat je na grafikonu 1. [2].



Grafikon 1. Broj vanrednih događaja na železničkim prugama AP Vojvodine u periodu 2004-2008. godine

Grafički prikaz zavisnosti broja vanrednih događaja nastalih u železničkom saobraćaju na području AP Vojvodine od godina u posmatranom periodu, dat je na grafikonu 2.



Grafikon 2. Zavisnost broja nastalih vanrednih događaja od godina posmatranog perioda

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Jovan Tepić, docent.

Ukupan broj nastalih vanrednih događaja u zavisnosti od godina u posmatranom periodu ponaša se po linearnom trendu [3]:

$$y = -15,4x + 215,6 \quad (\text{vanrednih događaja})$$

Koeficijent korelacije iznosi $R^2 = 0,4962$, odnosno $R = 0,7044$.

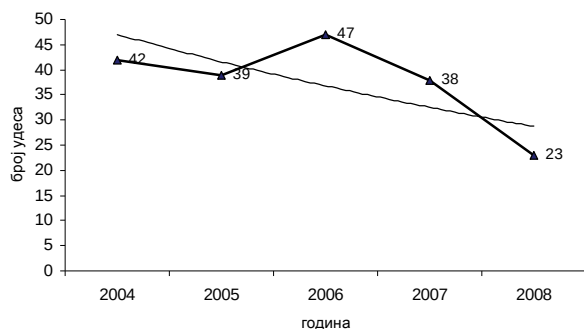
Može se zaključiti da između broja nastalih vanrednih događaja i godina posmatranog perioda postoji srednja zavisnost.

2.1.1. Udesi

Udes u železničkom saobraćaju je vanredan događaj koji ima za posledicu smrt ili težu povredu jednog ili više lica, znatnu materijalnu štetu ili veći prekid saobraćaja vozova [1]. U periodu 2004-2008. godine, dogodilo se ukupno 189 udesa, što iznosi 22,31% od ukupnog broja nastalih vanrednih događaja. Struktura udesa je sledeća [2]:

- udesi pri vršenju železničkog saobraćaja – 18,51%,
- udesi na PP prelazima – 25,40% i
- udesi van PP prelaza, na žel. području – 56,09%.

Grafički prikaz zavisnosti broja udesa nastalih u železničkom saobraćaju na području AP Vojvodine od godina u posmatranom periodu, dat je na grafikonu 3.



Grafikon 3. Zavisnost broja nastalih udesa od godina posmatranog perioda

Ukupan broj nastalih udesa u zavisnosti od godina u posmatranom periodu ponaša se po sledećoj krivoj [3]:

$$y = 53,196e^{-0,123x} \quad (\text{udesi})$$

Koeficijent korelacije iznosi $R^2 = 0,5002$, odnosno $R = 0,7072$.

Može se zaključiti da između broja nastalih udesa i godina posmatranog perioda postoji srednja zavisnost.

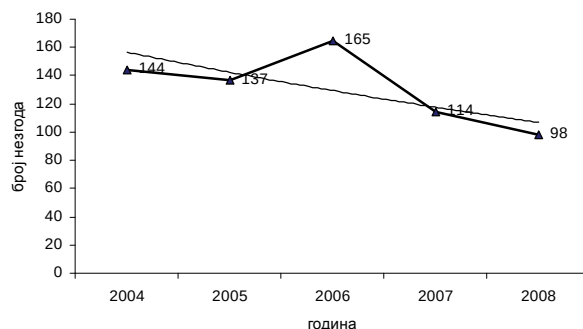
2.1.2. Nezgode

Nezgoda u železničkom saobraćaju je vanredan događaj koji ima za posledicu lakšu povredu jednog ili više lica, manju materijalnu štetu, manji prekid saobraćaja vozova ili otežano odvijanje saobraćaja vozova [1].

U periodu 2004-2008. godine, dogodilo se ukupno 658 nezgoda, što iznosi 77,69% od ukupnog broja nastalih vanrednih događaja. Struktura nezgoda je sledeća [2]:

- nezgode pri vršenju železničkog saobraćaja – 84,35%,
- nezgode na PP prelazima – 10,79% i
- nezgode van PP prelaza, na žel. području – 4,86%.

Grafički prikaz zavisnosti broja nezgoda nastalih u železničkom saobraćaju na području AP Vojvodine od godina u posmatranom periodu, dat je na grafikonu 4.



Grafikon 4. Zavisnost broja nastalih nezgoda od godina posmatranog perioda

Ukupan broj nastalih nezgoda u zavisnosti od godina u posmatranom periodu ponaša se po sledećoj krivoj [3]:

$$y = 172,33e^{-0,0953x} \quad (\text{nezgoda})$$

Koeficijent korelacije iznosi $R^2 = 0,5442$, odnosno $R = 0,7377$.

Može se zaključiti da između broja nastalih nezgoda i godina posmatranog perioda postoji srednja zavisnost.

2.2. Statističke verifikacije incidence vanrednog događaja

Verifikacija neparametarske hipoteze inteziteta vanrednih događaja po ostvarenom obimu saobraćaja na delu železničke mreže koji se nalazi na području AP Vojvodine i preostalom delu mreže JP "Železnice Srbije" izvršena je Signum testom, za prag značajnosti $p = 0,05$.

Signum testom nisu verifikovane signifikantne razlike u broju vanrednih događaja na delu železničke mreže koji se nalazi na području AP Vojvodine i preostalom delu mreže JP "Železnice Srbije" ($p = 0,113846 > 0,05$; $Z_{\text{sign}} = 1,5811$). Može se zaključiti da je incidenca vanrednog događaja po ostvarenim voznim kilometrima ista na oba dela mreže i u proseku iznosi 0,00002895 VD/voz. km ili na približno 35.000 voznih kilometara se realizuje po jedan vanredan događaj.

Verifikacija neparametarske hipoteze inteziteta vanrednih događaja po kilometru pruge na delu železničke mreže koji se nalazi na području AP Vojvodine i preostalom delu mreže JP "Železnice Srbije" izvršena je Signum testom, za prag značajnosti $p = 0,05$.

Verifikacija Signum testom je pokazala signifikantne razlike u broju vanrednih događaja po kilometru pruge na delu železničke mreže koji se nalazi na području AP Vojvodine i preostalom delu mreže JP "Železnice Srbije" ($p = 0,004427 < 0,05$; $Z_{\text{sign}} = 2,846050$). Zaključuje se da je incidence vanrednog događaja na delu železničke mreže koji se nalazi na području AP Vojvodine 2,37 puta manja od incidence na preostalom delu mreže JP "Železnice Srbije". Ovaj signifikantan zaključak se ne može apriori usvojiti kao merodavan zbog odnosa broja zaposlenih po kilometru pruge, koji na delu železničke mreže AP Vojvodine iznosi 3,23, a na preostalom delu mreže JP "Železnice Srbije" 7,48 zaposlenih/km pruge.

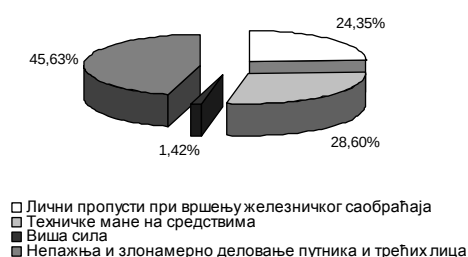
Približno iste proporcije broja zaposlenih po kilometru pruge i incidence vanrednih događaja upućuju na zaključak da nema signifikantnih razlika u bezbednosti na oba dela železničke mreže, a koje se odnosi na dužinu pruga. Međutim, identičnost navedenih odnosa i stabilnosti verifikacija upućuju na zaključak da je osnova skupa vanrednih događaja veliko učešće železničkih radnika.

2.3. Posledice vanrednih događaja

U periodu 2004-2008. godine, na delu železnice mreže AP Vojvodine, usmrćeno je ukupno 86 lica, teže i lakše povređeno 114 lica, prouzrokovana je materijalna šteta u ukupnom iznosu od 104.367.122,23 dinara i evidentirano je ukupno 690 časova obustave saobraćaja usled nastanka vanrednih događaja [2].

3. STRUKTURA VANREDNIH DOGAĐAJA PREMA UZROCIMA NASTANKA

Grafički prikaz strukture vanrednih događaja na području AP Vojvodine u periodu 2004-2008. godine dat je na grafikonu 5 [2].



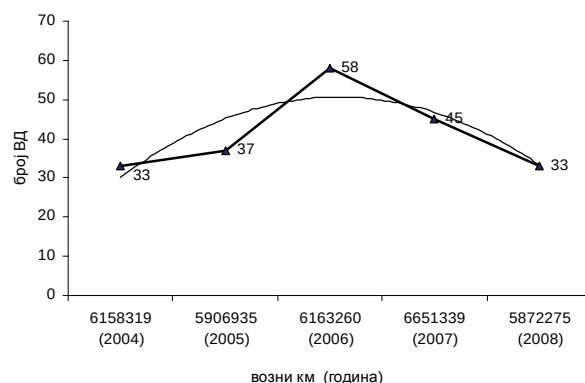
Grafikon 5. *Struktura uzroka vanrednih događaja u periodu 2004-2008. godine*

Može se zaključiti da su u strukturi uzroka vanrednih događaja nastalih na području AP Vojvodine, u periodu 2004-2008. godine, najzastupljeniji propusti železnice sa čak 52,95% (lični propusti pri vršenju železničkog saobraćaja sa 24,35% i tehničke mane na sredstvima rada sa 28,60%).

3.1. Vanredni događaji nastali usled ličnih propusta pri vršenju železničkog saobraćaja

Lični propusti železničkih radnika u vršenju železničkog saobraćaja su uzrok nastanka u 206 vanrednih događaja, što iznosi 24,35% od ukupnog broja vanrednih događaja nastalih u periodu istraživanja. Najčešći propusti železničkih radnika u vršenju železničkog saobraćaja dešavaju se prilikom rukovanja skretnicama, što je uzrok u 46,12% vanrednih događaja uzrokovanih ličnim propustima [2].

Grafički prikaz zavisnosti broja vanrednih događaja nastalih usled ličnih propusta u vršenju železničkog saobraćaja od obima izvršenog rada u voznim kilometrima, dat je na grafikonu 6.



Grafikon 6. *Zavisnost broja vanrednih događaja nastalih usled ličnih propusta od obima izvršenog rada*

Broj vanrednih događaja nastalih usled ličnih propusta u vršenju železničkog saobraćaja ponaša se po sledećoj krivoj [3]:

$$y = -4,7143x^2 + 29,086x + 5,8 \text{ (van. događaja)}$$

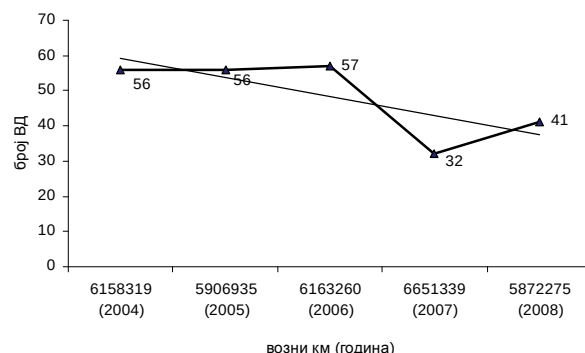
Koeficijent korelacije iznosi $R^2 = 0,7075$, odnosno $R = 0,8411$.

Može se zaključiti da između broja vanrednih događaja nastalih usled ličnih propusta pri vršenju železničkog saobraćaja i obima izvršenog rada, postoji veoma jaka zavisnost sa visokim koeficijentom korelacije od 0,8411.

3.2. Vanredni događaji nastali usled tehničkih mana i nedostataka na sredstvima rada

Tehničke mane i nedostaci na sredstvima rada su uzročnici u 242 vanredna događaja, odnosno 28,6% od ukupnog broja vanrednih događaja nastalih na području AP Vojvodine u periodu istraživanja. Najčešći uzroci nastanka vanrednih događaja usled tehničkih faktora su tehničke mane i nedostaci na železničkim vozilima (44,21%) i tehničke mane i nedostaci na pruzi (35,95%) [2].

Grafički prikaz zavisnosti broja vanrednih događaja nastalih usled tehničkih mana i nedostataka na sredstvima rada od obima izvršenog rada u voznim kilometrima, dat je na grafikonu 7.



Grafikon 7. *Zavisnost broja vanrednih događaja nastalih usled tehničkih faktora od obima izvršenog rada*

Broj vanrednih događaja nastalih usled tehničkih faktora ponaša se po sledećoj krivoj [3]:

$$y = -5,4x + 64,6 \text{ (van. događaja)}$$

Koeficijent korelacije iznosi $R^2 = 0,5682$, odnosno $R = 0,7538$.

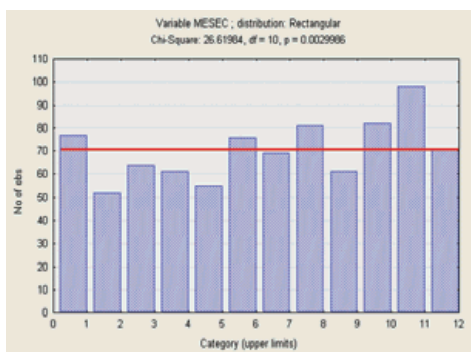
Može se zaključiti da između broja vanrednih događaja nastalih usled tehničkih faktora i obima izvršenog rada postoji veoma jaka zavisnost sa visokim koeficijentom korelacije od 0,7538.

4. VREMENSKA RASPODELA VANREDNIH DOGAĐAJA PO MESECIMA

Vremenska raspodela vanrednih događaja po mesecima zavisi od niza promenljivih faktora, čije se dejstvo i uticaj menja u toku godine.

Raspodela vanrednih događaja na železničkoj mreži AP Vojvodine po mesecima, u periodu 2004-2008. godine, testirana je hipotezom ravnomerne raspodele. Verifikacija je izvršena χ^2 testom, za prag značajnosti $p = 0,05$ [4].

Verifikacija ravnomerne raspodele i parametri verifikacije vanrednih događaja na železničkoj mreži AP Vojvodine dati su na grafikonu 8.



Grafikon 8. Verifikacija ravnomerne raspodele i parametri verifikacije vanrednih događaja

Za veliki uzorak od 847 vanrednih događaja raspodeljenih po mesecima nije verifikovana ravnomerna raspodela $p = 0,00299 < 0,05$.

Može se zaključiti da mesečni intervali imaju signifikantan uticaj na pojavu vanrednih događaja. Posebno se ističu meseci sa nadprosečnim brojem vanrednih događaja: januar (praznici), jun (žetva), avgust (turistička sezona), oktobar i novembar (intenzivni poljoprivredni radovi).

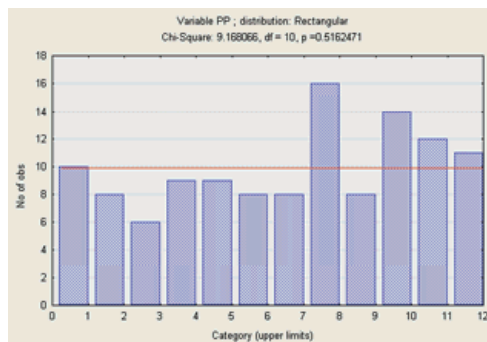
S obzirom da se veliki broj vanrednih događaja na železničkoj mreži AP Vojvodine dogodio na putno-pružnim prelazima (14,05%), raspodela podskupa vanrednih događaja nastalih na PP prelazima je posebno testirana hipotezom ravnomerne raspodele. Verifikacija je izvršena χ^2 testom, za prag značajnosti $p = 0,05$ [4].

Verifikacija ravnomerne raspodele i parametri verifikacije vanrednih događaja nastalih na PP prelazima železničke mreže AP Vojvodine dati su na grafikonu 9.

Za izabrani uzorak verifikovana je signifikantna ravnomerna raspodela ($p = 0,5162 > 0,05$). Ovim se ujedno izvodi zaključak da mesečni interval nema uticaja na pojavu vanrednih događaja na PP prelazima železničke mreže AP Vojvodine.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu, statistički je dokazana velika odgovornost železnice za nastanak vanrednih događaja na području AP Vojvodine.



Grafikon 9. Verifikacija ravnomerne raspodele i parametri verifikacije vanrednih događaja na PPP

U tom smislu, povećanje nivoa bezbednosti odvijanja železničkog saobraćaja mora da se unapređuje interno: organizacionim i tehničkim merama.

Broj nastalih vanrednih događaja je proporcionalan ostvarenom radu u voznim kilometrima i može se zaključiti da na broj nastalih vanrednih događaja na području AP Vojvodine najveći uticaj imaju intezitet odvijanja železničkog saobraćaja i njegove varijacije na mesečnom nivou.

6. LITERATURA

- [1] Pravilnik 19: Način evidentiranja podataka o vanrednim događajima nastalim u železničkom saobraćaju, ZJŽ, Beograd, 2000.
- [2] JP „Železnice Srbije“: Izveštaji o obimu rada i nastalim vanrednim događajima, 2004-2008.
- [3] Čičak, M.,: Modeliranje u železničkom saobraćaju, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2003.
- [4] Vukadinović, S.,: Elementi teorije verovatnoće i matematičke statistike, Privredni pregled, Beograd, 1987.

Kratka biografija:

Nedeljko Tadić, rođen je u Bačkoj Palanci 1974. godine. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Bezbednost u železničkom saobraćaju odbranio je 2009. godine.

Doc. dr Jovan Tepić, rođen je 24.06.1959. godine u Živaji, opština Kostajnica. Diplomirao je na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu. Od 2006. radi na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu na Katedri za tehnologije transportnih sistema. Na istome je završio posleddiplomske studije i odbranio doktorsku disertaciju. Objavio je više stručnih i naučnih radova sa međunarodnim učešćem i autor je dve monografije, dva udžbenika i jedne zbirke rešenih zadataka.

Doc. dr Ilija Tanackov, rođen je 14.01.1967. godine u Kikindi. Saobraćajni fakultet, železnički osek završio je u Beogradu. Od 1996. godine radi na Fakultetu tehničkih nauka na kojem je završio postdiplomske studije i odbranio doktorsku disertaciju.

PRIMENA SISTEMA POENTIRANJA U SAOBRAĆAJU

THE USE OF THE PENALTY POINT SYSTEM IN ROAD TRAFFIC

Stevica Bogdanov, Dragan Jovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Sadržaj – U ovom radu opisan je opšti primer sistema poentiranja kao jedne od mera za postizanje pozitivnih efekata bezbednosti u saobraćaju, kao i primena sistema u razvijenim zemljama i njihovo funkcionisanje, sa predlogom mera za poboljšanje i efikasno funkcionisanje ovih sistema.

Abstract – This paper describes a general example of the penalty point system as one of the measures for gaining positive effects in road safety, as well as the implementation of these systems in developed countries and their functioning, with a proposal of measures for improvement and effective functioning of these systems.

Ključne reči: sistem poentiranja, bezbednost, efikasnost, kazneni poen

1. UVOD

Svake godine, prema podacima Svetske Zdravstvene Organizacije, širom sveta preko milion ljudi pogine u saobraćajnim nezgodama, dok preko 50 miliona pretrpi neki vid povrede.

Predviđen porast (motorizovane) mobilnosti na globalnom nivou bi, bez odgovarajućeg efektivnog menadžmenta u području bezbednosti saobraćaja, doveo do porasta u broju saobraćajnih nezgoda sa fatalnim ishodom, kao i broju povređenih u saobraćajnim nezgodama.

Sistem poentiranja u saobraćaju predstavlja jednu od značajnijih mera kojim se postižu pozitivni efekti na bezbednost u saobraćaju.

Postojeći sistemi poentiranja se razlikuju od zemlje do zemlje što utiče na različitu efikasnost njihove primene. Zato je preko potrebno identifikovati koji sve elementi sačinjavaju efikasan sistem poentiranja u saobraćaju i kako utiču na to.

Sistemi poentiranja, takođe poznati kao sistemi kaznenih poena, su od strane mnogih smatrani kao validna alternativa ili dodatak ostalim sankcijama, kao što su novčane kazne i zato bi se trebali koristiti pre svega za borbu protiv najopasnijih prekršaja (kao što je bezobzirno ponašanje u saobraćaju).

Predmet ovog rada jeste sistem poentiranja u saobraćaju. Osnovni cilj je da se sagledaju obeležja sistema poentiranja i da se utvrdi efikasnost pojedinih modela primene.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Dragan Jovanović, docent.

2. SISTEM POENTIRANJA U SAOBRAĆAJU

Sistem poentiranja u saobraćaju jeste sistem čiji je eksplicitni cilj „identifikovanje upornih saobraćajnih prekršioca koji imaju visoku sklonost ka saobraćajnim nezgodama što je ispoljeno njihovom akumulacijom kaznenih poena“, kao i „obeshrabrivanje nebezbednog i neodgovornog ponašanja u saobraćaju od strane upornih prekršitelja, dok akumulacija kaznenih poena postaje konstantni podsetnik da vozačeva vozačka dozvola može biti oduzeta“ [1].

Sistem poentiranja je kazneni sistem koji uključuje dodeljivanje nekog broja kaznenih poena njihovim izvršiocima, za čitav niz kaznenih dela. Što su teži prekršaji, to se veći broj kaznenih poena dodeljuje njihovim izvršiocima.

Sisteme poentiranja u saobraćaju možemo podeliti na dve osnovne vrste:

- Sistem akumulacije kaznenih poena do unapred postavljene granice broja kaznenih poena, i
- Sistem oduzimanja kaznenih poena od unapred dodeljenog broja kaznenih poena.

2.1. Način funkcionisanja i uloga

Sistem poentiranja je generalno ili kažnjive prirode, gde se vozači suočavaju sa rizikom gubitka vozačke dozvole, ili rehabilitativne prirode, gde vozači koju su akumulirali mnogo kaznenih poena moraju da pohađaju specijalno adaptiranu vozačku obuku, u nekim slučajevima, da prime psihološko savetovanje ili terapiju.

U osnovi postoje tri teorijske komponente koje čine Sistem poentiranja:

1. Obeshrabljenje – Rizik od gubitka vozačke dozvole bi trebao biti viđen kao obeshrabljenje individualnim vozačima i time predstavljati dodatni podsticaj ka poštovanju saobraćajnih propisa

2. Selekcija – Ako je Sistem poentiranja sposoban izdvojiti vozače koji često krše saobraćajne propise i „ukloniti“ ih sa puta pre nego što prouzrokuju neku saobraćajnu nezgodu, to predstavlja dobro za bezbednost u saobraćaju. Takođe, postoji empirijska podrška da kazneni poeni mogu pretskazati buduću umešanost u saobraćajnim nezgodama vozača kojima se ovi kazneni poeni dodeljuju

3. Poboljšanje – Tamo gde Sistem poentiranja sadrži rehabilitativnu komponentu za vozače kojima je vozačka dozvola oduzeta, što može da ima potencijal da ispravi ili ublaži svaki problem koji ovi vozači mogu imati [2].

Efektivni mehanizmi Sistema poentiranja u saobraćaju mogu sadržati različite mere, ali svi imaju zajednički cilj, opšte poboljšanje stanja bezbednosti u saobraćaju koje se može gledati i kao opšte dobro za društvo, pa kao takvo, Sistemi poentiranja moraju navoditi pojednice da upravljaju vozilom razumnije bez obzira na njihov

pređašnji vozački dosije. Normalno je pretpostaviti da savesna vožnja povećava opšte dobro, dok ga nesavesna i bezobzirna vožnja smanjuje. Optimalni sistem bi trebao omogućiti Državi da nesavesne vozače ukloni sa puteva, dok savesne vozače treba da ohrabri da voze još pažljivije.

2.2. Način funkcionisanja

Ako je vozač uhvaćen da krši zakon u saobraćaju, dobiće kaznu od strane policije ili suda. Za veoma ozbiljne saobraćajne prekršaje kao što je vožnja pod dejstvom alkohola, vozač može biti kažnjen, biti diskvalifikovan iz saobraćaja ili čak ići u zatvor.

Za neke prekršaje – one koje ne rezultuju u sudskoj presudi i diskvalifikaciji – vozač će dobiti kaznu i kazneni poeni će biti dodati (ili oduzeti) na broj poena u vozačkoj dozvoli. Oni su nazvani „kazneni“ poeni jer vozač nije poštovao saobraćajne propise ili je vozio na nesavestan način (ne poštujući sopstvenu ni tuđu bezbednost).

Kada kazneni poeni na vozačevoj dozvoli dostignu određeni nivo, vozačka dozvola biva suspendovana.

2.3. Suspendovanje vozačke dozvole

Kada vozač koji poseduje validnu vozačku dozvolu nakupi broj poena koji prekoračuje dozvoljen broj kaznenih poena, vozačka dozvola će mu biti suspendovana. Period vremena na koji će vozačka dozvola biti suspendovana zavisi od broja kaznenih poena koje je vozač akumulirao u periodu od 3 godine.

Ako vozač ne želi da mu vozačka dozvola bude suspendovana i ne želi da prestane da vozi, može izabrati da odsluži „Period Primernog Ponašanja“, što im dozvoljava da nastave sa vožnjom. Vozač nema na raspolaganju ovaj izbor ako poseduje privremenu vozačku dozvolu ili ako već služi period primernog ponašanja.

Obaveštenje o suspendovanju vozačke dozvole se šalje poštom od strane nadležnih organa koji prate broj kaznenih poena za svakog vozača u kompjuterskom sistemu. Broj kaznenih poena koji je naveden u pismu odgovara broju kaznenih poena koji nadležni organi imaju u trenutku slanja pisma. Dalji kazneni poeni mogu biti primljeni u kompjuterski sistem nakon slanja pisma o suspenziji vozačke dozvole. Ovi poeni ostaju na vozačevom registru i mogu se računati sa daljim dodeljenim kaznenim poenima.

2.3. Upravljanje vozilom posle suspenzije

Ako je vozačka dozvola suspendovana, vozač može nastaviti sa upravljanjem vozila posle isteka perioda suspendovanja. Ako vozačka dozvola istekne u toku perioda suspenzije, ona se mora obnoviti pre ponovnog učestvovanja u vožnji. Ovo se može uraditi tek kad se završi period suspenzije.

Ozbiljne kazne se primenjuju za vozače koji su uhvaćeni da voze sa suspendovanom vozačkom dozvolom. Ovakvi slučajevi su prosleđeni sudu koji mogu odrediti dugačke kazne diskvalifikacije (od minimum 12 meseci), skupocene kazne ili čak i kaznu zatvora.

2.4. Prekršaji koji sa sobom povlače kaznene poene

Svaka država koja je usvojila Sistem poentiranja u saobraćaju određuje za koje saobraćajne prekršaje će biti

dodeljivani kazneni poeni, pa tu postoje značajne razlike u broju i vrsti prekršaja. Međutim, može se postaviti presek najvažnijih kategorija prekršaja koji su uvršćeni u skoro svakom sistemu, a to su:

I. Prekršaji povezani sa prekoračenjem dozvoljene brzine

II. Prekršaji povezani sa zaustavljanjem i nepoštovanjem prvenstva prolaza (uključuju nepropuštanje vozila sa prvenstvom prolaza, nezaustavljanje kada to saobraćajni propisi nalažu, rizik od sudara sa drugim vozilom ili pešacima, itd...)

III. Prekršaji nebezbedne (nesavesne) vožnje (vožnja na suprotnoj strani duple linije/podeljenim autoputem, neobzirna vožnja, neodgovorno preticanje, skretanje ili zaustavljanje bez signaliziranja, „šetanje“ vozilom po putu, vožnja suviše blizu iza drugog vozila, itd...)

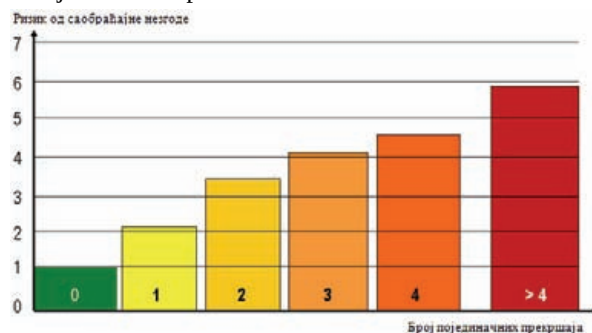
IV. Prekršaji zbog neispravnosti vozila ili svetla na vozilu (upravljanje vozilo uprkos tehničkoj neispravnosti, nespuštanje svetlosti farova sa dugačkog svetla u situacijama mimoilaženja, upravljanje vozilom noću bez uključenih farova, itd...)

V. Prekršaji u vezi sa nenošenjem sigurnosnog pojasa ili sigurnosne kacige (vožnja putnika koji nisu vezani sigurnosnim pojase, a ispod zakonski određene starosne granice, upravljanje vozilom bez sigurnosnog pojasa, upravljanje motorciklom bez nošenja sigurnosne kacige, itd...)

VI. Prekršaji signalizacije (ne poštovanje svetlosnog signala, nepoštovanje saobraćajnih znakova ili saobraćajne policije) [3].

2.5. Brisanje kaznenih poena

Kazneni poeni se brišu kada protekne 24 meseca od dana pravosnažnosti odluke o prekršaju. U nekim zemljama (primer Nemačka) rok za brisanje kaznenih poena zavisi od težine prekršaja, pa na primer, za manje prekršaje kaneni poeni se brišu posle 2 godine, za teže se brišu posle 5 godina, dok za prekršaje koji su povezani sa vožnjom pod uticajem znatne količine alkohola ili narkotika se brišu posle 10 godina. Brisanje kaznenih poena je automatsko i nije potrebna prijava za ovu akciju. Za vreme dok se vozač nalazi na izdržavanju kazne zbog učinjenih prekršaja ili krivičnih dela, kao i trajanja izrečene zaštitne mere odnosno mere bezbednosti zabrane upravljanja motornim vozilom, ne teče predviđeni rok za brisanje kaznenih poena.



Slika 1. Rizik ka saobraćajnim nezgodama vezano za broj pojedinačnih prekršaja [4]

Drugi način za brisanje dela kaznenih poena jeste prisustvovanje na seminarima (kursevima) unapređenja znanja i veština iz bezbednosti saobraćaja. Prisustvovanje može biti dobrovoljno (ako vozač želi da umanjí svoj broj

kaznenih poena) ili obavezno (šalje se poziv za prisustvovanje kad se akumulira alarmantan broj kaznenih poena pred oduzimanje vozačke dozvole ili za ponovno dobijanje vozačke dozvole ako je ona već bila oduzeta).

3. EFIKASNOST SISTEMA POENTIRANJA U SAOBRAĆAJU

Kada su prekršaji poput prekoračenja brzine detektovani, vozači koji su načinili prekršaj trebaju biti kažnjeni novčanom kaznom kao i kaznenim poenima. Međutim, proces od detekcije do trenutka kada su kazneni poeni dodati (ili oduzeti) na ukupno stanje kaznenih poena na vozačevoj vozačkoj dozvoli je kompleksan.

U proceni da li je sistem poentiranja efikasan u smanjenju prekršaja prekoračenja dozvoljene brzine, potrebno je ispitati proces od trenutka kada je prekršaj zabeležen, do trenutka kada su izdate kazne i kazneni poeni dodati na vozačevo trenutno stanje kaznenih poena na vozačkoj dozvoli. Prema tome, očekuje se da:

- obaveštenje o prekršaju bude tačno i pravovremeno, i gde su prekršaji odbačeni pre izdavanja kazne bazirani na doslednom procesu garantovanja kvaliteta;
- prihodi od kazni trebali bi biti brzo sakupljeni i uzeti u obzir;
- kazneni poeni za prekoračenje brzine trebali bi biti ispravno pripisani vozaču koji je odgovoran za prekoračenje i upozorenja izdata u skladu sa zakonom;
- koordinacija svih učesnika u radu prekršajnog sistema treba da podržava efikсну saradnju u cilju funkcionisanja ovog sistema.

3.1. Načini detekcije prekršaja

Prekršaj može biti detektovan na tri načina i to putem:

1. Saobraćajne policije
2. Mobilnih kamera
3. Fiksiranih kamera

3.2. Efikasnost registrovanja i potvrde prekršaja

Sistemi poentiranja u saobraćaju se oslanjaju na velike količine podataka koje dolaze iz 3 različita izvora. Da bi sistem bio efikasan, prekršaji moraju biti tačno registrovani i kvalitet ovih podataka mora biti zagarantovan. Ovo znači da je neophodna :

- Kontrola kvaliteta za ručne unose prekršajnih prijava izdatih od strane policijskih službenika,
- Rigorozni sistemi potvrde za automatizovane sisteme detekcije,
- Jasan proces potvrde kvaliteta za odbačene prekršajne zapise (podatke).

3.3. Dodeljivanje kaznenih poena

Kazneni poeni važe za ceo asortiman saobraćajnih prekršaja. Broj poena koji sleđuju povećava se sa ozbiljnošću prekršaja.

Proces dodeljivanja kaznenih poena obično počinje kada je uplaćena kazna za prekršaj. Kada je sistem Ministarstva pravde ažuriran novim podacima koji pokazuju da je kazna plaćena, detalji o vozaču se šalju u baze podataka o registracijama i vozačkim dozvolama. Oni dalje šalju podatke o vozačkoj dozvoli i kaznenim poenima

iznajmljenoj kompaniji koju je odredila država, gde su upoređeni sa informacijama u bazi podataka vozačkih dozvola. Kada je pronađena tražena vozačka dozvola u bazi podataka, šalje se odgovarajuće pismo vlasniku vozačke dozvole, informišući ga da je dobio kaznene poene.

Postoje određeni slučajevi kada kazneni poeni nisu dodeljeni vozaču, u bazu podataka o vozačkim dozvolama, a to su pretežno razlozi:

- Dostupnost nedovoljne količine podataka (ili o prekršaju ili o nominovanom vozaču) što onemogućava uparivanje sa validnom ispravom u bazi podataka o vozačkim dozvolama;
- Nominovana je kompanija: kada je vozilo registrovano na ime kompanije, koja nije u mogućnosti (ili ne želi) da imenuje vozača koji je upravljao vozilom u dato vreme;
- Kada se radi o vozaču iz druge države.

3.4. Evaluacije sistema poentiranja u saobraćaju

Da bi šeme sistema kaznenih poena bile efektivne, sledeći principi moraju biti primenjeni:

- Šema mora biti fokusirana na poboljšavanje bezbednosti u saobraćaju,
- Šema mora biti lako razumna,
- Šema mora biti pravedna i kazne moraju biti u skladu sa težinom prekršaja,
- Vozači moraju biti obavešteni o šemi sistema poentiranja i o tome kako funkcioniše.

4. ISKUSTVA U PRIMENI SISTEMA POENTIRANJA U SAOBRAĆAJU

Za sagledanje iskustva primene sistema poentiranja odabrane su sledeće zemlje: Nemačka, Francuska, Engleska, Španija, Australija, Kanada, Danska i Holandija, što predstavlja selekciju zemalja koje variraju po lokaciji, veličini i datumu primene sistema poentiranja, od zemalja koje duže vreme imaju u primeni ovakav sistem, do zemalja koje su ga nedavno primenile, čime se mogu spoznati varijacije u dizajnu sistema poentiranja u saobraćaju.

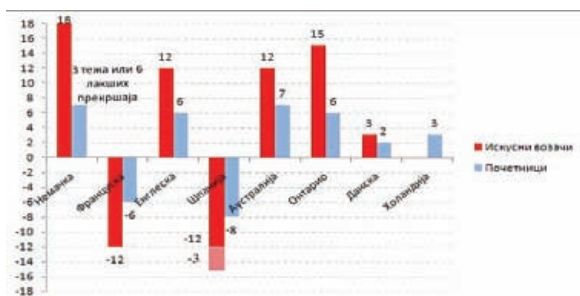


Slika 2. Godine uvođenja sistema poentiranja po zemljama

U svim zemljama sistem poentiranja važi za sve vozače, dok je Holandija iz razloga bezbednosti u saobraćaju, izabrala da ne primeni sistem poentiranja u saobraćaju na sve vozače, već njihov sistem pokriva samo vozače početnike.

Većina zemalja ima tradicionalan sistem poentiranja, gde vozači počinju sa 0 kaznenih poena i ako naprave saobraćajni prekršaj, kazneni poeni im se akumuliraju do određene granice, kada se vozaču suspenduje (oduzme) vozačka dozvola. U Francuskoj i Španiji, sistem poentiranja je obrnut, tj. vozači počinju sa određenim brojem kaznenih poena koje bi gubili sa svakim

saobraćajnim prekršajem. Kad su svi poeni sa vozačke dozvole izgubljeni, oduzima se vozačka dozvola.

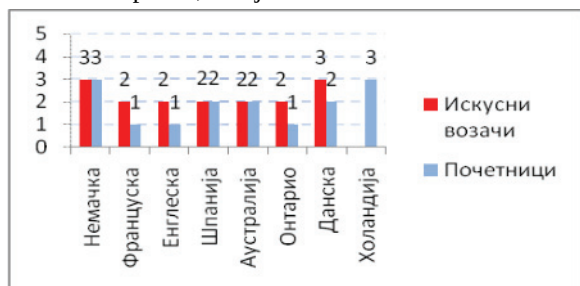


Slika 3. Vrste sistema poentiranja po zemljama

Postoje veće varijacije među zemljama u odnosu na broj kaznenih poena koji mogu biti akumulirani (izgubljeni) pre nego što se pojavi rizik od gubljenja vozačke dozvole. Limit za iskusne vozače varira od 3 u Danskoj do 18 kaznenih poena u Nemačkoj. U Španiji limit je 12 kaznenih poena, međutim uz moguć dobitek od 3 poena, ovaj limit može biti 15 kaznenih poena.

Maksimalan broj kaznenih poena koji mogu biti akumulirani (izgubljeni) za jedan saobraćajni prekršaj varira među zemljama od jednog kaznenog poena do jedanaest kaznenih poena. Ukoliko vozač načini više prekršaja u isto vreme, na primer, prekoračenje dozvoljene brzine, nenošenje bezbednosnog pojasa i neobzirno preticanje, kazneni poeni za svaki prekršaj se generalno sabiraju.

Ukoliko se uzme u obzir broj mogućih kaznenih poena koji nosi svaki prekršaj i broj poena koji dovodi do gubitka vozačke dozvole, moguće je izračunati koliko prekršaja bi teoretski bilo dovoljno za gubitak vozačke dozvole. Varijacije između zemalja onda postaju dosta manje, nego kad se gleda prema brojevima kaznenih poena koji predstavljaju limit. U svim pomenutim zemljama, moguće je da iskusni vozači izgube svoju vozačku dozvolu posle 2-4 saobraćajna prekršaja koji nose kaznene poene, a koje su vozači načinili.



Slika 4. Minimalan broj saobraćajnih prekršaja koji nose kaznene poene, potrebnih za gubitak vozačke dozvole

Postoje značajne varijacije između različitih zemalja u vrstama saobraćajnih prekršaja koji su pokriveni sistemom poentiranja u saobraćaju. Uobičajeno je u svim sistemima poentiranja u saobraćaju da se kazneni poeni otpisuju posle određenog vremena, a to su vremena od: 3 godine za Dansku i Englesku, 5 godina za Holandiju, a po 2 godine za ostale zemlje. U Španiji jedino postoji takođe i „bonus sistem“ putem kojeg kazneni poeni mogu biti zasluženi čak i ako vozač prethodno nije izgubio ni jedan poen.

U Nemačkoj, Francuskoj, Engleskoj, Španiji i Ontariju moguće je regenerisati deo kaznenih poena koji su

prethodno bili izgubljeni putem dobrovoljnog polaganja popravnog kursa (regenerisanje od 2 do 4 kaznena poena), koji u većini zemalja traje oko 12 sati.

Врста прекршаја	Немачка	Француска	Енглеска	Шпанија	Аустралија	Онтарио	Данска	Холандија
Прекорачење брзине	X	X	X	X	X	X	X	X
Безбедносни појас		X	X	X		X	X	
Немарна возња	X		X			X	X	X
Пролазак кроз црвено светло			X		X	X	X	X
Небезбедно растојање између возила				X	X	X	X	
Употреба телефона у возњи (не "hands-free")		X	X	X				
Возња под дејством алкохола	X	X		X				
Непоштовање права предности				X	X			
Узроковање саобраћајне незгоде								X
Друго	X	X	X	X	X	X	X	

Slika 5. Vrste saobraćajnih prekršaja uključene u sisteme poentiranja po zemljama

5. ZAKLJUČAK

Sistemi poentiranja u saobraćaju u ispitivanim zemljama ispoljavaju znatne varijacije u smislu načina na koji su dizajnirani.

Da bi ostvarili najveći mogući potencijal za bezbednost u saobraćaju, veoma je bitno da sistem poentiranja uključuje prekršaje prekoračenja dozvoljene brzine, međutim trebalo bi se fokusirati na velik broj prekršaja koji leže oko linije tolerancije koju primenjuje policija, a ne samo na par velikih prekršaja.

Vrlo bitan i neophodan preduslov uvođenja sistema poentiranja u saobraćaju i njegovog početka funkcionisanja jeste da je to novina i poboljšanje trenutnog sistema održavanja i poboljšanja bezbednosti u saobraćaju. Početak funkcionisanja sistema poentiranja treba biti praćen jakom medijskom kampanjom o funkcionisanju sistema, prekršajima koji nose kaznene poene i važnosti bezbednosti u saobraćaju (informisanje na obuci vozača, letci, besplatni lifleti na mestima gde se izdaju vozačke dozvole i osiguravaju vozila, televizijska kampanja sa emisijama koje nude odgovore na pitanja gledalaca, itd.).

6. LITERATURA

- [1] Taylor R. i dr., The National Roads and Motorists' Association Limited (NRMA) - The NSW Demerit Points Scheme, Sydney 2002
- [2] Sixten Nölén and Håkan Östlin, Penalty Points Systems – A Pre-Study, Borlänge, Sweden, May 23, 2008
- [3] Diamantopoulou, K. i dr., The relationship between demerit points accrual and crash involvement, April 1997.
- [4] Stengl-Herrmann, D., TÜV SÜD AG, Psychological and educational measures within the German Demerit Point System, Germany 2008.

Kratka biografija:



Stevica Bogdanov rođen je u Novom Sadu 1982. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Drumski saobraćaj odbranio je



Dragan Jovanović rođen je u Zrenjaninu 1974. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2005.god., a od 2006. je u zvanju docent. Oblast interesovanja je bezbednost saobraćaja.

ANALIZA MOGUĆNOSTI POBOLJŠANJA USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA U JEVREJSKOJ ULICI U NOVOM SADU**ANALYSIS OF POSSIBLE IMPROVEMENT OF TRAFFIC CONDITIONS IN JEVREJSKA STREET IN NOVI SAD**Jelena Radojčić, Vuk Bogdanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – U okviru diplomskog rada ispitani su uslovi odvijanja saobraćaja u Jevrejskoj ulici u Novom Sadu od Bulevara Oslobođenja do Pozorišnog trga. Na svim raskrsnicama u Jevrejskoj ulici izvršeno je istraživanje karakteristika saobraćajnog toka. Nakon analize rezultata istraživanja inženjerskim metodama koje su korišćene u postupcima analize ispitani su uslovi odvijanja saobraćaja i utvrđeni nivoi usluge. Nakon identifikacije kritičnih mesta i uskih grla definisane su mere za poboljšanja nivoa usluge i provereni efekti njihovog sprovođenja.

Ključne reči: Tok, regulisanje saobraćaja, kapacitet raskrsnice, nivo usluge

Abstract – This graduate thesis analyzes traffic condition in Jevrejska Street in Novi Sad, in particular the part of the road from Bulevar Oslobođenja Street to the Theatre Square. On all the intersections in Jevrejska Street, characteristics of the traffic flow have been analyzed. After the analysis of the results of the research using engineering methods that are commonly used in the process of analysis, traffic conditions were analyzed and the levels service were determined. After the identification of the critical spots and bottle necks, measures for improvement of the level of service were established and the effects of the implementation of the measures were revised.

Key words: Flow, traffic regulation, intersection capacity, level of service

1. UVOD

Gradska saobraćajnica, Jevrejska ulica, spada u primarnu uličnu mrežu Novog Sada. Ova ulica predstavlja jedan od najvažnijih koridora kojim se ostvaruje saobraćajna veza između različitih delova grada. Usled povećanih zahteva za protokom na ovoj ulici sve su izraženiji pogoršani uslovi odvijanja saobraćaja, koji se manifestuju zagušenjem i padom nivoa usluge.

Postojeći režim saobraćaja u ovoj ulici nije u stanju da u okviru zadovoljavajućeg nivoa usluge zadovolji sve potrebe i zahteve za protokom.

U ovom radu korišćene su savremene metodologije kapacitivnih analiza i analiza nivoa usluge koje preporučuje američki priručnik za proračun kapaciteta i nivoa usluge puteva i raskrsnica HCM (Highway

Capacity Manual 2000). Na osnovu ovih metodologija dobijeni su rezultati vremenskih gubitaka i nivoa usluge, koji predstavljaju glavne pokazatelje uslova odvijanja saobraćaja na raskrsnicama. Izvršene analize mogu poslužiti za definisanje mera u cilju poboljšanja uslova odvijanja saobraćaja na Jevrejskoj ulici.

2. POLOŽAJ PUTNOG PRAVCA I NJEGOVE KARAKTERISTIKE

Jevrejska ulica spada u kategoriju glavnih gradskih saobraćajnica. Naglo povećanje broja vozila, zatvaranje centralne zone grada za saobraćaj, kao i objekti velike atrakcije smešteni u centralnoj zoni grada uslovlili su povećanje obima saobraćaja u ovoj ulici.

Posmatrana ulica obuhvata 5 raskrsnica od čega je analizirano samo 2 raskrsnice:

-  Jevrejska – Futoška – Bulevar Oslobođenja (R₁)
-  Jevrejska – Vase Pelagića
-  Jevrejska – Gajevo
-  Jevrejska – Šafarikova
-  Jevrejska – Uspenska – Bulevar Mihajla Pupina (R₂)

Raskrsnica ulica Jevrejske – Futoške – Bulevara Oslobođenja (R₁) je klasična, četvorokraka, krstasta, kanalisana raskrsnica. U slučaju prestanka rada svetlosne signalizacije, saobraćaj je regulisan znakovima prioriteta pri čemu je za glavni pravac proglašen pravac Jevrejska – Futoška ulica, saobraćajnim znakom « pružanje puta sa prvenstvom prolaza », a sporednim prilazom proglašen Bulevar Oslobođenja, saobraćajnim znakom izvršnih naredbi « nailazak na put sa prvenstvom prolaza ».

Raskrsnica ulica Jevrejske – Uspenske – Bulevara Mihajla Pupina (R₂) je klasična, trokraka, kanalisana raskrsnica. U slučaju prestanka rada svetlosne signalizacije, saobraćaj je regulisan znakovima prioriteta pri čemu je za glavni pravac proglašen pravac Bulevar Mihajla Pupina – Uspenska, saobraćajnim znakom « pružanje puta sa prvenstvom prolaza », a sporednim prilazom proglašen pravac Jevrejska ulica, saobraćajnim znakom izvršnih naredbi « nailazak na put sa prvenstvom prolaza ».

3. ODREĐIVANJE ZASIĆENOG TOKA

Zasićen tok predstavlja broj vozila na čas koji može prihvatiti grupa traka, pod pretpostavkom da je zelena faza uvek na raspolaganju na raskrsnici, tj. da je odnos zelenog svetla i dužine ciklusa g/C jednak 1,00. Zasićen tok za svaku grupu traka se računa pomoću jednačine:

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Vuk Bogdanović, docent.

$$S = S_0 N f_W f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb}$$

S - zasićen tok za grupu traka izražen kao ukupan za sve trake u grupi traka (voz/h)

S_0 - idealan iznos zasićenog toka po traci (voz/h/traci)

N - broj traka u grupi traka; f_W - korekcionni faktor za širine traka; f_{HV} - korekcionni faktor za teška vozila u saobraćajnom toku; f_g - korekcionni faktor za nagib prilaza; f_p - korekcionni faktor za parkirališnu traku uz grupu traka; f_{bb} - korekcionni faktor za blokirajući efekat stanja lokalnih autobusa unutar raskrsnice;

f_a - korekcionni faktor za tip područja; f_{LU} - korekcionni faktor za korišćenje traka; f_{LT} - korekcionni faktor za leva skretanja u grupi traka; f_{RT} - korekcionni faktor za desna skretanja u grupi traka; f_{Lpb} - korekcionni faktor pešaka za levo skretanje; f_{Rpb} - korekcionni faktor pešaka i bicikala za desna skretanja.

3.1. Kapacitet raskrsnice

Kapacitet signalisanih raskrsnica je zasnovan na konceptu zasićenog toka. Odnos toka za datu traku je definisan kao odnos stvarnog i merodavnog toka za grupu traka (q_i) i zasićenog toka (s_i). Kapacitet date grupe traka može biti određen jednačinom:

$$c_i = s_i \frac{g_i}{C} \quad (2)$$

gde je:

c_i - kapacitet grupe traka i (voz/h)

s_i - zasićen tok za grupu traka i (voz/h)

g_i/C - odnos efektivnog zelenog vremena za grupu traka i

3.2. Određivanje vremenskih gubitaka

Vrednost dobijena iz proračuna dubitaka pokazuje prosečne gubitke svih vozila koji dolaze u analiziranom periodu, uključujući i gubitke napravljene posle analiziranog perioda kada je grupa traka prezasićena.

Prosečni gubici po vozilu za datu grupu traka su dati u jednačini:

$$d = d_1 (PF) + d_2 + d_3 \quad (3)$$

Gde je:

d - ukupni gubici po vozilu (sekundi/voz)

d_1 - uniformni vremenski gubici (sekundi/voz)

PF - faktor uticaja kvaliteta progresije

d_2 - dodatni vremenski gubici usled slučajnog dolaska vozila na raskrsnici (sekundi/voz)

d_3 - početno kašnjenje reda

3.3. Nivo usluge

Prosečan zastoje po vozilu se utvrđuje za svaku grupu traka i za svaki prilaz, kao i za raskrsnicu u celini. Nivo usluge se direktno odnosi na dužinu vremenskih gubitaka.

Tabela 1. Kriterijum nivoa usluge signalisanih raskrsnica po metodologiji HCM-2000

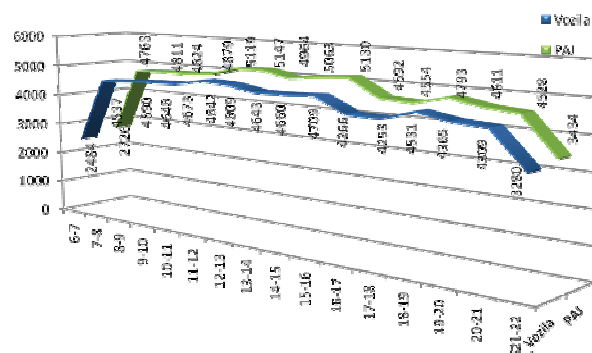
Nivo usluge	Zastoj po vozilu (s)
A	≤10
B	> 10 -20
C	> 20 -35
D	> 35 -55
E	> 55 -80
F	> 80

Nivo usluge raskrsnice je direktno povezan sa prosečnim zastojem po vozilu. Kada su gubici utvrđeni za svaki prilaz i raskrsnicu u celini, na osnovu tabele 1. utvrđujemo nivo usluge.

4. ISTRAŽIVANJE KARAKTERISTIKA SAOBRAĆAJNOG TOKA BROJANJEM SAOBRAĆAJA NA R_1 I R_2

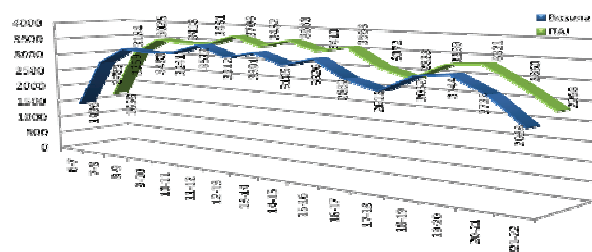
Utvrđivanje saobraćajnog opterećenja vrši se brojanjem saobraćaja na pomenutim raskrsnicama da bi se daljom obradom podataka dobili podaci za merodavna saobraćajna opterećenja.

Brojanje je vršeno 19. maja 2009. godine na 2 od 5 posmatranih raskrsnica, jer je utvrđeno da 3 nesignalisane trokake raskrsnice (Jevrejska – Vase Pelagića, Jevrejska – Gajeva, Jevrejska – Šafarikova), nemaju značajniji uticaj na intezitet i strukturu saobraćajnih tokova na glavnoj saobraćajnici. Brojanje je vršeno u periodu od 6h pa do 22h. Evidentiranje je vršeno po petnaestominutnim intervalima, prema standardnoj strukturi kategorije vozila, tako da su dobijeni podaci koji su prikazani pomoću grafika i tabelarno, za svaku raskrsnicu, vremenske neravnomernosti tokova, kao i struktura saobraćajnog toka.



Grafik 1. Časovna distribucija protoka na raskrsnici R_1

Sa grafika 1. se može uočiti da se najveći broj vozila javlja u popodnevnom periodu nezavisno od početka i završetka radnog vremena.



Grafik 2. Časovna distribucija protoka na raskrsnici R_2

Sa grafika 2. takođe se uočava da se najveći broj vozila javlja u popodnevnom periodu u terminu od 11:00h do 12:00h, nezavisno od početka i završetka radnog vremena velikog broja predizeća u gradu.

5. ANALIZA USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA

Proračun zasićenog toka kao i analiza kapaciteta i nivoa usluge izvršena je prema metodologiji HCM- 2000 i istim principima kao i kod analiza izvršenih za postojeće stanje. Proračun zasićenih tokova na signalisanim raskrsnicama po metodologiji HCM- 2000 se vrši za svaku grupu traka i za svaki prilaz posebno. Proračun se takođe vrši u različitim vremenskim intervalima, jer zasićen tok, po ovoj metodologiji, zavisi od vremenske raspodele korišćenja površinske raskrsnice.

Za proračun kapaciteta signalisanih raskrsnica koriste se podaci dobijeni u prethodnom koraku. Dakle, nakon proračuna zasićenog toka pristupa se sledećem koraku, pri čemu se dobijaju glavni pokazatelji uslova koji vladaju na određenoj deonici.

Proračunom vremenskih gubitaka po vozilu koje je na ulaznom grlu raskrsnice, i sa vremenskim gubicima ekvivalentnog nivoa usluge za svaku raskrsnicu dobijamo tačnu sliku o uspešnosti postojećeg režima regulisanja saobraćaja.

Tabela 2. Proračun nivoa usluge na raskrsnici R_1 u popodnevnom vršnom času

Prilaz	Namena trake	Vremenski gubici (s)			Nivo usluge		
		traka	prilaz	raskr	traka	prilaz	raskr
1	levo	168.9	68.4	60.6	F	E	E
	pravo	37.7			D		
	desno	3.7			A		
2	levo	92.0	58.7		F	E	
	pravo	57.6			E		
	desno	2.4			A		
3	levo	74.1	45.1		E	D	
	pravo	40.6			D		
	desno	3.5			A		
4	levo	68.0	74.0		E	E	
	pravo	89.3			F		
	desno	2.3			A		

U popodnevnom vršnom periodu na raskrsnici R_1 uočava se da najopterećeniji prilaz je prilaz 4 sa nivoom usluge E, dok se na prilazu 1 i 2 javljaju manji vremenski gubici sa nivoom usluge E, na prilazu 3 je nivo usluge D. Ukupni vremenski gubici na raskrsnici ulica Jevrejske – Futoške – Bulevara Oslobođenja (R_1) su 60.60 sekundi, što ogovara nivou usluge E.

Tabela 3. Proračun nivoa usluge na raskrsnici R_2 u popodnevnom vršnom času

Prilaz	Namena trake	Vremenski gubici (s)			Nivo usluge		
		traka	prilaz	raskr	traka	prilaz	raskr
1	pravo	53.5	46.2	45.1	D	D	D
	desno	11.7			B		
3	levo	51.4	50.9		D	D	
	pravo	50.3			D		
4	levo	56.5	34.5		E	C	
	desno	0.1			A		

U popodnevnom vršnom periodu na raskrsnici R_2 uočava se da je najopterećeniji prilaz 3 sa nivoom usluge D, dok se na prilazu 1 javljaju manji vremenski gubici sa nivoom usluge D, na prilazu 4 je nivo usluge C. Ukupni vremenski gubici na raskrsnici ulica Jevrejske – Uspenske – Bulevara Mihajla Pupina (R_2) su 45.10 sekundi, što ogovara nivou usluge D.

Sa postojećim režimom saobraćaja kao i sa postojećim saobraćajnim opterećenjem raskrsnica predstavlja problematičnu tačku. Uočena su kritična mesta, te na osnovu urađenih proračuna mogu se definisati i mere koje bi dovele do boljih uslova odvijanja saobraćaja.

6. PREDLOG REŠENJA PROBLEMA ZA JEVREJSKU ULICU I EFEKTI MERA

Nakon izvršenih proračuna kapaciteta i nivoa usluge, dobijaju se podaci pri čemu se mogu lakše sagledati problematična mesta i, pronaći mere koje će otkloniti ili bar ublažiti postojeće nedostatke u funkcionisanju gradske saobraćajnice.

Uopšteno gledano, identifikacioni problemi mogu se rešavati na tri načina i to:

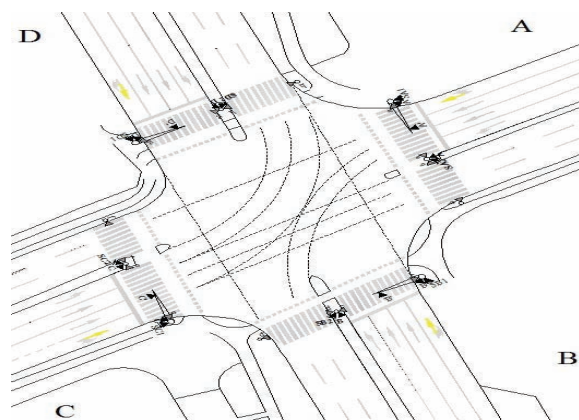
adekvatnijim načinom regulisanja saobraćaja svetlosnom signalizacijom (dužina ciklusa, fazna raspodela, koordinacija....);

rekonstrukcijom prilaza (proširenje prilaza, promena namene saobraćajnih traka...) i uz pomoć

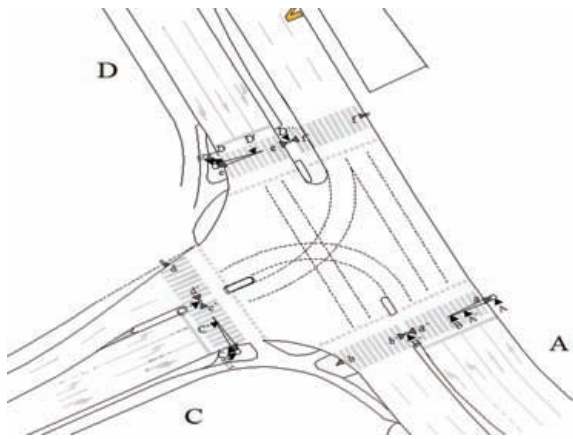
regulativnih mera (zabrana saobraćaja određenoj kategoriji vozila, zabrana pojedinih pravaca kretanja...).

Predlog mera će se sastojati u podešavanju vremenskih pomaka početka paljenja zelenog svetla na signalima posmatranih raskrsnica, u zavisnosti od saobraćajnog toka.

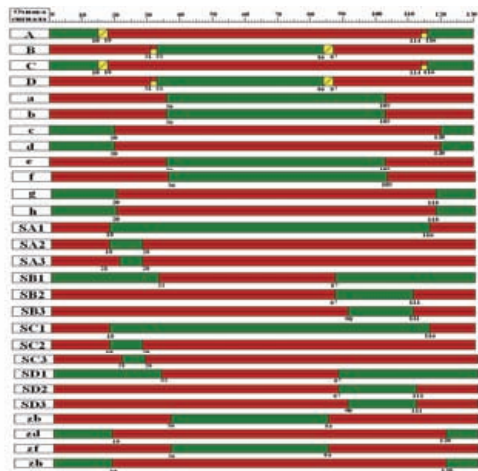
Prema tome, usvojena je trenutna, odnosno važeća dužina ciklusa od 130 sekundi, na obe raskrsnice, i izvršena je fazna podela. Nakon preduzetih mera dobijeni su novi rezultati za kapacitet i nivo usluge.



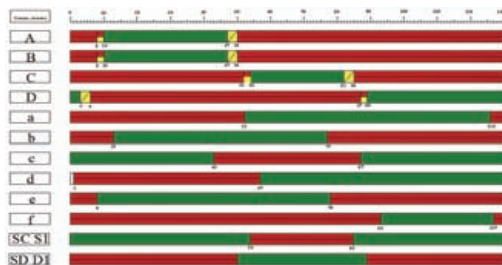
Slika 1. Dispozicija svetlosnih signala za raskrsnicu Jevrejske – Futoške – Bulevara Oslobođenja (R_1)



Slika 2. Dispozicija svetlosnih signala za raskrsnicu ulica Jevrejske – Uspenske – Bulevara Mihajla Pupina (R_2)



Slika 3. Novoprojektovani plan tempiranja za raskrsnicu R_1



Slika 4. Novoprojektovani plan tempiranja za raskrsnicu R_2

Tabela 4. Vremenski gubici i nivo usluge za raskrsnicu R_1 , novoprojektovano stanje za popodnevni vršni čas

Prilaz	Namena trake	Vremenski gubici (s)			Nivo usluge		
		traka	prilaz	raskr	traka	prilaz	raskr
1	levo	164.8	68.0	60.4	F	E	E
	pravo	38.7			D		
	desno	3.8			A		
2	levo	91.2	58.4		F	E	
	pravo	57.4			E		
	desno	2.4			A		
3	levo	72.8	45.8		E	D	
	pravo	41.9			D		
	desno	3.6			A		
4	levo	67.3	73.0		E	E	
	pravo	88.0			F		
	desno	2.3			A		

Tabela 5. Vremenski gubici i nivo usluge za raskrsnicu R_2 , novoprojektovano stanje za popodnevni vršni čas

Prilaz	Namena trake	Vremenski gubici (s)			Nivo usluge		
		traka	prilaz	raskr	traka	prilaz	raskr
1	pravo	51.5	44.6	44.8	D	D	D
	desno	11.9			B		
3	levo	50.8	50.3		D	D	
	pravo	49.7			D		
4	levo	59.1	36.10		E	D	
	desno	0.10			A		

Tabele 4. i 5. pokazuju da se nakon izvršenih izmena na raskrsnicama dobijaju zanemarljive uštede vremena od 0.20 sekunde za popodnevni vršni period na raskrsnici R_1 i 0.30 sekunde za popodnevni vršni period na raskrsnici R_2 .

Vidimo da drastična odstupanja u vrednosti vremenski gubitaka nisu dobijena i da nisu dovela do poboljšanja nivoa usluga.

7. ZAKLJUČAK

U okviru ovog rada analizirani su uslovi odvijanja saobraćaja u Jevrejskoj ulici i predložena rešenja za poboljšanje uslova odvijanja saobraćaja. Realizacijom predloženih rešenja regulisanja saobraćaja u Jevrejskoj ulici ostvarili bi se poboljšani uslovi odvijanja saobraćaja. U slučaju daljih povećanja zahteva za protokom na ovoj ulici moraju se preduzeti rekonstruktivne mere u cilju povećanja kapacitivnosti ove ulice. Trajno rešavanje problema u ovoj ulici koja je jedna od najznačajnijih koridora nije moguće bez izmena u potpunom saobraćajnom sistemu Novog Sada.

8. LITERATURA

- [1] Ljubiša Kuzović, Vuk Bogdanović: „Teorija saobraćajnog toka“, FTN, Novi Sad, 2004.
- [2] Đorđević Tihomir: „Regulisanje saobraćajnih tokova svetlosnom signalizacijom“, Institut za puteve, Beograd, 2005.
- [3] Highway Capacity Manual HCM-2000, Signalized Intersections, Washinton D.C., 2000.

Kratka biografija:



Jelena Radojčić rođena je u Loznici 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Projektovanje sistema za regulisanje i upravljanje saobraćajem, odbranila je 2009.god.

Vuk Bogdanović rođen je u Sremskoj Mitrovici 1966. godine. Zaposlen je na Departmanu za saobraćaj, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Trenutno u zvanju docenta na Katedri za saobraćajne sisteme.

ANALIZA USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA BULEVARU OSLOBOĐENJA U NOVOM SADU OD ULICE MAKSIMA GORKOG DO ULICE NOVOSADSKOG SAJMA

ANALYSIS OF TRAFFIC CONDITIONS ON THE LIBERATION BOULEVARD IN NOVI SAD FROM MAKSIMA GORKOG STREET UP TO NOVOSADSKOG SAJMA STREET

Željka Davidović, Vuk Bogdanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu analizirani su uslovi odvijanja saobraćaja na Bulevaru Oslobođenja u Novom Sadu od ulice Maksima Gorkog do ulice Novosadskog Sajma. Na ovom delu Bulevara Oslobođenja izvršena su istraživanja karakteristika saobraćajnog toka i utvrđeni parametri na osnovu kojih su prema metodologiji HCM–2000 utvrđen nivo usluge i definisane kritične tačke. Nakon toga, dat je predlog mera za poboljšanje nivoa usluge i analizirani su efekti njihovog sprovođenja.

Ključne reči: saobraćajni tok, uslovi odvijanja saobraćaja, nivo usluge

Abstract –Traffic conditions on the Liberation Boulevard in Novi Sad from Maksima Gorkog Street up to Novosadskog Sajma Street are analyzed in this paper. In this part of Liberation Boulevard characteristics of traffic flow are analyzed and established a parameters to define level of service and defined critical points with HCM-2000 methodology. After that, suggestion for improvement level of service is given and effects of its conduction are analyzed.

Key words: traffic flow, traffic conditions, level of service

1. UVOD

Na razvoj saobraćajnog sistema Novog Sada tokom proteklih godina uticao je niz faktora. Struktura grada, koja je pretrpela izmene, kao i povećan stepen motorizacije doveli su do povećanja zahteva za kretanjem, što dodatno opterećuje putnu i uličnu mrežu grada. Međutim, visoka koncentracija i porast broja zahteva za saobraćajem dovode do velikih problema u određenim sferama gradskog života. U takvim uslovima nije jednostavno ostvariti prostorni i funkcionalni sklad urbanog sistema. Po meri zahteva saobraćajnih tokova potrebno je izabrati optimalna rešenja u planiranju, projektovanju i samoj eksploataciji mreže drumskih saobraćajnica u gradu. Najvažnija saobraćajnica Novog Sada jeste Bulevar Oslobođenja. U okviru ovog rada biće ispitani uslovi odvijanja saobraćaja na njoj i to na potezu od ulice Maksima Gorkog do ulice Novosadskog Sajma. Nakon analize uslova odvijanja saobraćaja, utvrđivanja nivoa usluge, kao i identifikacije kritičnih tačaka na ovoj deonici, biće definisana konkretna rešenja poboljšanja nivoa usluge.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio Doc. dr Vuk Bogdanović.

2. POLOŽAJ PUTNOG PRAVCA I NJEGOVE PROSTORNE KARAKTERISTIKE

Mreža primarnih i sekundarnih gradskih saobraćajnica neposredno je povezana sa lokalnim, regionalnim i magistralnim putevima, pri čemu kapacitet mreže i njen prostorni razmeštaj odgovaraju zahtevima grada. Glavna gradska saobraćajnica je Bulevar Oslobođenja, koja tangira centralnu gradsku zonu. Na ovoj saobraćajnici vlada veliko saobraćajno opterećenje u toku celog dana, svim danima u sedmici. Bulevar Oslobođenja ima 7 signalisanih raskrsnica. U ovom radu biće analizirane sledeće raskrsnice :

1. Bulevar Oslobođenja – Ulica Maksima Gorkog – Ulica Braće Ribnikar(R1)¹;
2. Bulevar Oslobođenja – Ulica Petra Drapšina;
3. Bulevar Oslobođenja – Ulica Laze Kostića;
4. Bulevar Oslobođenja – Jevrejska ulica – Futoška ulica (R2);
5. Bulevar Oslobođenja – Ćirpanova ulica;
6. Bulevar Oslobođenja – Ulica Novosadskog Sajma – Ulica Pap Pavla (R3).

Bulevar Oslobođenja se sastoji od dve kolovozne trake, po jedna za svaki smer kretanja. Kolovozne trake u oba smera se sastoje od tri saobraćajne trake. Na prilazima pojedinim raskrsnicama, na kojima postoje intezivna leva skretanja, izvršeno je proširenje kolovoza za širinu jedne saobraćajne trake.

Raskrsnice R1, R2 i R3 spadaju u grupu klasičnih četvorokrakih raskrsnica pravilnog geometrijskog oblika sa četiri ulivno–izlivna pravca. Regulisanje korišćenja zajedničke površine raskrsnice, kao i tokova pešačkog i biciklističkog saobraćaja izvršeno je svetlosnom signalizacijom. Na svim prilazima postoje izdvojene pešačke i biciklističke staze (sem prilaza 2 raskrsnice R3, gde ne postoji izdvojena biciklistička staza). Takođe, na svim izlivnim grlima pomenutih raskrsnica nalaze se autobuska stajališta (sem izlivnog grla 4, raskrsnice R1 i izlivnog grla 2, raskrsnice R3). Nijedno od autobuskih stajališta nije posebno izgrađeno, već se za zaustavljanje vozila javnog gradskog putničkog prevoza koristi površina krajnje desne saobraćajne trake.

3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA NA POSMATRANOM POTEZU BULEVARA OSLOBOĐENJA

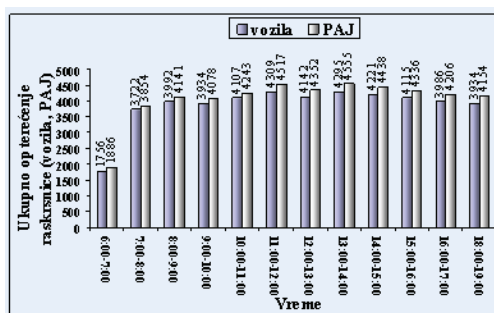
Da bi se izvršila analiza postojećih uslova odvijanja saobraćaja na posmatranom potezu izvršeno je brojanje saobraćaja na raskrsnicama, koje su predmet razmatranja.

¹ Interna oznaka raskrsnice koja će biti korišćena u daljem tekstu.

Brojanje je vršeno 19.05.2009.godine (utorak) od 06:00 sati do 22:00 sata po petnaestominutnim intervalima. Brojanje pešaka nije vršeno. Sva brojanja su vršena nezavisno za svako ulivno grlo raskrsnice po smerovima kretanja.

3.1. Rezultati brojanja saobraćaja na raskrsnici Bulevar Oslobođenja-Maksima Gorkog-Ulica Braće Ribnikar (R1)

Nakon sprovedenog brojanja saobraćaja izvršena je analiza podataka i na osnovu njih je dobijen grafik ukupnog opterećenja raskrsnice po satnim intervalima.

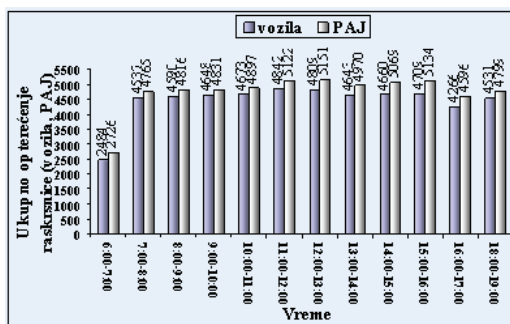


Grafik 1. Ukupno saobraćajno opterećenje raskrsnice R1

Kao što se može videti sa grafika 1 na ovoj raskrsnici tokom čitavog dana vladaju velika saobraćajna opterećenja. U daljoj analizi vršiće se obrada dole navedenih satnih intervala, koja najbolje oslikavaju jutarnje, podnevno i večernje opterećenje raskrsnice. Taj princip biće primenjen i na preostale dve raskrsnice. Izmerena vršna opterećenja su :

- jutarnje od 8:00 do 9:00 sati;
- podnevno od 13:00 do 14:00 sati;
- večernje od 18:00 do 19:00 sati.

3.2. Rezultati brojanja saobraćaja na raskrsnici Bulevar Oslobođenja-Jevrejska ulica-Futoška ulica (R2)



Grafik 2. Ukupno saobraćajno opterećenje raskrsnice R2

Izmerena vršna opterećenja su :

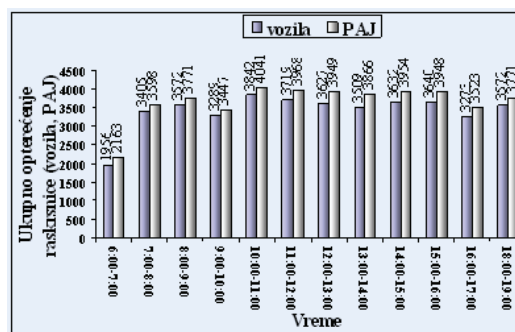
- jutarnje od 7:00 do 8:00 sati;
- podnevno od 12:00 do 13:00 sati;
- večernje od 18:00 do 19:00 sati.

2.3. Rezultati brojanja saobraćaja na raskrsnici Bulevar Oslobođenja-Pap Pavla-Ulica Novosadskog Sajma (R3)

Izmerena vršna opterećenja su :

- jutarnje od 08:00 do 09:00 sati;

- podnevno od 11:00 do 12:00 sati;
- večernje od 18:00 do 19:00 sati.



Grafik 3. Ukupno saobraćajno opterećenje raskrsnice R3

3. PRORAČUN PARAMETARA SAOBRAĆAJNOG TOKA²

Proračun zasićenog toka na signalisanim raskrsnicama u ovom radu vršen je po metodologiji "HCM-2000" prema sledećoj formuli :

$$S = S_0 \cdot N f_W \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_{bb} \cdot f_a \cdot f_{LU} \cdot f_{LT} \cdot f_{RT} \cdot f_{Lpb} \cdot f_{Rpb} \quad (1)$$

gde je:

S -zasićen tok; S_0 -osnovni zasićen tok; N -broj saobraćajnih traka u grupi traka; f_W -korekcionni faktor za širinu saobraćajne trake; f_{HV} -korekcionni faktor za teška vozila; f_g -korekcionni faktor uticaja uzdužnog nagiba; f_p -korekcionni faktor koji uzima u obzir uticaj parkiranja; f_{bb} -korekcionni faktor koji uzima u obzir zaustavljanje lokalnih autobusa; f_a -korekcionni faktor za tip područja; f_{LU} -korekcionni faktor za širinu trake; f_{LT} -korekcionni faktor za leva skretanja; f_{RT} -korekcionni faktor za desna skretanja.

Proračun kapaciteta vršen je na osnovu formule:

$$c_i = s_i \frac{g_i}{C} \quad (2)$$

gde je :

C_i -kapacitet grupe traka i (voz/čas); S_i -zasićen tok za grupu traka i (voz/čas); $\frac{g_i}{C}$ -odnos efektivnog zelenog

vremena za grupu traka i .

Proračun vremenskih gubitaka i nivoa usluge računa se prema sledećoj relaciji:

$$d = d_1 + PF + d_2 + d_3 \quad (3)$$

gde je :

d -ukupni vremenski gubici (s); d_1 -uniformni vremenski gubici(s); PF -faktor uticaja progresije; d_2 -dodatni vremenski gubici usled slučajnog dolaska vozila na raskrsnicu (s); d_3 -gubici usled reda čekanja (s).

² Highway Capacity Manual HCM - 2000, Signalized Intersections, Washinton D.C. , 2000.

Tabela 1. Vremenski gubici i nivo usluge za raskrsnicu R1 za podnevno vršno opterećenje

Prilaz	Namena traka	Vremenski gubici (s)			Nivo usluge		
		traka	prilaz	raskrsnica	traka	prilaz	raskrsnica
1	L	313	300.9	135.7	C	F	F
	L, P				F		
	P	407.9			A		
	D	1.2					
2	L	295.8	150.9		F	F	
	L, P				F		
	P	100.8			A		
	D	0.6					
3	L	23.7	14.8		C	B	
	L, P				B		
	P	14.1			A		
	D	1.1					
4	L	32.0	21.3		C	C	
	L, P				C		
	P	23.9			A		
	D	0.2					

Tabela 2. Vremenski gubici i nivo usluge za raskrsnicu R2 za podnevno vršno opterećenje

Prilaz	Namena traka	Vremenski gubici (s)			Nivo usluge		
		traka	prilaz	raskrsnica	traka	prilaz	raskrsnica
1	L	170.4	69.2	61.1	F	E	E
	P	37.8			D		
	D	3.5			A		
2	L	92.1	59.4		F	E	
	P	57.7			E		
	D	2.3			A		
3	L	61.5	42.3		E	D	
	P	40.8			D		
	D	3.6			A		
4	L	68	78.8		E	E	
	P	95.3			F		
	D	2.3			A		

Tabela 3. Vremenski gubici i nivo usluge za raskrsnicu R3

Prilaz	Namena trake	Vremenski gubici (s)			Nivo usluge		
		traka	prilaz	raskrsnica	traka	prilaz	raskrsnica
1	L	384.9	147.3	147.3	F	F	F
	P	141.6			F		
	D	13.9			B		
2	L	978.8	602.9		F	F	
	P	45.8			D		
	D	0			A		
3	L	34.2	16.4		C	E	
	P	11.7			B		
	D	0			A		
4	L,P	179.6	90.9		F	F	
	D	0.1			A		

4. PREDLOG MERA ZA POBOLJŠANJE USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA ANALIZIRANIM RASKRSNICAMA

Na osnovu analize: kapaciteta, vremenskih gubitaka i nivoa usluge mogu se predložiti rešenja koja će poboljšati uslove odvijanja saobraćaja na njima. Uočene probleme možemo rešavati na neki od sledećih načina. Prvi način su promene u regulisanju saobraćaja svetlosnom signalizacijom. Drugi način su promene u samoj geometriji raskrsnice (rekonstrukcije prilaza). Treći način se sastoji od primene regulativnih mera.

Imajući u vidu postojeće stanje i uslove odvijanja saobraćaja na analiziranim raskrsnicama broj realno izvodljivih rešenja se znatno smanjuje. Rešenja postojećih problema u ovom radu će se potražiti u promeni načina rada svetlosne signalizacije.

S obzirom na velika saobraćajna opterećenja koja vladaju na posmatranim raskrsnicama i činjenicu da na svim ostalim raskrsnicama duž Bulevara Oslobođenja ciklus traje 130 s, dužina ciklusa nije menjana.

Optimalna fazna podela ciklusa računa se po Websterovom obrascu uz pomoć sledeće relacije:

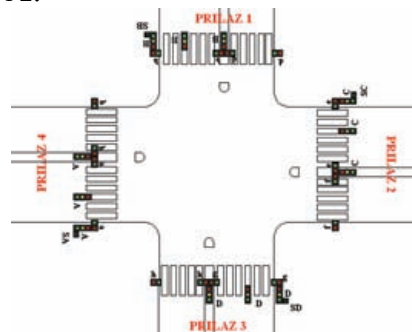
$$z_1 = \frac{y_1 \cdot (C_0 - L)}{Y} \quad (4)$$

$$z_2 = \frac{y_2 \cdot (C_0 - L)}{Y}$$

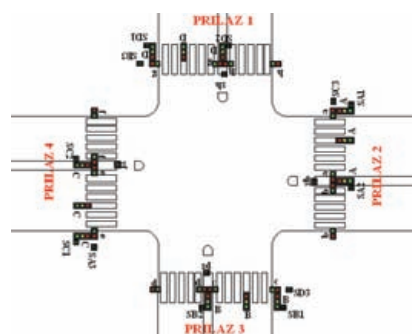
gde je:

z_1 и z_2 - zeleni interval za fazu 1 i fazu 2;

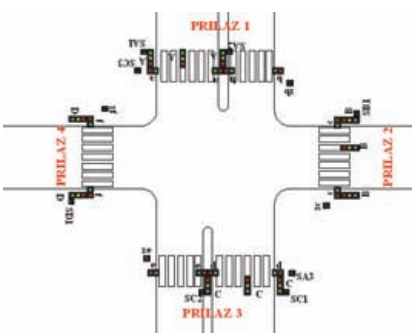
y_1 и y_2 - merodavni koeficijent iskorišćenja kapaciteta za faze 1 i 2.



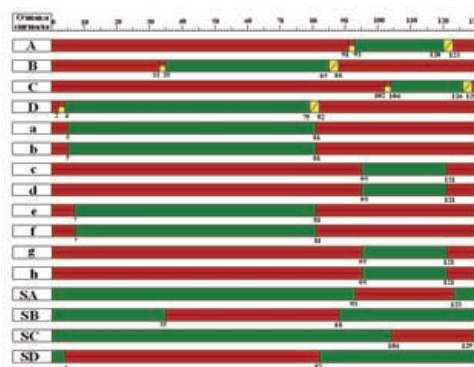
Slika 1. Dispozicija svetlosnih signala za raskrsnicu R1



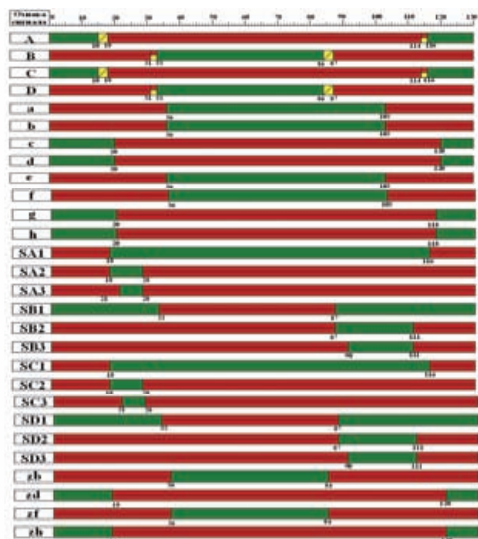
Slika 2. Dispozicija svetlosnih signala za raskrsnicu R2



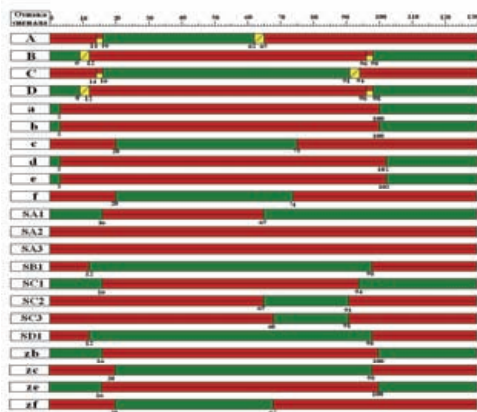
Slika 3. Dispozicija svetlosnih signala za raskrsnicu R3



Slika 4. Novoprojektovani plan tempiranja za raskrsnicu R1



Slika 5. Novoprojektovani plan tempiranja za raskrsnicu R2



Slika 6. Novoprojektovani plan tempiranja za raskrsnicu R3

Efekti predloženih rešenja za raskrsnicu R1 dovode do poboljšanja nivoa usluge sa F na E, dok su vremenski gubici smanjeni sa 135.7 na 59.5 s.

Za raskrsnicu R2 ne dolazi do velikih poboljšanja. Vremenski gubici su smanjeni sa 61.1 s na 58.5 s, mada nivo usluge ostaje nepromenjen.

Za raskrsnicu R3 nivo usluge je poboljšao sa F na D, dok su vremenski gubici smanjeni sa 115.5 s na 53.6 s.

Tabela 4. Vremenski gubici i nivo usluge za raskrsnicu R1, novoprojektovano stanje

Prilaz	Namena traka	Vremenski gubici (s)			Nivo usluge		
		traka	prilaz	raskrsnica	traka	prilaz	raskrsnica
1	L	3.0	37.4	59.5	A	D	E
	L, P				D		
	P	51.0			A		
	D	0.6					
2	L	270.3	142.0		F	F	
	L, P				F		
	P	100.8			A		
	D	0.3					
3	L	141.7	44.3		F	D	
	P	26.8			C		
	D	2.6			A		
4	L	77.1	37.2		E	D	
	P	32.5			C		
	D	0			A		

Tabela 5. Vremenski gubici i nivo usluge za raskrsnicu R2, novoprojektovano stanje

Prilaz	Namena traka	Vremenski gubici (s)			Nivo usluge					
		traka	prilaz	raskrsnica	traka	prilaz	raskrsnica			
1	L	128.8	62.7	58.5	F	E	E			
	P	44.5			D					
	D	4.3			A					
2	L	142.7	69.6		F	E		E		
	P	50.0			D					
	D	1.5			A					
3	L	56.6	48.2		E	D			E	
	P	49.8			D					
	D	4.3			A					
4	L	73.1	58.3		E	E				E
	P	62.8			E					
	D	1.5			A					

Tabela 6. Vremenski gubici i nivo usluge za raskrsnicu R3, novoprojektovano stanje

Prilaz	Namena trake	Vremenski gubici (s)			Nivo ushage		
		traka	prilaz	raskrsnica	traka	prilaz	raskrsnica
1	L	380	73.0	53.6	F	E	D
	P	56			E		
	D	4.8			A		
2	L	100.1	71.9		F	E	
	P	33.5			C		
	D	0			A		
3	L	126.1	44.9		F	D	
	P	20.9			C		
	D	0			A		
4	L, P	56.6	28.7		E	C	
	D	0.1			A		

5. ZAKLJUČAK

Analizom rezultata istraživanja zaključeno je da na Bulevaru Oslobođenja postoje veoma visoki zahtevi za protokom duž cele trase i tokom čitavog dana. U narednom periodu može se očekivati dalji porast zahteva za saobraćajem do potpunog zasićenja. Mere koje su predložene u okviru ovog rada doprinose poboljšanju nivoa usluge u okviru izmerenog opterećenja. Međutim, za trajno rešavanje problema neophodno je povećati kapacitet duž čitavog buleva ili izgradnjom alternativnih saobraćajnica izvršiti izmenu režima saobraćaja i smanjiti zahteve za protokom.

6. LITERATURA

- [1] Ljubiša Kuzović, Vuk Bogdanović: „Teorija saobraćajnog toka“, FTN, Novi Sad, 2004.
- [2] Đorđević Tihomir, „Regulisanje saobraćajnih tokova svetlosnom signalizacijom“, Institut za puteve, Beograd, 2005.
- [3] Highway Capacity Manual HCM-2000, Signalized Intersections, Washinton D.C., 2000.
- [4] Ljubiša Kuzović: „Kapacitet i nivo usluge drumskih saobraćajnica“, Beograd, 2000.

Kratka biografija:



Željka Davidović rođena je u Foči 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja-Projektovanje sistema za regulisanje i upravljanje saobraćajem, odbranila je 2009.god.

Vuk Bogdanović rođen je u Sremskoj Mitrovici 1966. godine. Zaposlen je na Departmanu za saobraćaj, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Trenutno u zvanju docenta na Katedri za saobraćajne sisteme.

IMPLEMENTACIJA SISTEMA ZA AUTOMATSKO RAZVRSTAVANJE PAKETSKIH POŠILJAKA U GPC-u 21200 NOVI SAD**IMPLEMENTATION OF SYSTEM FOR AUTOMATIC PARCELS ASORTMENT IN THE MPC 21200 NOVI SAD**Dušan Radaković, Obrad Peković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – U radu je ukazano na značaj uvođenja sistema za automatsko razvrstavanje paketskih pošiljaka u Glavnom poštanskom centru (GPC) 21200 Novi Sad, a ukratko su prikazane i karakteristike mašina koje se u svetu najčešće koriste za njihovo razvrstavanje. Pored toga, opisan je i način funkcionisanja mašine za razvrstavanje paketskih pošiljaka, zasnovan na primeni poštanskog adresnog kôda (PAK-a).

Abstract : In this paper we put the stress on significance of implementing the systems for automatic parcels assortment in the Main Post Center (MPC) 21200 Novi Sad. Properties of machines which are in the most use for parcel assortment are shown. Also, we describe the way machine for parcels packages assortment works, based on post address code (PAC).

Ključne reči: automatizacija, mašina za razvrstavanje paketskih pošiljaka, poštanski adresni kod.

1. UVOD

Poštanske uprave širom sveta sve više i više unapređuju svoja poslovanja, zahvaljujući uvođenju savremene automatizacije u svaki proces rada. Tako i pred Poštom Srbije predstoji ovaj izazovni projekat, koji je potrebno dobro osmisliti i što pre realizovati. S tim u vezi, Pošta Srbije je sprovedla postupak javnog poziva za realizaciju projekta „Automatizacija tehnoloških procesa prerade poštanskih pošiljaka na teritoriji Republike Srbije, izgradnja Glavnih poštanskih centara Beograd i Novi Sad i rekonstrukcija Glavnog poštanskog centra Niš po sistemu „ključ u ruke“, a sve u cilju poboljšanja kvaliteta poštanskih usluga i transformacije Pošte Srbije u savremenog pružaoca što kvalitetnijih poštanskih usluga“.

2. AUTOMATIZACIJA PRERADE PAKETSKIH POŠILJAKA U GPC-u 21200 NOVI SAD

GPC 21200 Novi Sad je jedini glavni poštanski centar u Vojvodini i drugi po veličin prometa poštanskih pošiljaka u Srbiji, s tim da su stalan rast broja poštanskih pošiljaka, rasprostranjenost poštanske mreže i sve strožiji zahtevi korisnika vezano za kvalitet poštanskih usluga, samo jedan od bitnijih razloga zašto on nastoji da uvede automatizovane procese prerade poštanskih pošiljaka. Drugim rečima, implementacijom sistema za automatsko razvrstavanje paketskih pošiljaka, GPC Novi Sad treba da

organizuje preradu ovih pošiljaka za sve poštanske centre (PC) na teritoriji Vojvodine, koja bi išla do nivoa dostavnih teritorija, odnosno do nivoa ulica za svaku poštu. S druge strane, ceo automatizovani proces prerade paketskih pošiljaka biće standardizovan i usaglašen sa međunarodnim poštanskim saobraćajem, a zahvaljujući smanjenju troškova eksploatacije i racionalnijem korišćenju raspoloživih resursa, stvorice se i uslovi za neke nove usluge, kao što su direktna i hibridna pošta.

2.1. Tehnološki procesi mehanizovane i automatizovane prerade paketa

Postrojenja za preradu paketa po pravilu su zasebne funkcionalne celine poštanskih centara u kojima se sprovode određene, potrebne operacije procesa rada. Zasebna savremena postrojenja za preradu paketa potpuno su mehanizovana i delimično ili potpuno automatizovana. To znači mehanizovano i automatizovano se sprovode sve tehnološke operacije prerade paketa.

Tehnološki proces prerade paketa ostvaruje se kroz više faza:

- istovar paketa iz transportnih sredstava prispeća, na ulazu,
- transport paketa do mesta za razvrstavanje paketa ili do mesta za skladištenje paketa,
- razvrstavanje paketa u tranzitu,
- prerada paketa adresiranih na sam poštanski centar,
- skladištenje i utovar paketa u transportna sredstva spoljnog transporta, na izlazu.

Istovar i prebacivanje paketa iz vozila vrši se manu-elno, koji se zatim pretovaraju na mobilni trakasti transporter. Pojedinačni paketi, koji neukrupnjeni stižu u poštanski centar, ako lokacija i građevinska situacija objekta i utovarno-istovarne platforme omogućavaju, manuelno se stavljaju u ulazne levkove (otvore), koji su ugrađeni na prednjoj površini platforme, u zoni opsluživanja transportnih sredstava. Iz ulaznih levkova paketi se kliznicama spuštaju dejstvom sile gravitacije na transportnu opremu ulazne stanice za preradu paketa. Skladištenje paketa pri dopremi, ako ne idu odmah na razvrstavanje, izvodi se na pločastom kružnom „karusel“ transporteru ili na taktom trakastom transporteru.

Razvrstavanje odnosno sortiranje u koncentraciji ili difuziji predstavlja glavnu fazu proizvodnog procesa, koji sačinjava niz radnih operacija. Prva operacija jeste kodiranje paketa. Inače, kodiranju prethodi, ako to nije ranije urađeno pri istovaru iz sredstava spoljnog transporta, postavljanje ili zaokretanje pošiljke (paketa) u položaj sa vidnom adresom, tj. da je adresna strana okrenuta nagore. Paketi se redom postavljaju pred sistem za razvrstavanje,

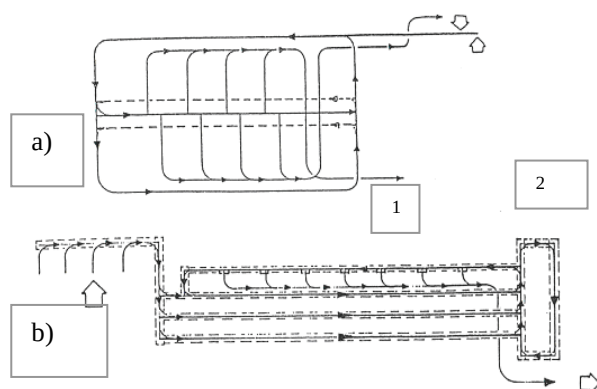
NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz diplomskog - master rada Dušana Radakovića. Mentor je bio dr Obrad Peković, vanredni profesor.

a operator im kodiranjem nanosi (bar) kod, označen adresom, koji odgovara željenom cilju. Samo razvrstavanje, kao faza proizvodnog procesa može biti sprovedeno na dva načina (Sl. 1), i to kao:

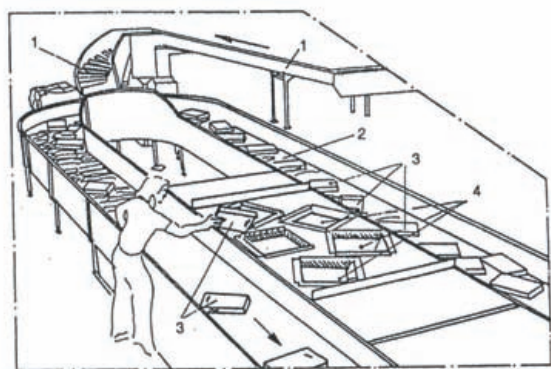
- primarno razvrstavanje ili/i
- primarno i sekundarno razvrstavanje.

Primarno razvrstavanje podrazumeva da je razvrstavanje izvedeno samo u jednoj fazi. Tada svakoj skretnici, odnosno svakom izlazu, odgovara samo jedan pravac daljeg kretanja paketa.



Sl. 1. Tehnološki tokovi procesa kontinualnih sistema prerađivanja: a) proces sa primarnim razvrstavanjem; b) proces sa primarnim (1) i sekundarnim razvrstavanjem (2)

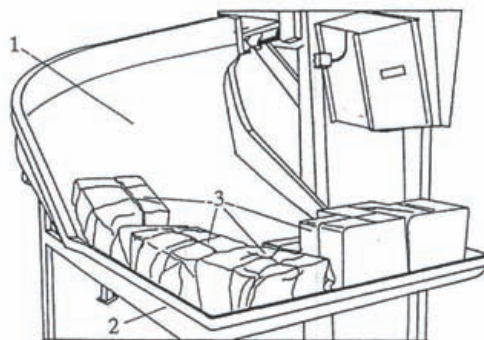
Ako je razvrstavanje sprovedeno kroz primarno i sekundarno, onda se sekundarno razvrstavanje izvodi manuelno. Tada se uz glavni tok procesa, koji odgovara primarnom razvrstavanju, formira manji kružni tok od nerazvrstanih paketa (Sl. 1.b). Radnik uzima nailazeći paket, čita njegovu adresu i stavlja ga u kolica, kontejner, vreću ili pregradak, koji imaju oznaku odredišta paketa. Ova sredstva su raspoređena oko ili unutar sistema za sekundarno razvrstavanje (Sl. 2.).



Sl. 2. Karusel transportni sistem za sekundarno manuelno razvrstavanje: 1-dovodni transporter; 2-karusel (kružni) transporter; 3-paketi, svežnjevi; 4-otvori pojedinih odredišta

Način transporta razvrstanih paketa zavisi od upotrebljenih transportnih sredstava unutrašnjeg transporta u koji se paketi slažu na kraju procesa u fazi razvrstavanja.

Kod kliznica koje se završavaju proširenim horizontalnim ili blago kosim podestom sa bočnim stranicama u obliku korita (Sl. 3), razvrstani paketi se na njima zaustavljaju, nagomilavaju i duže ili kraće zadržavaju.



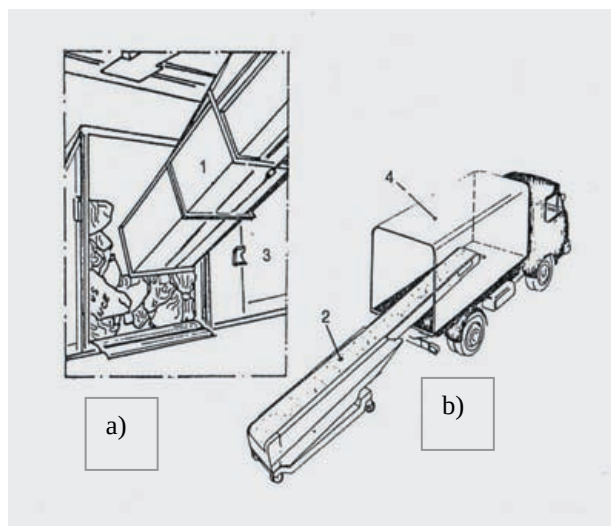
Sl. 3. Kliznica sa završetkom sa horizontalnim podestom - koritom i sa zadržavanjem paketa (posle usmeravanja a neposredno pre otpreme)

Prerađeni paketi utovaraju se u transportna sredstva spoljnog transporta kao:

- pojedinačni tereti ili
- u ukupnjenim transportno-manipulativnim jedinicama.

Pojedinačni paketi i paketske vreće utovaraju se mehanizovano: korišćenjem teleskopskih kliznica (Sl. 4.a) ili teleskopskih trakastih transportera (Sl. 4.b) promenljive visine, kao i drugih sistema za mehanizovani i automatizovani utovar.

Teleskopske kliznice i mobilni teleskopski trakasti transporteri prilagođavaju se nivou ulaznih otvora tovarnih prostora transportnih sredstava. Takođe imaju mogućnost delimičnog ili većeg ulaska u tovarni prostor.



Sl. 4. Utovar pojedinačnih paketa i vreća u transportna sredstva spoljnog transporta: a) korišćenjem teleskopske kliznice bočnim stranicama b) korišćenjem teleskopskog trakastog transportera (1-teleskopska kosa kliznica; 2-teleskopski mobilni trakasti transporter; 3-poštanski vagon; 4-autofugon)

2.2. Primena PAK-a u automatizovanim poštanskim sistemima

U cilju prevazilaženja nedostatka postojećeg pošta-nskog broja i adekvatne pripreme za prelazak na automatizovanu preradu poštanskih pošiljaka, Pošta Srbije je usvojila novo savremeno rešenje „Translacije adrese u adresni kôd“, koje podrazumeva jednoznačno određivanje koordinata adrese svakog fizičkog ili pravnog lica, čime će se zadovoljiti zahtevi korisnika u pogledu brzine, sigurnosti, pouzdanosti i troškova usluživanja [3]. Poštanski adresni kôd (PAK) je sastavljen od 12 numeričkih karaktera, i pomoću njega je pokrivena čitava teritorija Republike Srbije. PAK, zajedno sa dosadašnjim elementima adrese: ime i prezime, ulica, kućni broj i broj stana i naziv mesta, predstavlja najprecizniju odrednicu svake adrese u Srbiji. Pošta Srbije, prilikom šifrovanja svake adrese, planira upotrebu šest numeričkih karaktera koji bi omogućili preradu pismonosnih pošiljaka do nivoa ulica (Sl. 5).



Sl. 5. Poštanski adresni kôd

Prvi hijerarhijski nivo čini teritorija regiona, a može predstavljati jednu ili više opština. Uz pomoć ovog nivoa može se pokriti maksimalno 90 regija. **Drugi hijerarhijski nivo** podrazumeva dostavnu teritoriju koja se formira na osnovu područja jednog ili više dostavnih reona. U okviru jedne regije može postojati najviše 99 dostavnih teritorija. **Treći hijerarhijski nivo** je nivo ulica, deo ulice ili objekat, a **četvrti hijerarhijski nivo** predstavlja **kućni broj i broj stana** za koji će preradu vršiti dostavljači.

Pošta Srbije planira nabavku mašina za preradu pošiljaka koje će usmeravati i sortirati pošiljke upravo na osnovu PAK-a. Tako sortirane pošiljke odmah su spremne za dostavu čime se preskače faza ručnog sortiranja pošiljaka prilikom pripreme za dostavu, koja oduzima dosta vremena. Dnevno ažuriranje adresnih podataka vršiče se posredstvom poštoša i računarske mreže, dok će se informacije o željenom kôdu dobijati putem Interneta, Call centra ili u poštama.

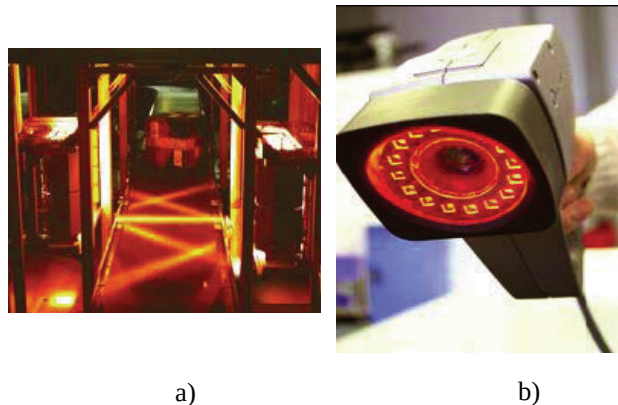
2.3. OCR sistemi u 3D okruženju

Kod sortiranja paketa OCR (Optical Character Recognition) sistem je suočen sa najmanje 6 strana u sve tri dimenzije, i to bez jasnih odrednica gde bi adresa mogla biti, što povećava šanse da će ljudska intervencija biti potrebna. Posebno je problematično u tom slučaju odrediti koja je od dve adrese pošiljaočeva a koja primaočeva. Da bi se to sprečilo OCR kamera, koja se koristi za prepoznavanje adresa sa paketa, mora posedovati:

- mehanizam autofokusa jer paketi mogu imati različite sve tri dimenzije – 5 takvih kamera i jedna sa fiksnim fokusom za čitanje sa donje strane paketa u sekuciji sa prelazom paketa između dva konvejera (Sl. 6. a),
- algoritam detekcije zone od interesa za čitanje, pošto se adresa može naći bilo gde na paketu,
- mogućnost čitanja u svim pravcima (360°),

- mogućnost procesiranja svih šest snimaka kompletnih strana paketa da bi se determinisala zona adrese.

Kako bi se povećao nivo automatizacije uvedeni su i mobilni odnosno ručni čitači za očitavanje adresa sa pošiljaka koje se usled svojih dimenzija ne mogu mašinski sortirati (Sl. 6.b).



Sl. 6. OCR kamere za skeniranje adrese: a) tunelsko čitanje sa paketa u pokretu b) ručni čitač

2.4. Specijalni konvejeri za razvrstavanje paketa

Za razvrstavanje poštanskih pošiljaka, posebno malih paketa, svežnjeva, vreća i paketa, koristi se nekoliko vrsta specijalnih konvejera, i to:

1. Konvejeri sa kolicima i „V“ nosačima, tzv. galebova krila, koriste se za razvrstavanje malih paketa, svežnjeva i vreća. Ovi konvejeri mogu imati sledeće tehničke karakteristike: dužina do 270 m, 221 kolica, brzina 45 m/min, 5 mesta za kodiranje (sa učinkom od 400 do 600 paketa/sat na jednom radnom mestu) i kapaciteta 36000 paketa za 18 sati rada.

2. Konvejeri sa pločama ili platformama su specijalno projektovani konvejeri sa lancem i zame-nljivim platformama kao nosećim elementima. Maksimalna brzina konvejera sa platformama je do 2 m/s, ali su češće brzine do 1 m/s i 1,4 m/s. Pri ovim brzinama i različitim konstrukcijskim dimenzijama pločaste trake odnosno veličinama platformi, postižu se različiti kapaciteti transportera od 5000 do 14000 paketa/sat. Standardne platforme najčešće imaju korak od 250, 500, 750 ili 1000 mm. Dužina platformi u pravcu linije konvejera su različite: 200, 375 ili 500 mm, sa širinama: 600, 700, 800 ili 1000 mm. Po-gonska (linijska) nosivost trake sa platformama dostiže 150 kg/m.

3. Konvejeri sa školjkastim pločama spadaju u grupu specijalnih pločastih konvejera sa kolicima za automatsko razvrstavanje paketa. Školjkasti konvejeri imaju sledeće tehničke karakteristike:

- dostižu kapacitet od oko 2000 paketa/sat na 60 do 80 pravaca (odredišta),
- maksimalno linijsko pokretno opterećenje je do 150 kg/m,
- brzine transporta je od 5 do 60 m/min,
- širina staze (sa školjkama) je: 600, 800 ili 1000 mm i

- maksimalna dužina nosećih školjki je od 750 do 1120 mm.

Upravljanje sistemom kao i samim operacijama neposrednog razvrstavanja paketa je isto kao kod ostalih specijalnih pločastih konvejera.

4. Konvejeri sa letvicama – lamelama se koriste za razvrstavanje malih i velikih paketa dužine od 50 mm do 1500 mm, širine od 50 mm do 800 mm, debljine od 2 mm do 1500 mm i mase od 0,5 kg do 50 kg. Minimalna distanca između paketa na konvejeru obično je jedna lamela. Dužina linijskog lamelastog transportera dostiže i do 100 m. Maksimalna brzina lamelastih konvejera kreće se od 1m/s do 1,5 m/s. Sa ovim brzinama postiže se kapacitet prerade paketa od 5000 do 6500 paketa/sat.

2.5. Prednosti implementacije sistema za automatsko razvrstavanje paketskih pošiljaka

- Brža prerada pošiljaka, uz minimiziranje manualnog rada, smanjenje troškova i stvaranje boljih uslova rada;
- Stvaranje takve tehnološke i organizacione strukture GPC-a koja bi omogućila brzo, sigurno i ekonomično pružanje poštanskih usluga;
- Racionalnije korišćenje i planiranje svih sredstava poštanske mreže, a posebno sa aspekta uštede na organizaciji transporta, čime se smanjuje učešće manualnog rada u preradi pošiljaka;
- Stvaranje uslova za racionalizaciju poslovnih procesa u fazi uručjenja (dostave i isporuke) pošiljaka;
- Modernizacija poštanskog saobraćaja koji ima implikacije na sve druge projekte namenjene uvođenju i razvoju novih servisa.

3. ZAKLJUČAK

U uslovima savremene tržišne utakmice, koja zahteva stroga vremenska ograničenja u pogledu prenosa, biti profitabilan znači: naći efikasniji način mehanizacije i automatizacije poštanskih operacija, povećati pouzdanost sortiranja poštanskih pošiljaka i smanjiti troškove. Pošta Srbije svoje poslovanje treba da usmeri ka procesu pružanja poštanske usluge koristeći pri tome sve resurse u cilju pružanja kvalitetnijih usluga koje će moći odgovoriti potrebama njihovih klijenata, zahtevima tržišta i efikasno se suprostaviti sve prisutnijoj konkurenciji.

Potrebno je ugraditi mahanizovana i automatizovana tehnička sredstva i sisteme. Ima mnogo razloga za to, a uopšteno se može reći da automatizacija procesa nastaje i prati razvoj savremenog društva. Najvažniji razlozi su: stalan porast broja poštanskih pošiljaka usled urbane koncentracije stanovništva i njihovih rastućih potreba, povećanje rasprostranjenosti poštanske mreže, zahtevi za poboljšanje kvaliteta usluga, zahtevi za poboljšanje uslova rada i slično. Uvođenjem novih tehnologija u Pošti Srbije omogućava se i reafirmacija postojećeg modela tehnološkog razvoja tako što i tradicionalne poštanske usluge uz inoviranje mogu da budu vrlo atraktivne. Prema tome, uvođenje inovativnih tehnologija je neminovnost i osnov strategijskog pristupa budućnosti pošte. Međutim, osnovna poštanska delatnost će i dalje biti poštanske pošiljke. Značajni faktori smanjivanja monopola su pre svega konkurencija i liberalizacija. Uvođenjem automatizacije u proces prerade pismonosnih pošiljaka omogućiće se postizanje željenog kvaliteta ovih usluga i nakon smanjenja monopola, a time i savladavanje domaće, ali i globalne konkurencije.

4. LITERATURA

- [1] Bukumirovic, M.,: *Mehanizacija i automatizacija procesa prerade poštanskih pošiljaka*, Beograd, 1997.
- [2] Stanivuković, B, Čupić, A.: Nove perspektive primene postojećih sistema automatizacije prerade poštanskih pošiljaka, XXVI Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel, Beograd, 2008.
- [3] www.posta.co.rs

Kratka biografija:



Dušan Radaković rođen je u Gračacu 1984. godine. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Automatizacije i organizacije u poštanskom saobraćaju odbranio je u septembru 2009. godine.

ANALIZA I UNAPREĐENJE AUTOMATIZACIJE ŠALTERSKOG POSLOVANJA I PRERADE POŠILJAKA U POŠTI 18300 PIROT KORIŠĆENJEM POSTNET-A**IMPROVEMENT FOR AUTOMATIZATION OF OFFICE BUSSINESS AND PROCESSING OF POSTAL ITEMS IN POST OFFICE 18300 PIROT USING POSTNET**Dalibor Džunić, Obrad Peković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – U radu je ukazano na značaj automatizacije šalterskog poslovanja korišćenjem poštanske računarske mreže – PostNet u Radnoj jedinici poštanskog saobraćaja – Pošti 18300 Pirot sa svim prednostima i pogodnostima koje ona povlači sa sobom. Takođe je prikazana mogućnost korišćenja PostNet-a kao komunikacionog sredstva koje će, pored prikupljanja, memorisanja, prenosa, obrade i prezentiranja relevantnih podataka, omogućiti lakše, brže i efektivnije komuniciranje između svih zaposlenih unutar Pošte Srbije.

Abstract: In this paper we denote significance for automatization of office bussiness using of Post computer network PostNet in Work unit of postal traffic – post office 18300 Pirot with all advantages and capabilities which are included. Also, we denote possibilities for using PostNet as communication facilities which will enable, after collecting, storing, transmitting, processing and presentation of relevant data, easier, faster and more effective communication between all employees inside of Serbian Post.

Ključne reči: automatizacija, PostNet, šaltersko poslovanje, prerada poštanskih pošiljaka

1. UVOD

Da bi bila deo svetskog poštanskog sistema, Pošta Srbije mora da prati sve trendove koji se dešavaju u njemu, a pre svega trendove u poštanskoj tehnologiji, cilj kojih je unaprediti poštansku delatnost i povećati efikasnost i efektivnost poslovanja poštanskih uprava.

Poštanske uprave širom sveta sve više i više unapređuju svoje poslovanje, zahvaljujući uvođenju savremene automatizacije u sve procese svoga rada. S tim u vezi, Pošta Srbije se najpre opredelila za izgradnju i uvođenje savremene poštanske računarske mreže – PostNet.

2. POSTNET

U informacionom sistemu Pošte Srbije, PostNet aplikacija predstavlja generator velike količine podataka različite prirode, značaja i mesta nastanka. PostNet topologija (Sl. 1) sastoji se iz tri fizičko-logičke celine:

- nivo A – osnova ili kičma mreže,
- nivo B – regionalni nivo mreže,
- nivo C – nivo lokalnih računarskih mreža.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog – master rada Dalibora Džunića čiji je mentor bio dr Obrad Peković, vanr. profesor.

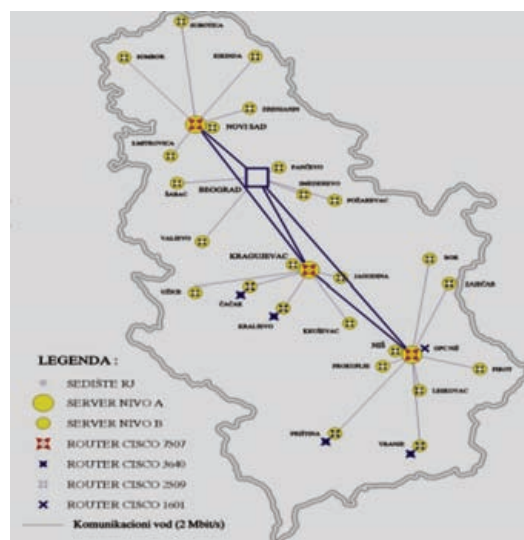
Na svakom od ova tri nivoa, implementirani su ruteri koji, zajedno sa instalisanim habovima i svičing habovima, predstavljaju komunikacionu opremu.

2.1. Tehničke karakteristike

Na nivou svake pojedinačne pošte, PostNet aplikacija zasnovana je na „client-server“ arhitekturi i oslonjena je na MS SQL (Microsoft Server Structured Query Language) Server bazu podataka, Windows NT operativni sistem i TCP/IP mrežu. U razvoju same aplikacije korišćeno je okruženje Borland Delphi 3, a podrazumevani hardverski zahtevi su Pentium procesor i 32 MB RAM memorije. U komunikaciji sa Poštanskom Štedionicom (PŠ) koriste se TCP/IP socketi i APPC (Advanced Program to Program Communication) protokol.

2.2. Uloga PostNet-a pri komuniciranju

PostNet kao globalna računarska mreža Pošte Srbije, pruža niz prednosti prilikom komuniciranja. Najveća prednost se, ipak, ogleda u brzini prenosa informacija i mogućnosti kreiranja fleksibilnih hijerarhija komunikacionih kanala. Drugim rečima, prenos informacija između bilo koje dve tačke u mreži (npr. od jedne tačke na izvoru – predajniku do druge tačke na odredištu – prijemniku) tra-je svega nekoliko sekundi.



Sl. 1. PostNet topologija

2.3. PostNet kadrovski informacioni sistem

Kadrovski informacioni sistem povezuje sve faktore upravljanja ljudskim resursima i kao takav obezbeđuje sve potrebne podatke za planiranje potrebnih kadrova i upravljanje kadrovskim resursima, odnosno deluje kao povratna sprega u jednom kontinualnom procesu. PostNet

je pravo rešenje za ostvarivanje takvih ciljeva. To je mreža koja ispunjava sve uslove savremenih potreba za informacionim sistemima i komunikacijom.

2.4. PostNet Navigator

Deo aplikacije koji se pojavljuje prilikom uključenja računara umreženih u PostNet naziva se PostNet Navigator (Sl. 2).



Sl. 2. Maska „PostNet Navigator“

Njegov zadatak je pozivanje svih ostalih delova aplikacije, koje on nadzire i omogućava prelazak iz jednog dela u drugi. PostNet Navigator vodi računa i o aktuelnim verzijama programa, a po potrebi radi i distribuciju novih verzija. On takođe ima i ulogu da proveri da li je radna stanica spremna za rad. Iz ovog Navigatora radnik se odjavljuje i završava rad.

U tehnološkom smislu, jasno su definisani njegovi podsistemi:

- pult za komunikaciju,
- blagajna,
- isporuka,
- dostava i
- kartovanje.

U PostNet Navigatoru su i sledeće servisne funkcije:

- slanje e – mail poruke programerskom timu Ibis-Sys-a, tj. firmi koja je radila softver,
- promena lozinke u domenu PostNet-a,
- promena smene,
- konfiguracija periferija,
- editor tabele radnika,
- pozivanje emulacije terminala Poštanske štedionice (PŠ),
- PostNet pretraživač (ugrađeni Internet browser).

PostNet-om su pokrivene sledeće delatnosti:

- transakcije posredničkog tipa (platni promet, PŠ i komunalne organizacije),
- podrška i dopuna poštanskim uslugama (praćenje i osiguranje poštanskih pošiljaka),
- operativno poslovanje poštanske mreže (evidencije, raspored radnog vremena i dr.) i
- ukupno poslovanje Pošte Srbije.

3. AUTOMATIZACIJA U ŠALTERSKOJ SLUŽBI POŠTE 18300 PIROT

Opšta automatizacija poslovanja obuhvata poštanske jedinice koje osnovne usluge pružaju na svojim šalterima.

Savremeno automatizovano šaltersko poslovanje podrazumeva organizaciju rada koja omogućuje da se na istom radnom mestu osigurava istovremena podrška:

- šalterskom poslovanju,
- pozadinskom radu i
- masovnom unošenju podataka u „on-line“ i u „off-line“ načinu rada.

Automatizacija šalterskog poslovanja je podržana i realizovana u više vidova:

- automatizovano je celokupno šaltersko poslovanje, što znači da su automatizovane sve usluge, kako na specijalizovanim, tako i na univerzalnim šalterima (pismonosne, paketske, usluge novčanog poslovanja, ekspres usluge, dopunske, ostale i posebne usluge po ugovoru),
- obezbeđen je pozadinski rad za sve šalterske transakcije i ostvarene su komunikacije automatizovanog šalterskog sistema u hijerarhijskoj strukturi poštanskog informacionog sistema (PIS-a).

Šalterska radna mesta su savremena i opremljena specijalizovanim računarskom i programskom opremom, čije su bitne karakteristike:

- kapacitivne mogućnosti obavljanja svih zahteva korisnika i
- mogućnost razmene podataka u hijerarhijskoj računarskoj mreži PIS-a.

U pošti 18300 Piroto izvršen je relativno visok stepen informatizacije, odnosno automatizacije pomoću računara:

- prijem poštanskih pošiljaka i paketa,
- otprema i razmena,
- dostava i isporuka,
- post restant,
- novčano poslovanje u glavnoj blagajni i
- ostale šalterske i van šalterske poslove, (izuzev prerađu poštanskih pošiljaka i paketa).

Šalterska služba u pošti 18300 Piroto je opremljena PostNet mrežom na svim šalterima.

Svaki šalter ima PC računar koji se sastoji iz:

- centralne jedinice,
 - memorije i magnetnog diska,
 - modema sa monitorom i potrebnim perifernim uređajima, u zavisnosti od pozicije i primene računara.
- Svaki šalter je preko PostNet mreže povezan sa ostalim unutrašnjim i spoljnim sistemima u pošti, a pre svega sa:
- glavnom blagajnom,
 - dostavom,
 - TT šalterom i
 - poštanskom štedionicom

Na šalterima pošte 18300 Piroto postoje uređaji koji su raspoređeni u zavisnosti od njihove potrebe za rad na pojedinim šalterima. Šalteri namenjeni za usluge uplate isplate poseduju mašinu za brojanje novca, kao i uređaj koji je priključen na radnu stanicu preko koga se ažuriranje podataka o kursnim valutama i otkrivanje falsifikovanih novčanica. Šalter za prijem pismonosnih pošiljaka i paketa poseduje specijalnu elektronsku vagu za merenje mase paketa i pisama.

Elektronska vaga je povezana putem serijskog porta na računar, i pri merenju mase vrednost se direktno prikazuje na ekranu monitora. Svaki šalter poseduje pozadinski štampač.

Trebovanja komercionalne robe (dopune za mobilni telefon, čestitke, poštanske vrednosnice) ne vrše se putem računara, već preko knjige trebovanja, jer aplikacija namenjena za tu vrstu poslova nije u funkciji.

Planom automatizacije predviđeno je da se proces uvođenja PostNet mreže ograniči do pošta reda 4. Sve pošte na području pošte 18300 Pirot su obuhvaćene ovim procesom.

Šalterska služba pošte 18300 Pirot raspolaže sa:

- dva šaltera za pismonosne usluge,
- jednim šalterom za telefonske usluge, prodaju dopune za mobilnu telefoniju, „halo kartica“ i dr.
- jednim šalterom za reklamacije i potraživanje,
- tri šaltera za novčano poslovanje,

Šalteri predstavljaju kanal za komunikaciju sa korisnicima.

Osnovne poštanske usluge koje su automatizovane u pošti 18300 Pirot su:

- automatsko izdavanje uplatno – isplatnog broja dokumenata,
- automatsko obračunavanje poštarine,
- automatske prijave po vrstama posla,
- automatsko izračunavanje iznosa za naplatu, odnosno isplatu od korisnika sa jednim, a naročito sa više dokumenata,
- automatske prijave poštanskih prihoda,
- vođenje i štampanja dnevnika za komitente i brzo zaključivanje jedne smene ili celog radnog dana u pošti i

- automatsko žigosanje dokumenata.

Automatizovani poslovi novčanog šalterskog poslovanja sadržani su u:

- dinarskoj štednji i dinarskim depozitima,
- deviznoj štednji i deviznim depozitima,
- tekućim računima poštanske štedionice,
- žiro računima,
- uputnička služba,
- usluge za poslovne banke,
- komunalne usluge,
- ostale usluge.

Osim transakcija vezanih za usluge, aplikacija novčanog poslovanja sadrži čitav niz funkcija koje omogućavaju automatizaciju procesa rada unutar jedinice poštanske mreže. Funkcije koje se odnose na rad sistema su:

- davanje i menjanje ovlašćenja po nivoima radnicima za rad na terminalima sa ciljem softverske zaštite podataka od zloupotreba,
- uvid kontrolora u stanje gotovine pomoćne blagajne,
- štampanje računarskog stanja pomoćne blagajne sa nivoa sistema,
- uvid u kursnu listu, menjanje kurseva po valutama i štampanje kursne liste,
- uvid u cenovnike platnog prometa i uputničke službe i njihovo menjanje po potrebi.

PostNet sistem je kompletno komunikacijsko sredstvo i može se koristiti kao sredstvo za saradnju, kao ekspertski alat ili alat za donošenje odluka, ali se time ne iscrpljuju njegove mogućnosti.

PostNet predstavlja investiciju za budućnost Pošte Srbije kao preduzeća, zato što treba da obezbedi:

- tehnološko osposobljavanje Pošte Srbije,
- revitalizaciju postojećih tehnologija,
- operativno upravljanje Poštom Srbije i
- poslovno upravljanje.

PostNet je računarska mreža koja predstavlja osnovu jedinstvenog informacionog sistema Pošte Srbije.

Projekat PostNet potpuno je u skladu sa svetskim trendovima u oblasti informacionih sistema.

3.1. Nove usluge realizovane PostNet sistemom u pošti 18300 Pirot

Elektronska PostNet uputnica je usluga transfera novca elektronskim putem u unutrašnjem saobraćaju putem uputničke službe. Uplata/prijem i isplata ove uputnice može da se izvrši samo u poštama koje imaju pristup PostNet aplikaciji. Isplata uputnica može se vršiti na šalteru pošte ili na dostavu adrese primaoca.

Uputnica se čuva trideset dana od datuma uplate, računajući i dane kada pošta ne radi. Pošiljalac može da opozove izvršenu uplatu u toku 30 dana, a nakon isteka ovog roka uputnica se može isplatiti samo pošiljaocu.

Prednost ove usluge se ogleda u tome što primalac može podići novac u bilo kojoj PostNet pošti u momentu uplate.

„Keš ekspres“ je usluga isplate gotovine na adresi prema zahtevu korisnika čija je adresa stanovanja na užem dostavnom reonu pošte. Isplata se vrši samo iz PosNet pošta koje imaju organizovanu TT dostavu.

Isplata se vrši u sledećim fazama:

- prijem zahteva za isplatu gotovine (korisnik poziva broj 9809 i daje zahtevane podatke),
- provera verodostojnosti zahteva za isplatu gotovine (radnik pošte proverava verodostojnost zahteva pozivajući povratnog korisnika),
- evidentiranje zahteva za isplatu gotovine (radnik pošte evidentira zahtev u knjizi primljenih zahteva za isplatu sa tekućeg računa),
- obrada i priprema zahteva za isplatu (sprovodi se isplata sa tekućeg računa PŠ korisnika u PostNet pošti, korišćenjem internog obrasca PŠ (nalog za isplatu) i zadužuje TT dostavljač),
- isplata na zahtevanoj adresi (vrši se isplata i naplaćuje poštarina za uslugu. Poštarina se evidentira u računu prihoda pod stavkom „keš ekspres“, a nalog se sa dnevnikom isplata sa tekućeg računa dostavlja PŠ).

Isplata čekova po tekućim računima građana kod banaka – pored usluge isplate čekova po tekućem računu PŠ, pošte vrše isplatu čekova po tekućim računima koji se vode kod drugih banaka. Takođe u poštama se ovim čekovima može izvršiti i bezgotovinsko plaćanje za izvršene usluge.

„On-line“ uplata dopune prepaid kredita korisnicima mobilne telefonije je usluga koja se vrši u PostNet poštama. Za mrežne grupe 063 i 062 moguće je izvršiti uplatu dopune u iznosima od 200, 300, 500, i 1000 dinara, a za mrežne grupe 064 i 065 u iznosu od 150 do 90000 dinara.

3.2. Nove mogućnosti podržane PostNet-om

PostNet omogućuje uvođenje novih tehnologija, među kojima su najvažnije:

- poslovi novog platnog prometa,

- samouslužni automati,
- PostNet – uputnica,
- praćenje pošiljaka – Track and Trace,
- YUBA kartica,
- trgovina hartijama od vrednosti,
- informacioni sistemi za praćenje i upravljanje voznim parkom,
- „hibridna“ pošta,
- agencijsko – turističko poslovanje,
- prodaja karata.

Takođe, omogućuje dalju informatizaciju tehnoloških procesa;

- mrežni pristup dokumentima,
- evidentiranje ostvarenih prihoda i troškova,
- statistika izvršenih usluga i poslova,
- praćenje kvaliteta poštanskog saobraćaja,
- poslovanje sa PŠ,
- poslovanje sa Postbankom,
- opšti red prevoza poštanskih pošiljaka,
- elektronsko kartovanje pošiljaka,
- poslovi poštanskih centara.

4. ZAKLJUČAK

Potreba za brzim i efikasnim informacionim sistemima koji služe kao podrška komuniciranju u okviru organizacija, dovela je do primene internet tehnologija u internom i eksternom informacionom povezivanju.

Pošta Srbije je među prvim preduzećima koja je uvela intranet tehnologiju i taj projekat je nazvala PostNet.

Realizacijom tog projekta Pošta Srbije je dobila moćno sredstvo za upravljanje poštanskom mrežom i svim poslovnim procesima. Informacioni sistem Pošte Srbije je zahvaljujući PostNet projektu podignut na jedan viši kvalitativni nivo.

PostNet sistem je omogućio automatizaciju celokupnog poslovanja, odnosno automatizaciju procesa pružanja usluga svojim korisnicima, i uvođenje novih usluga čiji se kvalitet ogleda u brzini, ažurnosti i sigurnosti.

Posebna primena PostNet-a se može naći i u delu upravljanja ljudskim resursima i dati značajne efekte, kako u delu regrutovanja, obučavanja i razvoja kadrova, tako i u sferi edukovanja i informisanja. Fleksibilna mreža komunikacionih kanala i smera komuniciranja, omogućava racionalnije i efikasnije korišćenje ljudskih potencijala sa kojima pošta raspolaže, ali i konstantno podizanje nivoa kvaliteta kadrova, organizacione kulture i ukupne efikasnosti preduzeća.

U cilju dalje modernizacije pošte 18300 Pirota, iznete su brojne aktivnosti, koje se ogledaju kroz dalju automatizaciju i informatizaciju svih tehnoloških celina.

Te aktivnosti su sledeće:

- treba raditi na završetku PostNet aplikacije i
- korigovati postojeće nedostatke PostNet aplikacije, kontinuirano i „u hodu“.

Od toga kako i koliko će se iskoristiti PostNet u veliki meri će zavisiti budućnost pošte, njen dalji razvoj i finansijsko osamostaljivanje.

5. LITERATURA

[1] Bukumirović, M.: *Automatizacija procesa rada u poštanskim sistemima*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1999.

[2] Marković, Z.: *PostNet – brza komunikacija i uslov racionalnijeg upravljanja kadrovima*, IV Poštansko savetovanje „Tehnološka budućnost pošte“, Zlatibor, 1998.

[3] Spasić, D.: *PostNet računarska mreža i internet servisi*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2002.

[4] www.posta.com.

Kratka biografija:



Dalibor Džunić rođen je 16.01.1983. godine u Pirotu. Završio je višu školu za informacione i komunikacione tehnologije u Beogradu 2005. godine. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Automatizacija i organizacija u poštanskom saobraćaju odbranio je u septembru 2009. godine.

PROGRAM MERA ZA POBOLJŠANJE PROIZVODNO-EKONOMSKIH REZULTATA I KVALITETA USLUGE ATP "SEVERTRANS SENTA"**PROGRAM OF MEASURES TO IMPROVE PRODUCTION, ECONOMIC RESULTS AND SERVICE QUALITY OF TRANSPORTATION SERVICE COMPANY "SEVERTRANS SENTA"**Miroslav Vuletić, Pavle Gladović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – U ovom radu je izvršena analiza dosadašnjeg poslovanja ATP „Severtrans Senta” iz Sente. Prikazana je celokupna organizaciona struktura, struktura voznog parka i struktura zaposlenih. Dat je predlog mera u cilju poboljšanja efikasnosti datog preduzeća.

Abstract – The paper analyzed previous operations transportation company "Severtrans Senta" from Senta. Display the entire organizational structure, structure of rolling stock and structure of employees. Given the proposed measures to improve the efficiency of the company.

Cljučne reči: Analiza poslovanja, organizaciona struktura, autoprevoz

1. UVOD

Ovim radom je pokušano da se izvrši sagledavanje postojećeg stanja u ATP "Dunavprevoz" iz Bačke Palanke, zajedno sa primerom rentabilnosti rada međugradske autobuske linije B.Palanke-Subotica. Kroz analizu linije i izračunavanja izmeritelja rada autobusa u međugradskom saobraćaju odrediće se rezultati analize postojeće linije kao i celog preduzeća, uz predlog mera za otklanjanje uočenih nedostataka i poboljšanje efikasnosti kroz uvođenje informacionih sistema u sve tehnološke procese i sektore, a sve u cilju da u svakom trenutku prevozni sistem bude sposoban da odgovori potrebama i zahtevima putnika.

2. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

Pri izradi ovog rada, za proračun izmeritelja rada linije i neravnomernosti protoka putnika uzeta su tri dana u mesecu maju 2007. godine. U pomenutom vremenskom periodu za koji je rađena analiza ove linije, prevoz je obavljan autobusom tipa Mercedes conecto sa kapacitetom od 52 mesta.

2.1. Veličina voznog parka

Inventarski vozni park ATP "Severtrans Senta" se sastoji od 17 vozila (tabela 1), što zadovoljava potrebe u obavljanju prevoza u prigradskom i međugradskom saobraćaju.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Miroslava Vuletića „Program mera za poboljšanje proizvodno-ekonomskih rezultata i kvaliteta usluge ATP „Severtrans Senta” čiji mentor je bio Prof.dr Pavle Gladović.

Proteklih godina nije bilo velikih promena u inventarskom broju vozila, vršen je otpis starih i dotrajalih autobusa, a kupovani su novi i kvalitetniji autobusi koji po karakteristikama ispunjavaju sve veće zahteve tržišta. Ova zamena nije sprovedena u onoj meri u kojoj je to potrebno, jer su za to neophodna velika finansijska sredstva.

Tabela 1. Veličina voznog parka u periodu 2006-2008. godine

Vozni park	Godina			Indeks (%)		
	2006.	2007.	2008.	7/6	8/6	8/7
Ukupno	16	17	17	106,25	106,25	100,00

2.2. Analiza pokazatelja rada voznog parka

Rezultati rada voznog parka se analiziraju i ocenjuju pomoću izmeritelja i pokazatelja kojima je definisan transportni proces.

Ovi izmeritelji i pokazatelji omogućavaju izražavanje uticaja promene eksploatacionih izmeritelja na proizvodnost, naturalne i finansijske rezultate rada voznog parka.

Takav metodološki pristup pogodan je za praktičnu primenu pri planiranju odgovarajućih organizaciono-tehnoloških mera, izučavanje prevoznih zahteva i uslova pri kojima treba organizovati transport.

Osnovni cilj svega toga jeste smanjenje troškova transporta i povećanje proizvodnosti voznog parka.

Da bi se odredio transportni rad voznog parka, neophodno je pre svega izmeriti:

- vremenski bilans vozila u danima
- vremenski bilans vozila u časovima
- uslove pri izvršenju transportnih procesa (brzina vožnje, rastojanje prevoza)
- pređeni put vozila i stepen iskorišćenja pređenog puta
- stepen iskorišćenja kapaciteta vozila

Preko pokazatelja rada može se dati ocena uspešnosti rada jednog vozila, grupe vozila ili celog voznog parka u određenom vremenskom intervalu.

Na osnovu te ocene može se doći do zaključka koje mere treba preduzeti da bi preduzeće uspešnije poslovalo u narednom periodu.

Tabela 2. Koeficijenti iskorišćenja kapaciteta vozila za ceo vozni park

Izmerit.	Godina			Indeks (%)		
	2006	2007	2008	7/6	8/6	8/7
γ	0,635	0,648	0,632	102,05	99,53	97,53
ε	0,594	0,611	0,591	102,86	99,50	96,73

Proizvodnost voznog parka se povećava ako se poveća koeficijent iskorišćenja voznog parka (α), koeficijent iskorišćenja vremena u 24 časa (ρ), koeficijent statičkog iskorišćenja kapaciteta vozila (γ), koeficijent dinamičkog iskorišćenja kapaciteta vozila (ε), kapacitet vozila (P_{dp}), koeficijent iskorišćenja pređenog puta (β) i saobraćajna brzina (v_s). Sa druge strane, proizvodnost voznog parka se smanjuje ako se povećaju vremenski gubici po ostvarenoj vožnji sa putnicima (t_{da}). Nešto je složenija situacija kada je u pitanju uticaj srednje dužine vožnje sa putnicima na proizvodnost voznog parka. Naime, sa povećanjem ovog izmeritelja povećavaju se puna i radna proizvodnost u zavisnosti od transportnog rada, ali se smanjuju puna i radna proizvodnost u zavisnosti od broja prevezenih putnika.

Najveći uticaj na proizvodnost voznog parka imaju koeficijenti iskorišćenja kapaciteta vozila (tabela 2), tako da bi u narednom periodu prioritet trebalo dati njihovom povećanju. Trebalo bi sprovesti istraživanje o potrebama putnika za prevozom i prilagoditi redove vožnje tim potrebama. Uz pomoć rezultata tog istraživanja mogle bi da se otvore nove linije na kojima bi koeficijenti iskorišćenja vozila bili visoki. Treba uzeti u obzir da se povećanjem ovih koeficijenata povećava vreme dangube zbog većeg vremena za ukrcaj i iskrcaj putnika. Prilagođavanje reda vožnje potrebama putnika doprinelo bi i povećanju iskorišćenja pređenog puta, jer bi se smanjili prazni kilometri, što bi se takođe pozitivno odrazilo na proizvodnost voznog parka. Boljom organizacijom rada voznog parka trebalo bi povećati koeficijent iskorišćenja voznog parka i koeficijent iskorišćenja vremena u 24 časa, treba voditi računa o tome da se na taj način povećavaju vremenski gubici po ostvarenoj vožnji sa putnicima. Dakle, kod mnogih koeficijenata čije povećanje pozitivno utiče na proizvodnost voznog parka treba uzeti u obzir da njihovo povećanje prouzrokuje i povećanje vremena dangube, što se negativno odražava na proizvodnost. Veoma je važno smanjiti vreme dangube na najmanju moguću meru, a to se može postići nabavkom niskopodnih vozila za gradski saobraćaj, kao i povećanjem srednjeg rastojanja prevoza jednog putnika otvaranjem novih međugradskih linija. Povećanje proizvodnosti voznog parka se može postići i povećanjem srednje saobraćajne brzine, ali tu treba voditi računa o ograničenjima brzine, kao i o faktoru bezbednosti. Najbolji efekat na tom planu bi se postigao uvođenjem posebnih traka za javni prevoz u gradu.

2.3. Utvrđivanje troškova

Transportni troškovi predstavljaju najvažniji uopšteni pokazatelj rezultata poslovanja[3]. Finansijski rezultat poslovanja ATP predstavlja skup odnosa koji pokazuju

formiranje i trošenje novčanih sredstava u autotransportnoj proizvodnji.

Troškovi se po proizvodnom obeležju dele na stalne i promenljive troškove.

Stalni troškovi se formiraju po vremenu i nezavisni su od inteziteta eksploatacije i obima proizvodnje. U stalne troškove spadaju:

- Amortizacija vozila
- Naknade za korišćenje javnih puteva
- Naknade za gradsku čistoću
- Takse za tehnički pregled vozila
- Kasko osiguranje vozila
- Bruto zarade
- Obavezno osiguranje vozila

Promenljivi troškovi menjaju se u ukupnoj sumi u funkciji pređenog puta vozila.

Što je veći broj ukupnih pređenih kilometara, to će suma promenljivih troškova biti veća. U promenljive troškove spadaju:

- Troškovi goriva
- Troškovi maziva
- Troškovi autoguma
- Troškovi korišćenja autouta
- Naknada za korišćenje stanice
- Naknada za prodaju karata itd

Tabela 3. Ukupni finansijski rashodi preduzeća u 2008. godini

R. br.	Pokazatelj	Iznos(din)	%
1.	Amortizacija	4960800	12,72
2.	Lični dohoci	12870000	33,00
3.	Režijski tr.	717600	1,84
4.	Nakn. za korišć. javnih puteva	830700	2,13
5.	Tr. reg. vozila, osig. i tehn. pr.	2031900	5,21
6.	Ostali troškovi	569400	1,46
Ukupni stalni tr.		17900200	56,36
1.	Tr. goriva	12090000	31
2.	Tr. maziva	312000	0,8
3.	Tr. održavanja	1193400	3,06
4.	Autogume	2067000	5,3
5.	Korišć. perona	1357200	3,48
Ukupni prom. tr.		21099800	43,64
Ukupni troškovi		39000000	100,00

2.4. Utvrđivanje rentabilnosti autobuske linije

Da bi linija bila rentabilna, potrebno je da prihodi budu veći od troškova ($P > T$). Ukoliko to nije slučaj, potrebno je između ostalog preduzeti i sledeće korake[4]:

- Izvršiti analizu postignutih rezultata i njihovo upoređenje sa rezultatima u prethodnom vremenskom periodu
- Planirati smanjenja troškova i njihovu primenu u budućem vremenskom periodu
- Uporediti postojeće rezultate sa rezultatima drugih preduzeća.

Tabela 4. *Finansijski rezultati poslovanja preduzeća u 2008. godini*

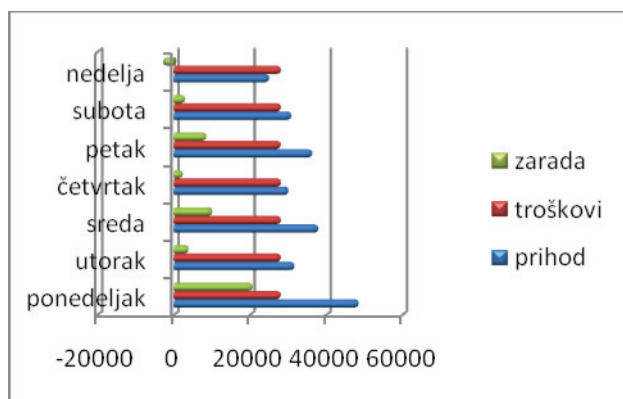
Pokazatelj	Iznos (din)
Ukupan prihod - UP	48100000
Ukupni stalni tr. - $\sum \Theta_s$	17900200
Ukupni prom. tr. - $\sum \Theta_p$	21099800
Dobitak - D	9100000

Osnovni cilj svakog preduzeća jeste da posluje sa finansijskim dobitkom, tako da se može reći da je preduzeće u prethodnoj godini ostvarilo cilj, ali bi u narednom periodu trebalo težiti postizanju većeg finansijskog dobitka preko povećanja prihoda i smanjenja troškova.

2.5. Analiza međugradske linije Senta-Arandelovac

Analiza međugradske linije Senta-Arandelovac izvršena je u periodu od 04.05.2009. do 10.05.2009. godine. Linija saobraća svakodnevno, polazak iz Sente je po redu vožnje u 05:00h, a dolazak u Arandelovac u 10:30h. U povratku, polazak iz Arandelovca je u 14:10h, a dolazak u Sentu u 19:55h. Prevoz se obavlja autobusom kapaciteta 50 mesta, sa jednim mestom za konduktera. Korišćeni su podaci iz kontrolnih listova.

Na osnovu podataka iz kontrolnih listova o broju putnika i podataka o cenama karata iz cenovnika za liniju Senta-Arandelovac, izračunat je prihod dobijen radom linije u periodu od ponedeljka 04.05.2009. do nedelje 10.05.2009. Poređenjem dobijenih vrednosti prihoda sa dobijenim vrednostima troškova linije utvrđena je ekonomska opravdanost funkcionisanja linije.



Slika 1. *Odnos ukupnog prihoda i troškova kao i prikaz zarade po danima u nedelji*

2.6. Anketa

Anketa je sprovedena na autobuskoj stanici 28. i 29. maja 2009. godine u vremenskom periodu od 5-8h, 14-17h i 21-23h na uzorku od 200 anketiranih osoba.

2.6.1. Prikaz rezultata ankete

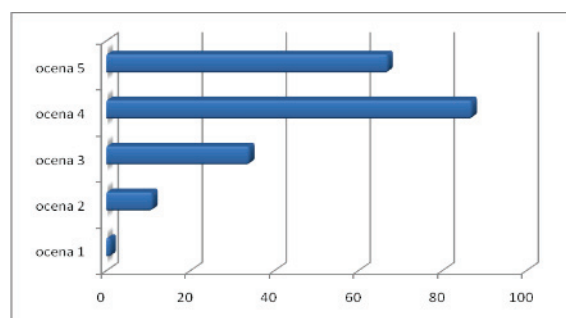
Procentualna zastupljenost polne strukture anketiranih je: 56% ženskog pola 44% muškog pola i (tabela 5).

Tabela 5. *Struktura korisnika prema polu*

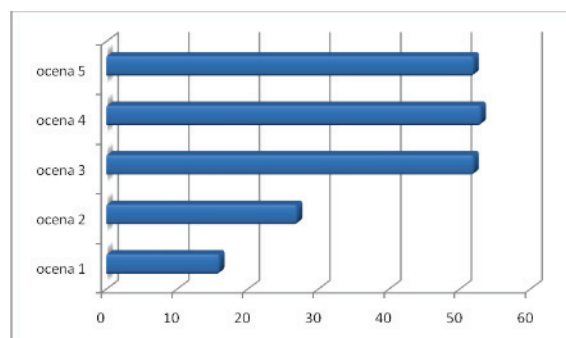
Pol	Broj anketiranih	Procentat(%)
Muški	89	44,00
Ženski	111	56,00
Ukupno	200	100,00

Anketirani su bili razvrstani i po starosnoj strukturi, po zanimanju, po učestalosti korišćenja prevoza.

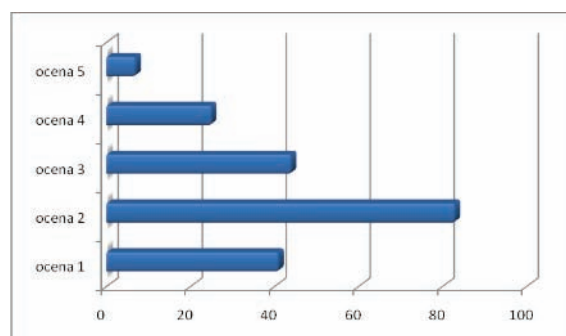
Anketirane osobe su odgovarale na pitanja o: oceni ljubaznosti i urednosti osoblja (slika 2), oceni informacija o prevozu (slika 3), oceni komfora u vožnji (slika 4), oceni cene karata (slika 5) i pouzdanosti prevoza (slika 6) i davale ocene od 1-5, što ćemo videti iz sledećih priloženih slika. Anketirane osobe su uglavnom nezadovoljne cenom karti i dostupnošću informacijama o prevozu.



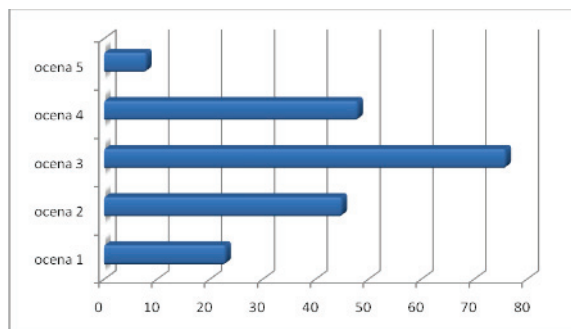
Slika 2. *Ocena ljubaznosti i urednosti osoblja*



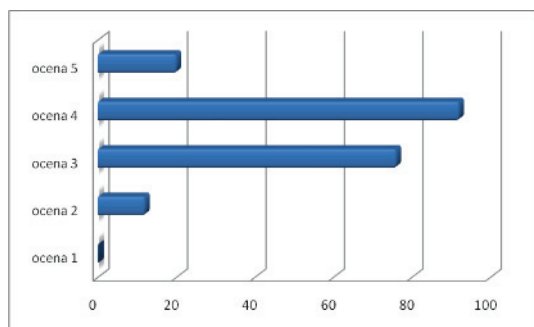
Slika 3. *Ocena informacija o prevozu*



Slika 4. *Ocena komfora u vožnji*



Slika 5. Cena karte



Slika 6. Pouzdanost prevoza

2.6. Predlog mera

Realnim sagledavanjem trenutnog stanja ATP „Severtrans Senta“ i uočavanjem određenih problema u poslovanju pomenutog preduzeća dat je sledeći predlog mera čijim bi se uvođenjem omogućilo rentabilnije poslovanje preduzeća, kao i bolji kvalitet prevozne usluge[6]:

- Racionalizacija sistema naplate
- Redovno anketiranje putnika
- Uvođenje sistema za navigaciju (GPS)
- Osavremenjivanje voznog parka
- Praćenje rentabilnosti svakog obrta na međugradskim relacijama
- Novi pristup u radu sa vozačima
- Reorganizacija zaposlenih
- Uvođenje poslovnog informacionog sistema

Istraživanjem i uspostavljanjem prevoznih potreba omogućilo bi se projektovanje procesa prevoza, priprema organizacije prevoza i realizacija samog procesa prevoza, a sve u cilju podizanja nivoa i kvaliteta prevozne usluge i definisanja daljih pravaca delovanja.

3. ZAKLJUČAK

Izvršena analiza rada i rezultata poslovanja preduzeća „Severtrans Senta“ u posmatranom vremenskom periodu beleži pozitivne finansijske rezultate. Međutim postoje mogućnosti da se zarada još više uveća.

Kvalifikaciona struktura zaposlenih nije na potrebnom nivou. Kroz zapošljavanje visoko obrazovanih kadrova, preduzeće treba da prati nove tehnologije rada i razvoja i podiže ukupan nivo usluge korisnicima.

Suočeni sa finansijskom krizom i besparicom i nemogućnošću da kupe nova vozila, starost voznog parka je na nivou koji je nezadovoljavajuć, što se nepovoljno odražava na poslovanje preduzeća kroz povećane troškove održavanja. Koeficijent tehničke ispravnosti

voznog parka nije na zavidnom nivou, što dovodi do intenzivnijeg trošenja vozila i porasta prosečne starosti. Ovakav negativan trend može se odraziti na bezbednost saobraćaja, što bi prouzrokovalo opasnost putnika a tako i ostalih učesnika u saobraćaju.

Važna je i saradnja sa drugim javnim preduzećima u cilju ostvarenja opšteg interesa. Bolji javni prevoz bi potisnuo u drugi plan korišćenje individualnih automobila, što bi doprinelo čistijem vazduhu, manje zakrčenim ulicama, ali i rešenju sve većeg problema nedostatka površina za parkiranje. Bolji prevoz bi doprineo i većoj mobilnosti putnika, ali u međugradskom saobraćaju uslov za veći broj putovanja je i povećanje standarda.

Zaposleni i rukovodstvo ATP „Severtrans Senta“ treba da znaju da na tržištu transportnih usluga glavni faktor predstavlja konkurencija. Glavni cilj jeste uspostavljanje optimuma na liniji prevoznik – korisnik, uz obostrano zadovoljenje. Posle uvođenja sistema kvaliteta potrebno je vršiti kontrolna istraživanja. Kontrolna istraživanja mogu se vršiti na svakih šest meseci ili godinu dana.

4. LITERATURA

- [1] Putnik, N., Autobaze i autostanice, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2004.
- [2] Gladović, P., Tehnologija drumskog saobraćaja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2003.
- [3] Torenčarević, Lj., Organizacija i tehnologija drumskog transporta, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1987.
- [4] Inić, M., Bezbednost drumskog saobraćaja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2004.
- [5] Todorović, U., Program mera za poboljšanje proizvodno-ekonomskih rezultata i kvaliteta usluge ATP „Subotica-trans“, Diplomski master rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2008.
- [6] Milojević, G., Analiza poslovno informacionog sistema PO „Lasta“ Smederevo, predlozi novih rešenja i efekti njihovog uvođenja, Diplomski master rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2007.

Kratka biografija:



Miroslav Vuletić rođen je u Senti 1983. god., gde je završio osnovnu školu i gimnaziju 2002. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka na katedri za saobraćaj odbranio je 2009. god.

Prof. dr Pavle Gladović rođen je u Beogradu 1951.god. Diplomirao je na saobraćajnom fakultetu u Beogradu, na odseku za drumski i gradski saobraćaj i transport. Doktorirao je 1994. godine na saobraćajnom fakultetu u Beogradu. Od 2000. godine je zaposlen na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.

PRENOS GOVORNOG SIGNALA PUTEM INTERNETA-VoIP

VOICE OVER INTERNET-VoIP

Jovana Maslić, Željko Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Cilj ovog rada jeste da nas upozna sa osnovama VoIP-a, prednostima koje donosi, njegovim osnovnim elementima, tehničkim zahtevima, standardima i protokolima, i tako nas zainteresuje za jednu novu, perspektivnu tehnologiju koja može da podigne komunikaciju na viši nivo.

Abstract – The aim of this article is to acquaint us with the basics of VoIP and the advantages it brings, its basic elements, technical requirements, standards and protocols, and thus make us familiar with a new, perspective technology that can increase the human communication to a higher level.

Ključne reči: PSTN, komutacija kola, komutacija paketa, konverzija govornog signala, standard H.323, SIP.

1. UVOD U VoIP

Širenje Interneta u poslednjih nekoliko godina je uticalo na porast interesovanja za mogućnost prenosa govora u realnom vremenu putem Interneta. Pod IP telefonijom se podrazumeva bilo koja vrsta audio komunikacija koja se obavlja u realnom vremenu preko Interneta ili neke druge IP mreže i bitno se razlikuje od tradicionalne telefonije zasnovane na komutaciji vodova.

Osnovna ideja koja stoji iza IP telefonije jeste da se umesto posebnog komunikacionog puta između dva korisnika, namenjenog za prenos govora, govor prenese u formi komprimovanih paketa podataka posredstvom IP mreže. Na ovaj način postiže se ušteda u opremi i smanjuje se količina potrebnih resursa za prenos govora, a kao posledica upotrebe mreže sa paketskom komutacijom, komunikacija se može proširiti i van prvobitnog okvira – prenosa govora.

Prenos govora preko klasične javne telekomunikacione mreže PTSN (Public Switched Telephone Network) još uvijek predstavlja najznačajniji servis u današnjim telekomunikacionim mrežama, kako sa aspekta obima saobraćaja, tako i sa aspekta ostvarenog profita. Međutim poslednjih godina smo svedoci ubrzanog razvoja IP mreža, tako da danas postoji trend sve veće upotrebe ove tehnologije pri prenosu govora.

Još od samog početka korišćenja Interneta, postalo je jasno da korisnici ovaj vid umrežavanja računara najviše koriste u komunikacione svrhe.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr Željko Trpovski.

Taj trend se održao do današnjih dana. Istraživanja pokazuju da 90% ispitanika Internet koristi za komunikaciju, a preostalih 10% za surfovanje ili razmenu podataka za lične i poslovne svrhe.

U prvim danima Internet komunikacija se odvijala putem elektronske pošte, a odmah zatim i putem IRC-a (Internet Relay Chat), tj. komunikacije u realnom vremenu koja se odvija razmenjivanjem poruka sa trenutno aktivnim korisnicima. Početkom 90-ih godina prošlog veka taj vid komunikacije se preneo i na komunikaciju glasom i slikom (tzv. Web kamere) putem raznih servisa (Microsoft NetMeeting tada najrasprostranjeniji). 1996. godine su brojni nezavisni proizvođači računarske opreme shvatili da je i postojeći protok dovoljan ako se postigne bolji stepen kompresije zvuka ljudskog glasa. Tada su se mnoge kompanije (Cisco, Intel, Microsoft) uključile u razvoj ove tehnologije.

Postoje dva načina za prenos podataka- komutacijom kola i komutacijom paketa.

U slučaju klasične telefonije, prenos govornih signala se vrši kroz mrežu bakarnih provodnika koji za vreme trajanja razgovora obezbeđuju stalan vod između sago-vornika. Kanal sa određenom širinom propusnog opsega se dodeljuje uspostavljenom vodu bez obzira na količinu informacija koje se prenose. Veza se uspostavlja preko određenog broja komutacionih čvorova – centrala. Postojeći telefonski sistem zasnovan na komutaciji kola korisnicima pruža kvalitet usluga tako što se veza između dve krajnje tačke uspostavlja pre početka komunikacije i ostaje zauzeta do kraja, što predstavlja jednostavno rešenje koje korisnicima pruža visok kvalitet usluga ali, posmatrano iz mrežne perspektive, ima jako malu efikasnost.

Prenos podataka na bazi komutacije paketa ostvaruje se tako što se biti podataka organizuju u grupe, pri čemu svaka grupa ima određene identifikatore koji označavaju njen izvor i odredište. Takve grupe bita predstavljaju pakete podataka. Umesto da identifikuju podatke na osnovu njihove pozicije u toku podataka, što je bio slučaj kod komutacije kola, centrale identifikuju pakete na osnovu oznake odredišta i izvora i vrše njihovo usmeravanje (rutiranje). Od velikog broja mreža realizovanih na ovaj način, a za prenos govora se može iskoristiti bilo koja od njih bez obzira koji protokol koristi, kao najbolje rešenje se javlja mreža bazirana na TCP/IP protokolu – Internet.

VoIP je sistem koji ima najveću ekspanziju u oblasti informacionih tehnologija. Do razvoja VoIP sistema, podaci su se prenosili preko sistema za prenos govora. Sada se govor prenosi preko sistema za prenos podataka. Suština je da se vrši prenos bita, pri čemu nije bitno njihovo poreklo.

2. KONVERZIJA GOVORNOG SIGNALA U IP PAKETE

Da bi se mogao vršiti prenos govora preko mreža sa komutacijom paketa, neophodno je na odgovarajući način od govora formirati IP pakete.

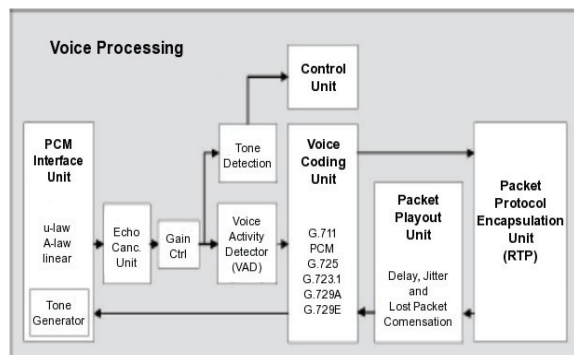
Prvo se vrši digitalizacija govornog signala čime se dobija niz bita sa protokom od 64kbit/s. Nakon toga se pomoću algoritama digitalnog filtriranja vrši obrada signala u cilju eliminisanja odjeka i analizira se postojanje pauza u signalu. Kada se detektuje pauza, jednostavno se ne prenosi, čime se postiže značajna ušteda propusnog opsega.

Ovako dobijen signal komprimuje se da bi se smanjio broj bita za prenos i takav se pakuje u ramove. Kompresija se obavlja na bazi nekoliko standarda u paketu standarda H.323 (npr. G.729A).

U sledećem koraku ram govornog signala konvertuje se u IP paket. Ovako formiran paket šalje se putem Interneta kao bilo koji drugi paket podataka. Ruteri na osnovu adrese koja određuje mesto ulaska i izlaska iz IP mreže prosleđuju paket do odredišta.

U poslednjoj fazi, na prijemu, obavlja se inverzan postupak od onog na predaji. Nakon ekstrakcije rama govornog signala iz IP paketa vrši se dekompresija signala i njegova konverzija u analogni oblik u cilju reprodukcije.

Na slici 1. prikazana je obrada glasa za prenos preko mreže.



Sl. 1. Obrada glasa za prenos preko mreže

Među uređaje koji imaju mogućnost konverzije govornog signala u IP pakete i njihovog slanja putem Interneta spadaju:

- računar (sa odgovarajućim karticama i programima)
- klasičan analogan telefon (koji se priključuje na računar)
- IP telefon (nema potrebe za računarom).

3. VoIP SISTEM

Objedinjavanjem terminalnih uređaja, mreža i načina njihovog povezivanja dolazi se do pojma VoIP sistema, koga čine:

- Internet mreža sa svim pripadajućim elementima (podmrežama, ruterima)
- javna telefonska mreža (PSTN) sa svojim prenosnim putevima i komutacionim centrima
- terminalni uređaji (PC računari, klasični telefoni, IP telefoni)
- IP Gateway uređaji.

Osnovnu mrežu za prenos govornih signala u obliku IP paketa predstavlja Internet. Koristi se već postojeća arhitektura, uključujući i podmreže (LAN), pri čemu ulogu komutacionih centara imaju ruteri. Povezivanje javne telefonske mreže u VoIP sistem obavlja se putem IP Gateway-a, koji omogućavaju konverziju govornog signala u IP pakete i obrnuto.

Korišćenjem Gateway-a može se ostvariti komunikacija telefona sa multimedijalnim PC računarom (u tom slučaju dovoljno je koristiti samo jedan Gateway), kao i komunikacija na relaciji telefon-telefon (kada su potrebna dva Gateway-a, sa svake strane veze po jedan).

Korisnik koji želi da obavi telefonski poziv preko Interneta sa klasičnog analognog telefona poziva preko javne centrale broj najbližeg Gateway-a.

Po uspostavljanju veze, nastavlja sa unošenjem telefonskog broja sa kojim želi da uspostavi vezu. Gateway analizira taj broj i pronalazi srodan uređaj (Gateway), koji je geografski najbliži lokaciji na kojoj se nalazi pozivani broj, te na njegovu IP adresu upućuje govorne pakete sa podacima telefonskog broja na koji ih treba isporučiti.

Prijemni Gateway poziva taj broj i po uspostavljanju veze konvertuje govorne IP pakete u analogni govorni signal, čime je komunikacija uspostavljena.

Korisnici klasičnih telefonskih aparata na javnoj mreži imaju pristup Internetu preko provajdera Internet usluga (ISP), pri čemu dobijaju mogućnost da povežu privatni PC računar na Internet u cilju prenosa podataka. Istim putem, otvara im se i mogućnost obavljanja telefonskih razgovora putem Interneta.

Preko ovako formiranog VoIP sistema uspostavljaju se veze između različitih terminala. Osnovna podela povezivanja terminala u okviru VoIP sistema može se predstaviti kroz sledeće tri varijante:

- PC – PC
- PC – telefon
- Telefon – telefon.

4. STANDARDI I PROTOKOLI

H.323 je deo familije ITU-T preporuka sa zajedničkom oznakom H.32x koji se odnosi na multimedijalne komunikacije preko različitih mreža. H.323 je standard koji definiše komponente, protokole i procedure koji omogućavaju usluge multimedijalnih komunikacija preko mreža na bazi komutacije paketa, uključujući mreže zasnovane na IP protokolu. H.323 se može primeniti na prenos različitih podataka - samo govora (IP telefonija), govora i slike (video telefonija), govora i podataka, govora, slike i podataka. Takođe, može se koristiti za konferencijske multimedijalne komunikacije. H.323 omogućava veliki broj servisa pa se može primeniti u raznim oblastima: kupovini, poslovanju, zabavi itd.

Ovaj standard definiše četiri tipa komponenti koje, međusobno povezane, omogućavaju servise multimedijalnih komunikacija tipa tačka-tačka i tačka-više tačaka:

- terminal (za dvosmernu multimedijalnu komunikaciju u realnom vremenu)
- Gateway (za povezivanje H.323 mreže sa drugim mrežama, koje nisu bazirane na H.323 standardu)

- Gatekeeper (čuvanje izlaza; sabirna tačka za sve pozive u okviru mreže)
- Upravljačka jedinica za više tačaka (MCU-Multipoint Control Unit; podrška za konferencijsku vezu tri ili više H.323 terminala).

SIP je skraćenica za *Session Initiation Protocol*, kontrolni protokol aplikacionog sloja koji je razvijen unutar IETF-a. Dizajniran je tako da omogućava jednostavnu implementaciju, dobru skalabilnost i fleksibilnost. SIP se koristi za kreiranje, modifikovanje i raskidanje sesija. Primeri sesije su telefonski razgovori putem Interneta, distribucija multimedije, multimedijske konferencije, distribuirane računarske igre itd.

SIP nije zamišljen da bude sveobuhvatan pa će za komunikaciju među uređajima biti potrebni i drugi protokoli. Njegova je namena da omogući komunikaciju koja se nakon toga odvija na različite načine, pa i pomoću nekog drugog protokola.

Uz SIP se najčešće koriste protokoli RTP i SDP. Real-time Transport Protocol je IETF-ov protokol za prenos multimedijalnih podataka u realnom vremenu, uključujući audio, video i tekstualne podatke. Omogućava kodiranje i enkapsuliranje podataka u pakete i prenos tih paketa putem Interneta.

Session Description Protocol koristi se za opisivanje i kodiranje mogućnosti, odnosno sposobnosti učesnika sesije. Opis se koristi za pregovaranje karakteristika sesije kako bi svi uređaji mogli ravnopravno učestvovati. To uključuje, na primer, pregovaranje o kodecima, tako da svi učesnici mogu dekodirati sadržaj paketa, pregovaranje o prenosnom protokolu i tako dalje.

SIP je dizajniran u skladu s Internet modelom. To je *end-to-end* tip signalnog protokola što znači da je logika, osim usmeravanja SIP poruka, spremljena na krajnjim uređajima. Cilj SIP protokola je da omogući istu funkcionalnost koju imaju klasične PSTN mreže, ali *end-to-end* dizajn čini SIP mreže sposobnijim za primenu ovih usluga koje se teško mogu implementirati u klasičnim PSTN mrežama.

Da bi funkcionisala kao tehnologija koja ima u bližoj budućnosti mogućnost zamene postojeće telefonske infrastrukture, mora nuditi korisnicima ono isto što i sada imaju (znači, mogućnost kontakta s drugom osobom nezavisno od njene lokacije) uz mnoga poboljšanja, koja u ovom slučaju uključuju jeftiniju komunikaciju, video konferencije, prenos aplikacija, itd. SIP i H.323 su protokoli koji se bave uspostavljanjem i prekidom veze, te prenosom parametara veze.

Ako upoređujemo složenost ovih protokola, H.323 je složeniji protokol. Za razliku od H.323 protokola koji koristi binarno kodiranje za prenos podataka, SIP koristi tekstualna zaglavlja slično HTTP-u. Tekstualno kodiranje pojednostavljuje kodiranje jer omogućuje ručne izmene i laku analizu poruka.

Još jedna prednost SIP-a je korišćenje jednog zahteva u kojem se nalaze svi potrebni podaci, dok većina usluga H.323 protokola zahtevaju komunikaciju između pojedinih delova protokola.

Grubo rečeno, i SIP i H.323 podržavaju iste usluge, iako se stalno dodaju nove mogućnosti. Osim mogućnosti kontrole poziva, i SIP i H.323 pružaju mogućnost razmene usluga. U ovom pogledu, H.323 pruža mnogo

veću funkcionalnost – terminali koriste svoju mogućnost različitog kodiranja i dekodiranja podataka u zavisnosti od parametara zadanih u kodu protokola, dok SIP koristi samo osnovne mogućnosti prijemnika i pošiljaoca (na klijentu je da „prepozna“ poslano).

Uslugu lične pokretljivosti podržavaju oba protokola, ali kod H.323 protokola je ona nešto slabija. H.323 nije dizajniran za komunikacije velikih razmera (originalno je bio zamišljen kao protokol za LAN-ove), ne podržava prosleđivanje poziva (call forwarding) i nema podršku za multicasat komunikaciju. Ali zato H.323 ima puno kvalitetniju podršku za konferencije (od administracijske podrške do sigurnosnih protokola), dok SIP ne pruža kontrolu nad konferencijama, već se oslanja na postojeće protokole.

U tabeli 1. dato je poređenje protokola H.323 i SIP.

Tabela 1 Poređenje protokola H.323 i SIP

H.323	SIP
Iz sveta telekomunikacija	Iz sveta Interneta
Adrese: E.164, host, alias	Adrese: SIP URL, E.164
Preusmeravanje: Annex G	Preusmeravanje: DNS
Kodiranje: binarno	Kodiranje: ASCII tekst
Pristup standardizaciji: sve detaljno standardizovati	Standardizovati protokole, a ne usluge
Podržana kolaboracija (whiteboard, chat, application sharing)	Nema standardnih alata za kolaboraciju

Zasada je "trka" između SIP-a i H.323 prilično otvorena i pobednik je još nepoznat. Jedna od dosta realnih mogućnosti je i spajanje ova dva protokola u jedan gde bi od svakog bilo uzeto ono najbolje. Takođe, postoji mogućnost da nijedan neće zaživeti (jer, realno, oba imaju velike mane) i da će biti stvoren neki treći, bolji. Zasad je u maloj prednosti H.323 jer se već koristi u praksi dok za SIP postoji jako mali broj kvalitetnih rešenja. Ali, iako je SIP naizgled u zaostatku, njegova ideja sa tekstualnim zaglavljima koja mu omogućavaju lakšu upotrebu i nadogradnju bi na kraju mogla biti ključna.

U obzir treba uzeti snagu i ugled firme koje ga razvijaju – i ITU i IETF su kompanije koje imaju i ugled i snagu, ali IETF trenutno ima nešto slabije poziciju na segmentu komunikacija. S druge strane, veliki broj stručnjaka kritikuje H.323 zbog prevelikog oslanjanja na stare tehnologije. Ipak, većina predviđa neku kombinaciju H.323 i SIP-a jer dok jedan nudi jednostavnost i proširivost, drugi nudi veće mogućnosti. Nijedan sam za sebe, zasad, nema mogućnost preuzimanja uloge standarda na ovome području.

5. PRIMENA VoIP-a

Osnovna razlika između konvencionalne javne telefonske mreže i IP telefonije jeste ta da je IP telefonija servis za prenos govora koji je nadograđen na postojeći servis za prenos podataka. Kao rezultat toga, IP telefonija može pružiti više od usluga standardnog prenosa govora. Servisi za prenos podatak mogu se lako kombinovati sa servisima

za prenos govora i tako dobiti nove aplikacije i usluge koje nisu ostvarive u okviru klasične telefonije.

Neke nove aplikacije koje omogućava IP telefonija su:

- jeftini telefonski pozivi,
- objedinjavanje prenosa podataka, govora i faksa,
- tarifiranje u realnom vremenu,
- faks preko IP,
- prenos kvalitetnog zvučnog signala,
- video-telefonija,
- objedinjeni sistem poruka,
- virtuelna druga linija,
- Internet kontakt centri,
- Usavršene telekomunikacije.

Da bi došlo do dalje ekspanzije prenosa govornog signala putem VoIP sistema, neophodno je ostvariti isplativost finansijskih ulaganja, kako za korisnike, tako i za provajdere usluga IP telefonije. Preduslov za to je standardizacije opreme u cilju kompatibilnosti sistema. Da bi se isplatila finansijska ulaganja u oblasti IP telefonije, oprema mora biti dovoljno jeftina i za provajdere i za korisnike usluga. Pored toga, upotreba mora biti jednostavna za krajnje korisnike, nalik upotrebi klasičnog telefona.

Proizvodi za IP telefoniju koji se javljaju na tržištu namenjeni su sledećim tržišnim grupama: distributerima, preduzećima, manjim pravnim licima i fizičkim licima. Distributeri, koji nastoje da pruže servise IP telefonije široj javnosti i poslovnom svetu, predstavljaju veliki deo tržišta. Drugi deo tržišta predstavljaju preduzeća koja žele da pozive u okviru svoje kompanije prebace sa PSTN-a na svoje postojeće mreže za prenos podataka. Fizička lica koja koriste PC-e i standardne telefone čine treći segment tržišta. VoIP sistem je naročito pogodan za organizacije:

- smeštene na nekoliko lokacija međusobno spojenih IP mrežom na kojima telefonija nije rešena na zadovoljavajući način,
- sa lokacijama u više zemalja i/ili kontinenata,
- koje treba da menjaju telefonske instalacije i/ili opremu,
- u novim zgradama,
- velike, sa velikim brojem zaposlenih.

6. VoIP U SRBIJI

U Srbiji je devet kompanija dobilo dozvole da pruža usluge telefoniranja preko Interneta po cenama koje su za pozive u inostranstvo niže nego preko fiksne mreže Telekom, a još jedan provajder očekuje da će dobiti dozvolu.

Dozvole za pružanje telefonskih usluga preko Interneta (VoIP) od početka 2009. godine dobilo je osam srpskih internet operatera i informatičkih kompanija i jedna regionalna kompanija, a broj firmi koje se mogu prijaviti za dozvole nije ograničen.

Korisnici VoIP-a za sada ne mogu da dobiju broj telefona na koji bi ih drugi zvali, pa se i dalje pozivi primaju samo preko Telekom ili mobilnih operatera. Potpuna liberalizacija tržišta fiksne telefonije planirana je za 2009. godinu.

Nekoliko firmi u Srbiji je korisnicima nudilo VoIP i pre nego što su pravilnici usvojeni. Jedna od njih, Voip Balkan, nudila je pozive po cenama koje su za pozive u inostranstvo bile do sedam puta niže od cena preko fiksne telefonije.

7. ZAKLJUČAK

Razvoj IP telefonije vodi veoma brzom sjedinjenju dve komunikacione mreže - mreže za prenos podataka i telefonske mreže - u jedinstvenu komunikacionu mrežu koja pruža potpuno nove mogućnosti komunikacije, uz manje troškove i bolji kvalitet. Broj kompanija koje nude proizvode iz oblasti IP telefonije svakodnevno raste. Ipak, treba naglasiti da globalna telefonska mreža još nije ugrožena IP telefonijom, iako IP telefonija polako ali sigurno zauzima svoje mesto.

8. LITERATURA

[1] www.howstuffworks.com

[2] www.ericsson.com/hr/etk

[3] www.protocols.com

[4] www.personalmag.rs

Kratka biografija:

Jovana Maslić rođena je u Novom Gradu 1983. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Telekomunikacija odbranila je oktobra 2009. godine.



Željen Trpovski rođen je u Rijeci, 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Od 2004 ima zvanje vanrednog profesora. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

ANALIZA NASTRADALIH LICA NA MAGISTRALNIM PUTEVIMA SRBIJE

ANALYSIS OF CASUALTIES ON MAIN ROADS IN SERBIA

Goran Marković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj - U ovom radu je izvršena analiza nastradalih lica i njihovih posledica na magistralnim putevima u Republici Srbiji, za 2007. godinu. U okviru analize razmatrani su: dinamika nastradalih lica, vremenska distribucija nastradalih lica (po mesecima u toku godine, po danima u toku sedmice i po časovima u toku dana), starosna struktura nastradalih lica i struktura nastradalih vozača putničkih automobila prema dužini vozačkog staža.

Abstract - This paper presents analysis of traffic accidents casualties for the 2007th year and their's consequences on main roads in Republic of Serbia. The Analysis includes: dynamic of casualties, distribution of casualties by months in a year, distribution of casualties by days in a week, distribution of casualties by hours in a day, analysis of casualties by ages, analysis of passenger cars driver casualties based on length of driving experience.

Ključne reči: bezbednost saobraćaja, saobraćajne nezgode, nastradali, magistralni putevi

1. UVOD

Bezbednost saobraćaja na putevima je jedan od najvećih problema ne samo u našoj zemlji nego skoro u svim zemljama sveta. Veliki broj poginulih i povređenih ljudi koji se javlja svake godine zahteva da se bezbednost saobraćaja na putevima podigne na jedan viši nivo.

Utvrdjivanje obeležja nastradalih lica u saobraćajnim nezgodama omogućava da se bezbednost saobraćaja suštinski poveća. Na osnovu utvrđenih obeležja nastradalih lica moguće je projektovati niz mera za smanjenje broja nastradalih, kao i težine posledica saobraćajnih nezgoda.

Predmet rada predstavljaju nastradala lica u saobraćajnim nezgodama na magistralnim putevima Republike Srbije. Osnovni cilj jeste da se utvrde obeležja nastradalih i njihova prostorna raspodela.

2. DINAMIKA NASTRADALIH LICA

U toku 2007. godine, na magistralnim putevima u Srbiji nastradalo je ukupno 3.989 lica. Od ukupnog broja nastradalih, 280 lica je poginulo, a 3.709 povređeno. Od ukupnog broja povređenih lica, 957 lica je teško povređeno, a, 2.752 lako povređeno.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Dragan Jovanović, docent.

Broj nastradalih lica na magistralnim putevima u analiziranom periodu se povećao i u 2007. godini je za 22,12% veći nego u periodu od 2002 do 2006. godine. U 2007. godini bilo je manje poginulih (2,29%) nego u periodu od 2002 do 2006. godine, dok je broj teško povređenih porastao je za 11,56%, a broj lako povređenih porastao je za 28,27% u odnosu na period od 2002 do 2006. godine.

Uzimajući u obzir težinu posledica saobraćajnih nezgoda može se uočiti da 2007. godina, s obzirom na veći broj nastradalih lica u odnosu na period od 2002. do 2006. godine, ima blaže posledice (tabela 1.); ima manji procenat poginulih (7,02%) i manji procenat teško povređenih lica (23,99%), dok je procenat lako povređenih (68,99%) veći nego u periodu od 2002. do 2006. godine.

Tabela 1. Nastradala lica (%) prema vrsti posledice na magistralnim putevima Srbije, za 2007. godinu

God.	Nastradali (%)				
	POG	TTP	LTP	Σ Pov.	Σ Nastr.
2002	9,75	28,81	61,44	90,25	100,00
2003	9,46	27,73	62,81	90,54	100,00
2004	9,62	27,06	63,32	90,38	100,00
2005	9,04	26,34	64,62	90,96	100,00
2006	8,38	26,68	64,93	91,62	100,00
2007	7,02	23,99	68,99	92,98	100,00
Σ	8,88	26,77	64,35	91,12	100,00

3. VREMENSKA DISTRIBUCIJA NASTRADALIH LICA

Pod vremenskom distribucijom nastradalih lica podrazumeva se raspodela nastradalih lica u vremenskim intervalima po mesecima u toku godine, danima u toku sedmice ili časovima u toku dana. U toku pojedinih vremenskih perioda, različita je i distribucija nastradalih lica.

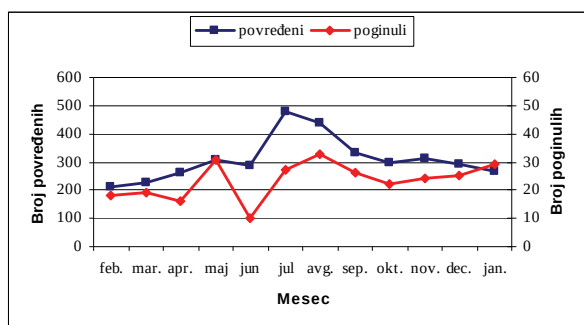
Vremenskom analizom nastradalih lica moguće je sagledati periode sa najvećim brojem nastradalih lica, povezati ih sa ostalim faktorima koji utiču na visok broj nastradalih, a zatim merama i aktivnostima sprečiti nastajanje ovih negativnih pojava. Višegodišnje praćenje i analiza vremenske distribucije nastradalih lica omogućava da se uoče trendovi vremenskih ritmova stradanja učesnika u saobraćaju i na taj način obogate ukupna saznanja o ovim pojavama koje su jedan od preduslova za delotvorno delovanje društva.

3.1. Vremenska distribucija nastradalih lica po mesecima u toku godine

Na osnovu rezultata dobijenih analizom nastradalih lica po mesecima u toku godine na magistralnim putevima u Srbiji u 2002

toku 2007. godine može se uočiti da je najviše lica nastradalo u drugoj polovini godine u periodu od jula do decembra. Najviše lica nastradalo je u drugoj polovini godine u periodu od jula do decembra. U julu nastradalo je 507 (12,71%) lica, zatim u avgustu 471 (11,81%) lica, septembru 359 (9,00%) lica i maju 339 (8,50%) lica. Prema ukupnom broju nastradalih lica najpovoljniji period je od januara do aprila. U ovim mesecima procentualno učešće nastradalih lica za posmatrane mesece od ukupnog broja nastradalih lica u toku godine bilo je na nivou 5,74% u februaru, 6,14% martu i 6,92% u aprilu i 7,37% u januaru.

Rast broja povređenih počinje od februara i dostiže maksimum u julu, a zatim počinje postepeno da opada do kraja godine. Znatno povećanje broja poginulih lica uočava se od maja. Avgust i maj su najkritičniji meseci po broju poginulih lica (33 lica, odnosno 31 lica). Jun, je mesec sa najmanjim brojem poginulih (10 lica). Od septembra do januara broj poginulih je prilično ujednačen, a zatim od februara do aprila broj poginulih je znatno opada.



Grafik 1. Raspodela povređenih i poginulih lica po mesecima u toku godine na magistralnim putevima Srbije, za 2007. godinu.

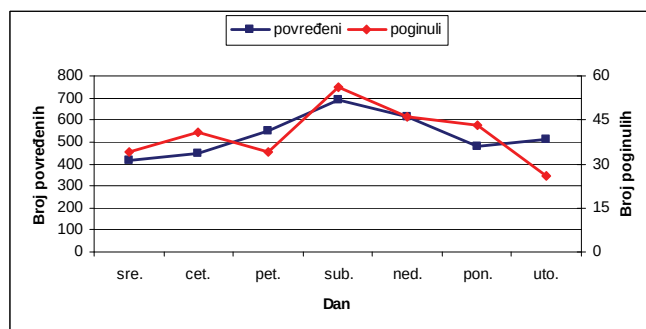
Trend lako povređenih i teško povređenih lica je gotovo istovetan, počinje da raste od februara, dostiže maksimum u julu, a zatim u preostalom periodu godine opada (Grafik 1).

3.2. Vremenska distribucija nastradalih lica po danima u toku sedmice

Raspodela nastradalih lica po danima u toku nedelje u velikoj meri zavisi od nedeljnog ritma aktivnosti privrede i stanovništva, koji se direktno odražava na intenzitet i strukturu saobraćaja. Aktivnosti društva su promenljive i one zavise od okruženja odnosno vezane su za specifičnosti pojedinih posmatranih područja.

Vremenskom analizom nastradalih lica po danima u toku nedelje, za 2007. godinu, na osnovu raspoloživih podataka, može se uočiti da su subota (746 nastradalih lica, 19%) i nedelja (659 nastradalih lica, 17%) dani sa najvećim brojem nastradalih. Dani sa najmanjim brojem nastradalih lica su sreda (447 nastradalih lica, 11%) i četvrtak (492 nastradalih lica, 12%).

Posmatrajući ukupan broj poginulih po danima u toku godine na svim magistralnim putevima Srbije u toku 2007. godine, može se uočiti da je najveći broj lica poginuo u subotu, 56 lica, dok je najmanji broj lica poginuo u utorak, 26 lica.



Grafik 2. Raspodela povređenih i poginulih lica po danima u toku sedmice na magistralnim putevima Srbije, za 2007. godinu

Broj povređenih i poginulih počinje da raste od srede i dostiže maksimum subotom kada se javlja najveći broj poginulih i povređenih, a zatim postepeno opada (Grafik 2.). Radnim danima broj povređenih i poginulih je nešto manji, utorakom se javlja najmanji broj poginulih, a sredom imamo najmanji broj povređenih.

Povećanje broja lako povređenih i teško povređenih lica počinje takođe od srede, dostiže maksimum u dane vikenda, i subota se izdvaja kao dan sa najvećim brojem teško povređenih i lako povređenih lica (Grafik 2.). Radnim danima ovaj broj je nešto manji.

3.3. Vremenska distribucija nastradalih lica po časovima u toku dana

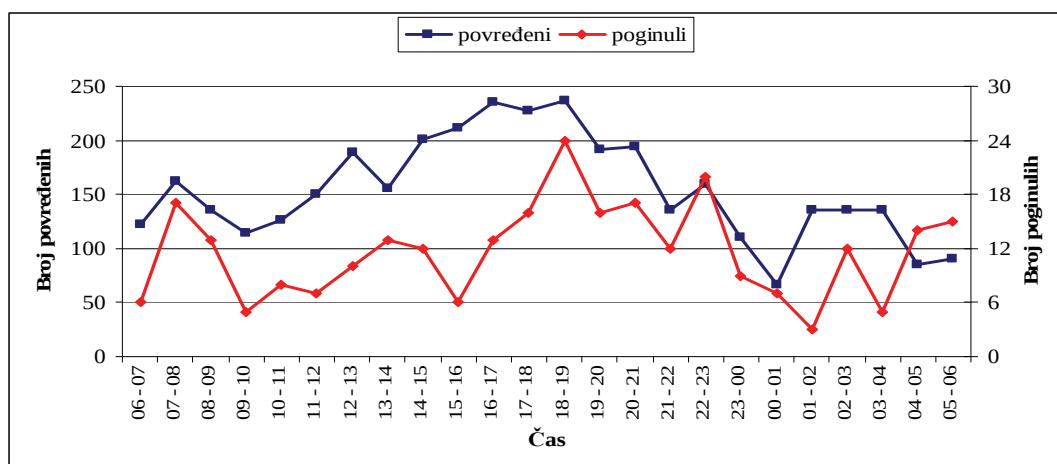
Raspodela nastradalih lica po časovima, slično kao i raspodela nastradalih lica po danima u toku nedelje, odražava raspored ili ritam dnevnih aktivnosti privrede i stanovništva. Uslovi u saobraćaju koji su vezani za dnevne promene imaju presudan značaj za nastanak saobraćajnih nezgoda, a to su intenzitet saobraćaja, struktura saobraćajnog toka, obim saobraćaja, stanje vidljivosti, obim i struktura pešačkog toka na mestima ukrštanja sa saobraćajnicama, i drugi uslovi u saobraćaju vezani za dnevne promene.

Najkritičnije vreme, odnosno najkritičniji čas u toku koga je bilo najviše nastradalih lica 19-i čas (period od 18 do 19 časova) u kom je nastradalo 261 lice ili 6,54% od ukupnog broja nastradalih, potom sledi 17-i čas (period od 16 do 17 časova) sa 247 nastradalih što je 6,24% od ukupnog broja nastradalih. Čas u kom je bilo najmanje nastradalih lica je 1-i čas, (period od 00 do 01 časova) u okviru koga je nastradalo 73 lica ili 1,83 % od ukupnog broja nastradalih na svim magistralnim putevima u Srbiji.

U odnosu na ukupan broj poginulih na posmatranoj magistralnoj putnoj mreži najveći broj lica poginuo je u periodu od 18 do 19 časova, 24 lica, dok je najmanji broj lica poginuo u periodu od 01 do 02 časova, 3 lica.

Takođe najveći broj lica je teško povređen u 19. času (62 lica) dok je najveći broj lica lako povređen u periodu od 16 do 17 časova (186 lica).

Može se primetiti da je najmanji broj lica povređen u periodu od 23 do 6 časova, a da se porast broja povređenih javlja u periodu od 14 do 19 časova, gde se u 19. času javlja i najveći broj nastradalih (Grafik 3). Nakon 19. časa broj povređenih se smanjuje sa blagom oscilacijom sve do perioda sa najmanjim brojem povređenih. Broj poginulih tokom celog dana ima približno isto učešće u strukturi nastradalih i dostiže maksimum u 19. času.



Grafik 3. Raspodela povređenih i poginulih lica po časovima u toku dana magistralnim putevima Srbije za 2007. godinu

Broj lako povređenih lica počinje da raste od 6 časova i dostiže maksimum u 17. času, posle toga opada.

Broj teško povređenih takođe počinje da raste od 6 časova, i u toku dana izdvajaju se 8., 13. i 19. čas u okviru kojih se javlja najveći broj teško povređenih.

4. ANALIZA STAROSNE STRUKTURE NASTRADALIH LICA

Na osnovu rezultata dobijenih analizom starosne strukture nastradalih lica, može se uočiti da je na magistralnim putevima Srbije u toku 2007. godine najveći broj nastradalih lica starosti od 23 godine (124 lica), zatim slede lica starosti od 21, 22 i 24 godine gde je nastradalo po 117 lica, odnosno lica starosti od 19 i 27 godina gde je nastradalo po 110 lica.

Najveći broj poginulih lica je starosti 48, 51, 52 i 55 godina gde je poginulo po 9 lica, potom sledi mlađa populacija od 21, 24 i 27 godina gde je poginulo po 8 lica.

Porast broja povređenih lica se javlja od 18. godine života i ovaj broj povređenih se povećava sve do 23. godine kada dostiže maksimum, a zatim sa porastom broja godina, opada (grafik 4.).

Tendencija povećanja broja teško povređenih i lako povređenih lica je slična, do porasta broja teško povređenih i lako povređenih dolazi od 18. godine života i maksimum broja teško povređenih se javlja u 24. godini, a maksimum broja lako povređenih se javlja u 23. godini.

5. ANALIZA STRUKTURE NASTRADALIH VOZAČA PUTNIČKIH AUTOMOBILA PREMA ISKUSTVU

Iskustvo (vozački staž) ima veliki uticaj na ponašanje učesnika u saobraćaju. Iskustvo doprinosi zrelosti, koja je uglavnom nezavisna od fizičke i socijalne zrelosti.

Sa iskustvom se poboljšava veština vožnje, kvalitet opažanja, shvatanja, način i lakoća obrade informacija, vizuelno - motorna koordinacija, donošenje odluka, kao i tačnost i racionalnost pokreta odnosno preduzimanja radnji. Iskusni vozači uspešnije režim

vožnje prilagođavaju saobraćajnim uslovima, putu, izbegavaju zagušenja, incidente itd.

Iskustvom (uvežbavanjem) razvijene perceptivne funkcije ne daju samo kvalitet opažanju nego vozaču ostaje i više vremena na raspolaganju za donošenje odluka. Takođe, iskusniji vozači ređe preduzimaju nepotrebne radnje, a pokrete izvode sa većom preciznošću i lakoćom.

Iskustvo utiče i na odnos između broja grešaka i nezgoda, odnosno broja nezgoda koje se konkretizuju u saobraćajnu nezgodu i onih koje završe samo apstraktnom ili konkretnom opasnošću.

Ukoliko je iskustvo veće manji broj protivpravnih ponašanja (grešaka) se konkretizuje u nezgodu, a veći broj završava kao prekršaj.

U toku 2007. godine na magistralnim putevima Srbije nastradalo je ukupno 1.539 vozača putničkih automobila, od ukupnog broja nastradalih vozača putničkih automobila, 105 lica je poginulo, a 1.434 lica je teško povređeno.

Od ukupnog broja povređenih vozača B kategorije, 369 lica je teže povređeno, a 1.065 lica je lakše povređeno..

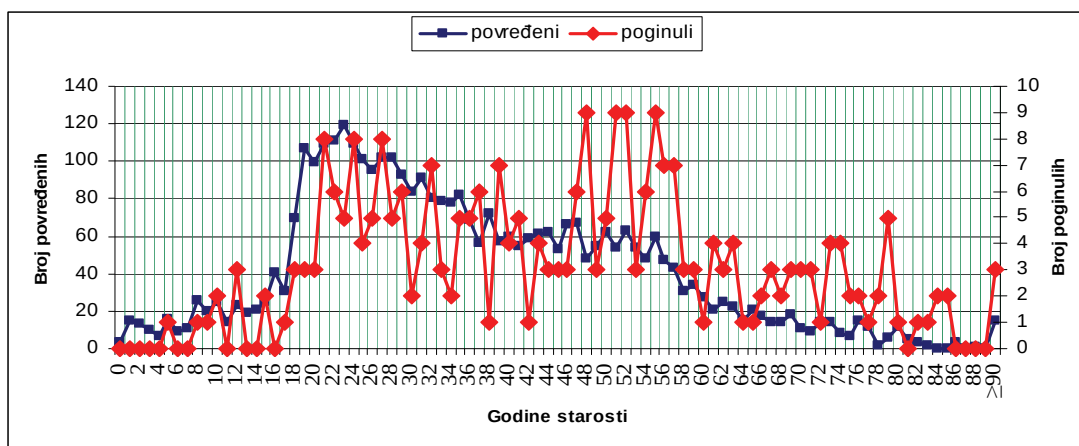
Struktura nastradalih vozača putničkih automobila, na magistralnim putevima u Srbiji u toku 2007. godine, prema dužini vozačkog staža, pokazuje trend opadanja broja nastradalih lica sa dužinom vozačkog staža (grafik 5.). Vozači sa vozačkim stažom od 7 godina izdvajaju se sa najvećim učešćem u strukturi nastradalih, oni su učestvovali 10,79 % u ukupnom broju nastradalih.

Broj poginulih lica ima trend opadanja sa dužinom vozačkog staža ali nije toliko izražen i uglavnom zadržava visoko učešće u ukupnom broju nastradalih.

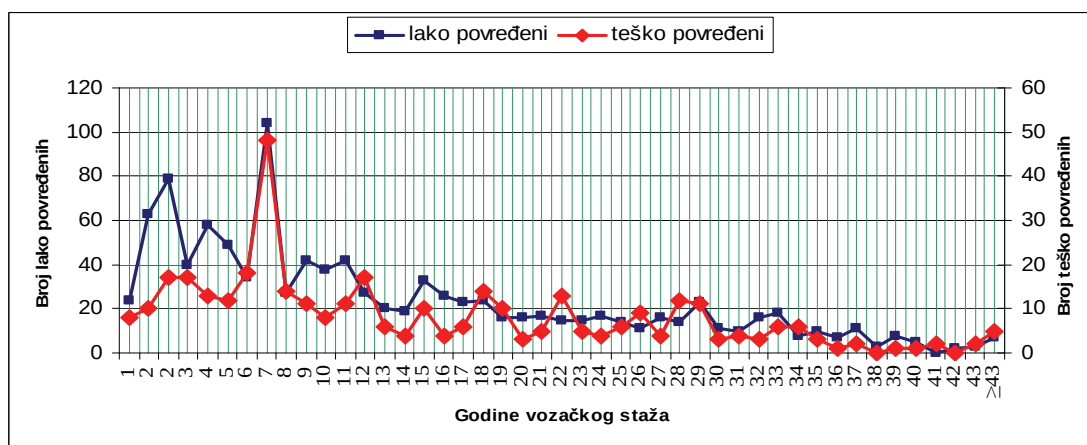
6. ZAKLJUČAK

Da bismo mogli upravljati saobraćajnim nezgodama na putevima neophodno je stalno pratiti i analizirati ove pojave. Analiza je neophodna da bi ukazala na specifičnosti koje se javljaju na magistralnim putevima po pojedinim obeležjima saobraćajnih nezgoda i njihovih posledica.

Utvrđivanje obeležja nastradalih lica na magistralnim putevima treba da nam ukaže na najkritičnije vremenske periode (mesec u godini, dan u sedmici, čas u toku dana) i strukturu nastradalih lica po godinama starosti, dužini vozačkog staža i vrsti (tipu) saobraćajne nezgode.



Grafik 4. Raspodela povređenih i poginulih lica, prema godinama starosti, na magistralnim putevima Srbije, za 2007. godinu



Grafik 5. Raspodela povređenih i poginulih vozača putničkih automobila, prema dužini vozačkog staža, na magistralnim putevima Srbije, za 2007. godinu

Na ovaj način moguće je uočiti vremenske periode, saobraćajne nezgode i strukture nastradalih lica za koje treba vršiti dalja, dublja istraživanja.

Prostorna distribucija nastadalih lica treba da ukaže koji su to najkritičniji putni pravci, mikrodeonice i kilometarske deonice na kojim se javlja najveći broj nastradalih lica. U okviru prostorne distribucije na godišnjem nivou treba izvršiti i analizu raspodele rizika po magistralnim putevima, na osnovu čega bi se mogle izraditi mape rizika. Na ovaj način definišu se prioriteta rada u narednom periodu, i stvaraju uslovi za vrednovanje efikasnosti svega što je urađeno u prehodnom periodu po pitanju unapređenja bezbednosti saobraćaja.

7. LITERATURA

- [1] Inić, M.: Bezbednost drumskog saobraćaja, FTN, Novi Sad, 2004.
- [2] Lipovac, K., Jovanović, D.: "Mapiranje rizika na putnoj mreži Srbije", Zbornik radova, IX Simpozijum sa međunarodnim učešćem "Prevenција saobraćajnih nezgoda na putevima 2008", Novi Sad, 23. i 24. oktobar 2008.

- [3] Lipovac, K., Jovanović, D., Bašić, S.: "Mapping of Risks on the Main Road Network of Serbia", 10th International Symposium "Interdisciplinary Regional Research", Hunedoara, Romania, 23-24 April, 2009.

Kratka biografija:



Goran Marković, rođen je u Bijeljini (Bosna i Hercegovina) 1984. godine. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Bezbednosti saobraćaja odbranio je 2009. godine.



Dragan Jovanović rođen je u Zrenjaninu 1974. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2005. godine, a od 2006. je u zvanju docenta. Oblast interesovanja je bezbednost saobraćaja.

EMISIJA FORMALDEHIDA IZ OFSET TABAČNE ŠTAMPE

FORMALDEHYDE EMISSION FROM SHEET-FED OFFSET PRINTING

Milena Vrućinić, Jelena Kiurski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu je razmotreno nekoliko ključnih aspekata uticaja korišćenih materijala i ekološkog upravljanja u procesu ofset tabačne štampe. Pored karakteristika formaldehida i njegovog uticaja na zdravlje ljudi i grafičko okruženje, dat je prikaz studija o uticaju formaldehida na zdravlje zaposlenih u grafičkoj industriji. Takođe, dat je opis operacija ofset tabačne štampe i materijala koji sadrže formaldehid, sa osvrtom na mogućnost emisije formaldehida u toku pojedinih operacija.

Abstract – This work considers several key aspects of the impact of materials that are used and environmental management in the process of offset sheet fed printing. Besides the description of formaldehyde and its impact on human health and the graphical environment, there is a study about the influence of formaldehyde on the health of employees in the printing industry. Also, there is a description of sheet fed offset printing operations and materials that contain formaldehyde, with regard to the possibility of emission of formaldehyde during the some operations.

Ključne reči: Ofset tabačna štampa, formaldehid, toksičnost, mere prevencije

1. UVOD

Ofset štampa je tehnika štampanja koja je danas najviše u upotrebi. Koristi se za proizvodnju različitih proizvoda među kojima su i knjige, časopisi, reklamni materijal i ambalaža. U zavisnosti od toga da li je ulazni materijal u obliku tabaka ili rolne, postoje tabačna i rotaciona ofset štampa.

Ofset tabačna štampa, u odnosu na druge tehnike štampanja, ima značajne ekonomske i kvalitativne prednosti. Međutim, u toku procesa ofset tabačne štampe koriste se materijali koji sadrže štetne materije i doprinose emisiji lako isparljivih jedinjenja i opasnih polutanata, među kojima je i formaldehid.

Maksimalno dozvoljena koncentracija formaldehida (MDK) u vazduhu u zatvorenom prostoru kreće se od 0,012 do 1,0 mg/m³ [1]. Konkretno, maksimalno dozvoljena koncentracija za vazduh radnih prostora (MDKrp) iznosi 1 mg/m³, a za vazduh naseljenih mesta srednja dnevna koncentracija iznosi 0,012 mg/m³, dok MDK za kratkotrajno izlaganje iznosi 0,035 mg/m³. U vodama, bez obzira na klasu vode MDK je 0,5 mg/l.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji je mentor bila dr Jelena Kiurski, vanr. prof.

2. FIZIČKO-HEMIJSKE KARAKTERISTIKE FORMALDEHIDA

Formaldehid (IUPAC – metanal) je prvi član homologog niza acikličnih aldehida, organskih jedinjenja sa kiseonikom, koji sadrži karbonilnu grupu kao funkcionalnu, a nema izomera. Hemijska formula formaldehida je H₂CO.

Formaldehid je gas oštrog i prodornog mirisa. U promet dolazi u vidu 37%-nog rastvora. Stajanjem formaldehid ispari, a najvećim delom se taloži kao triksimetilen. Pod uticajem vazduha polako oksiduje u mravlju kiselinu. Radi sprečavanja polimerizacije dodaje mu se 10-15% metanola. Takav rastvor je jako reaktivan i označava se kao 100%-ni formalin. Relativna gustina formaldehida je 0,82 g/cm³ za gas, a 1,081-1,085 g/cm³ za rastvor, dok je temperatura ključanja -19°C za gas, a 96°C za rastvor. Temperatura samopaljenja je 430,3°C.

Formaldehid se proizvodi katalitičkom oksidacijom metanola, uz srebro kao katalizator. Takođe, formaldehid nastaje kontrolisanom oksidacijom zemnog gasa ili smeše propana i butana sa vazduhom u gasnoj fazi pri 350-450°C.

Ulazi u brojne reakcije u koje ne stupaju ostali aldehidi, zbog toga što ima samo vodonikove atome vezane za karbonilnu grupu i reaktivniji je od ostalih aldehida. Ima samo jedan ugljenikov atom, odnosno nema α -vodonikovih atoma i ne može sam sa sobom da ulazi u adicije aldolnog tipa. Kako nema α -vodonikovih atoma, formaldehid ne daje aldehidne smole s koncentrovanom bazom, ali ulazi u Cannizzarovu reakciju.

Kao aldehyd, daje pozitivnu reakciju na Tollensov test, pri čemu nastaje srebrno ogledalo. Može se dokazati Fehlingovim reagensom uz nastajanje crvenosmeđeg taloga, dok primenom Schiffovog reagensa daje ljubičastocrveno obojenje.

Koristi se i u industriji plastičnih masa, industriji boja, tekstila, kože, hartije i farmaceutskoj industriji. Upratebljava se i u hemijskoj, petrohemijskoj i prehrambenoj industriji, kao sirovina za sintezu, sredstvo za dezinfekciju, zaštitno sredstvo, sredstvo za redukciju i kao učvršćivač [1, 2].

3. UTICAJ FORMALDEHIDA NA ZDRAVLJE ZAPOSLENIH I GRAFIČKO OKRUŽENJE

Usled izloženosti uticaju formaldehida iznad dozvoljenih koncentracionih granica, mogu nastati različiti zdravstveni problemi. Negativni zdravstveni efekti u grafičkoj industriji, usled izloženosti formaldehydu su i perutanje kože, koje dovodi do dermatitisa, osetljivosti kože i disajnih puteva. Izloženost formaldehydu duži vremenski period može da dovede i do apsorpcije formaldehida u telo i prouzrokuje oštećenje unutrašnjih

organa, jetre, bubrega i pluća. Takođe, formaldehid utiče na centralni nervni sistem i može da prouzrokuje negativne efekte, kao što su pospanost, otežana koordinacija, pažnja i ravnoteža.

Formaldehid je kancerogen za ljude. Internacionalna agencija za istraživanje kancera je zaključila da postoji dovoljno dokaza koji ukazuju na to da formaldehid izaziva rak nazalne duplje i ždrela kod ljudi. Mnoge studije su proučavale nastanak raka respiratornih organa usled radne izloženosti formaldehidu. Na osnovu OSHA podataka, formaldehid je genotoksičan. Koncentracija formaldehida od 20 ppm se smatra za potencijalno kancerogeno.

Na osnovu OSHA standarda maksimalna dozvoljena koncentracija formaldehida u toku osmočasovnog radnog vremena je 0.75 ppm, dok je maksimalna dozvoljena koncentracija formaldehida u toku petnaestominutnog perioda 2 ppm. Aktivni (radni) nivo za formaldehid je 0,5 ppm. Monitoring vazduha, medicinski nadzor i drugi specijalni uslovi se zahtevaju iznad ovog dozvoljenog nivoa [3, 4].

4. EMISIJA FORMALDEHIDA IZ OFSET TABAČNE ŠTAMPE

Operacije pripreme štampe podrazumevaju izradu pozitiv ili negativ filmova koji se koriste za izradu ploča. Ulazni materijali koji se koriste u izradi filmova su slični materijalima koji se koriste u izradi fotografija. Emisija formaldehida može da bude rezultat korišćenja razvijачa, fiksira ili tečnosti za čišćenje i smatra se da je neznatna. U toku operacija izrade štamparske ploče emisija formaldehida takođe je neznatna.

Emisija formaldehida nastaje kao rezultat korišćenja rastvarača za čišćenje koji sadrže formaldehid ili isparavanjem boja. Emisija formaldehida može da nastane i kao rezultat korišćenja rastvora za vlaženje.

U toku štampe emituje se najveća koncentracija formaldehida u radno okruženje. Proces štampe uključuje i operacije čišćenja mašine tokom procesa štampe ili pripreme mašine za štampu.

Povezivanje je najznačajnija operacija završne grafičke obrade, koja doprinosi emisiji formaldehida. Emisija formaldehida je rezultat korišćenja adheziva na bazi formaldehida. Manje značajna emisija formaldehida nastaje isparavanjem iz lakova.

Merena je koncentracija formaldehida i njegova emisija iz operacija ofset tabačne štampe tokom perioda od januara do jula [5]. Uzorci vazduha sakupljeni su i analizirani pomoću prenosivog prostornog analizatora vazduha Miran 205B serija SapphlRe (slika 1.) [5].



Slika 1. Miran 205B serija SapphlRe

Formaldehid je pronađen u radnom prostoru u vremenu od 9.00 do 16.00 sati. Ovi rezultati ukazuju na to da je formaldehid rizična zagađujuća supstanca za radnike u štampariji [5]. Prosečna koncentracija formaldehida za 4 meseca je bila 5.1 ± 3.0 ppm (tabela 1). Rezultati su pokazali da je koncentracija formaldehida u zoni ofset tabačne štampe bila mnogo iznad dozvoljenih vrednosti prepisanih OSHA standardom od 2 ppm. Primećeno je da je emisija formaldehida povezana sa korišćenjem rastvarača u navedenoj štampariji [5].

Tabela 1. Prosečna koncentracija formaldehida tokom 4 meseca, od januara do jula 2007. [5]

Meseci	Formaldehid (ppm)
Januar	8.28 ± 1.5
Mart	7.93 ± 1.6
Maj	2.72 ± 3.12
Jul	1.94 ± 1.9
Prosek 4 meseca	5.12 ± 3.0
OSHA standard	2 ppm

5. METODE PREVENCIJE I ZAŠTITE RADNE I ŽIVOTNE SREDINE

Prevenција od zagađivanja je integralni proces redukovanja ili eliminacije zagađujućih supstanci na izvoru kontaminacije i postiže se povećanjem efikasnosti upotrebljenog sirovog materijala, energije, vodenih i drugih resursa, kao i redukovanjem ili potpunom zamenom opasnih materija iz proizvodnog procesa.

5. 1. Zamena formaldehida manje štetnim jedinjenjima

U toku izrade filmova, formaldehid se koristi kao stabilizator, odnosno kao sredstvo za učvršćivanje želatinastog sloja. Kao zamena za formaldehid, može da se koristi glutaraldehid i sukcinaldehid koji predstavljaju ekološki podobnija rešenja.

Da bi se izbegla emisija formaldehida u procesu izrade ofset štamparskih ploča, preporučljiva je upotreba kopirnih slojeva koji ne sadrže formaldehid, kao i hemikalija za razvijanje bez formaldehida [6, 7].

Poznata alternativa bojama na bazi nafte su boje na biljnoj bazi. Izrađuju se od različitih biljnih ulja i uključuju ulja kukuruza, oraha, kokosa i soje.

Na raspolaganju su i dodaci različitih proizvođača kojima se redukuje koncentracija formaldehida iz štamparskih boja i adheziva.

Flint grupa je proizvela ekološki bolji rastvor za vlaženje sa efektivnim sistemom zaštite, kojim se sprečava rast bakterija u sistemima za vlaženje bez upotrebe formaldehida. I na domaćem tržištu se mogu naći rastvori za vlaženje bez formaldehida. Takav rastvor je Supreme 250. Supreme 250 je primenjiv za sve tipove ofset ploča i ne sadrži teške metale ili formaldehid. Potpuno je biološki razgradiv, ne peni i sadrži sastojke koji sprečavaju stvaranje bakterija i gljivica.

Takođe su, na raspolaganju i lepkovi na bazi vode koji ne emituju formaldehid i rastvaraju se u procesu razbojavanja tokom reciklaže [8-10].

5. 2. Mere prevencije u radu sa formaldehidom

Od primarnog značaja je usvajanje odgovarajućih preventivnih mera za direktno uklanjanje formaldehida iz izvora koje se sprovode kroz eliminaciju ili supstituciju formaldehida manje štetnim jedinjenjima. Ukoliko nije moguće izvršiti supstituciju ili eliminaciju formaldehida, neophodno je izvršiti izdvajanje formaldehida, ili preduzeti procesne ili kontrolne mere bezbednosti.

U tradicionalanoj ofset štampi se vrši vlaženje neštampajućih elemenata čime se sprečava kontakt neštampajućih elemenata sa bojom. Rastvor za vlaženje sadrži opasne dodatke, kao što je formaldehid. Prelazak na bezvodni postupak štampanja eliminiše upotrebu rastvora za vlaženje i mogućnost emisije formaldehida.

Tokom čišćenja cilindara, zaposleni obično potapaju sunder ili radne krpe u posudu sa rastvaračem za čišćenje koji je za to vreme otvoren. Umesto takvog načina čišćenja, radnici mogu da koriste uređaj za čišćenje sa oprugom i time olakšaju posao, smanjujući izloženost isparenjima iz rastvarača. Čišćenjem cilindara na ovaj način mogu da se izbegnu iznenadna prosipanja i ograniči potrošnja rastvarača.

U mnogim slučajevima formaldehid, oprema i procesi mogu biti zamenjeni bezbednijim rešenjima kojima se eliminišu rizici ili smanjuju na prihvatljiv nivo. Na primer, instaliranje automatskih uređaja za čišćenje gumenih prekrivača valjaka eliminišu potrebu ručnog čišćenja i minimalizuju izloženost zaposlenih uticaju formaldehida. Instaliranje automatskih sistema za pranje gumenih prekrivača kod većih mašina može povećati efikasnost i bezbednost mašine. Gumene prekrivače mogu biti očišćeni tokom štampe bez zaustavljanja mašine i korišćenja manuelnih metoda čišćenja.

Značajna redukcija otpada i eliminacija upotrebe formaldehida se postiže primenom digitalne pripreme i CtP tehnologije. Glavna prednost CTP tehnologije je izostanak procesnih hemikalija i otpadnih materijala.

Tehničke kontrolne mere i administrativne kontrolne mere, svakako, treba da su preventivne. Mere tehničke kontrole, kao što je instaliranje odgovarajućeg ventilacionog uređaja, mogu eliminisati ili smanjiti koncentraciju formaldehida u vazduhu. Administrativne kontrolne mere, kao što su usvajanje i primena bezbednih radnih postupaka i raspoređivanje pauza ili radnih smena, mogu ograničiti vreme koje zaposleni provode u prisustvu formaldehida i smanjiti njihovu izloženost.

Upotreba zaštitne opreme je dodatna mera prevencije kojoj se poslednjoj pribegava, da bi se minimalizovala izloženost formaldehidu [9, 11].

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata rada može se zaključiti da je formaldehid opasna zagađujuća supstanca radnog prostora u štamparijama koje primenjuju ofset tehniku štampanja. Upotreba formaldehida ima negativne posledice po zdravlje zaposlenih i životnu sredinu. U skladu sa tim, uvedene su mnoge mere zaštite čovekove radne i životne sredine, kao što je i zamena formaldehida manje štetnim jedinjenjima. Ukoliko nije moguće izvršiti zamenu formaldehida, neophodno je primeniti kontrolne i tehničke mere

bezbednosti kao što su promena procesa i opreme. Upotreba CTP tehnologije ili prelazak na bezvodni postupak štampanja su načini primene prema ekološki održivom razvoju.

7. LITERATURA

- [1] Vitorović, S. Lj.; Skrlj, M.; Mitić, N. V.; Levata, S.: „Otrovne hemikalije u Jugoslaviji“, Poslovni sistem „Grmeč“-„Privredni pregled“, Beograd, 1996.
- [2] Noller, C. R.: „Kemija organskih spojeva“, Tehnička knjiga Zagreb, 1973.
- [3] N.C. Department of Labor Division of Occupational Safety and Health: „A Guide to Formaldehyde“, Carolina, 2003.
- [4] Occupational Safety and Health Branch, Labor Department: Chemical Safety in the Workplace – Guidance Notes on Chemical Safety in Printing Industry, 2004.
- [5] Thanacharoenchanaphas, K.; Changsuphan, A.; Thongsri, T.; Phetkasem, S.; Lertkanawanitchakul, C.: Formaldehyde and isopropyl alcohol emissions from sheetfed offset lithographic printing operations in printing house in Thailand, Bangkok, Thailand, 2007., Iaqvec, 1-5 str.
- [6] <http://www.pneac.org/listserv>.
- [7] Noquchi, T.; Hosokama, J. et al.: US Patent 6806041 – Color light – sensitive materials, as well as an image processing method and apparatus using the same, 2004.
- [8] Hong Kong Green Label Scheme – Product Environmental Criteria for Printing Ink, Hong Kong, 2007.
- [9] Lewis, B.: The Absence of Waste and Beyond, Common Pollution Prevention Practices in Printing, 1994.
- [10] <http://www.flintgrp.com/>
- [11] Occupational Safety and Health Branch, Labor Department: Chemical Safety in the Workplace – Guidance Notes on Chemical Safety in Printing Industry, 2004.

Kratka biografija:



Milena Vrućinić rođena je u Bačkoj Palanci 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna – Ekologija i održivi razvoj u grafičkom inženjerstvu odbranila je 2009. god.



Jelena Stevan Kiurski, vanredni profesor na Fakultetu tehničkih nauka, oblast grafičko inženjerstvo i dizajn, ima više od 100 radova objavljenih u domaćim i međunarodnim časopisima, od čega je 14 radova objavljeno u časopisima sa SCI liste. Uključena je u obrazovni rad i istraživanja iz oblasti zaštite radne sredine u grafičkom okruženju.

BTEX U GRAFIČKOM OKRUŽENJU

BTEX IN PRINTING ENVIRONMENT

Tatjana Anđelković, Jelena Kiurski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu je izvršena analiza prisustva BTEX jedinjenja (benzen, toluen, etilbenzen, ksilen) u grafičkom okruženju, kao i analiza njihovog uticaja na zdravlje čoveka. Budući da su BTEX jedinjenja okarakterisana kao izuzetno toksična, u radu su opisane metode za redukciju prisustva BTEX-a u grafičkom okruženju.

Abstract – The analysis of BTEX (benzene, toluene, ethylbenzene, xylene) compounds presence in printing environment as well as the analysis of their influence on human health has been conducted in this work. Given the fact that BTEX compounds are defined as extremely toxic, the work describes methods of reducing their presence in printing environment.

Cljučne reči: BTEX, toksičnost, ofset štampa, zaštita radne sredine

1. UVOD

Osnovna delatnost grafičke industrije jeste proizvodnja grafičkih proizvoda, za koju su neophodni prirodni resursi i izvori energije.

Eksploatacijom osnovnih resursa (energije, vode, vazduha), primarnih i sekundarnih štamparskih materijala (boje, papira, rastvora za čišćenje mašina i oplemenjivanje otiska) grafička industrija svakodnevno oslobađa velike količine hemijskog i fizičkog otpada.

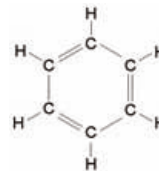
Negativne posledice stvaranja otpada su mnogobrojne i direktno, ili indirektno, utiču na globalno pogoršanje uslova radne i životne sredine. Otpad koji stvara grafička industrija sadrži toksične lako isparljive supstance, benzen, toluen, etilbenzen i ksilen, ili skraćeno BTEX, koje direktno narušavaju zdravlje ljudi.

Cilj ovog rada bio je da se utvrdi prisustvo BTEX jedinjenja u grafičkom okruženju, analizira promena BTEX koncentracija tokom štamparskog procesa i definišu metode za redukciju štetnog uticaja BTEX-a na radnu i životnu sredinu.

2. BTEX: FIZIČKO-HEMIJSKE KARAKTERISTIKE

2.1. Benzen

Benzen je organsko jedinjenje molekulske formule C_6H_6 [1] i sa svojim derivatima ubraja se u grupu aromatičnih ugljovodonika. Struktura benzena predstavljena je u obliku pravilnog šestougla sa tri dvostruke veze (Slika 1).



Slika 1. Struktura benzena

Većina aromatičnih jedinjenja su derivati benzena ili drugih aromatičnih jedinjenja. Različiti derivati benzena nastaju zamenom jednog ili više vodonikovih atoma drugim atomima ili grupama u benzenu.

Benzen je bezbojna tečnost specifičnog mirisa, male viskoznosti i gustine (0.8786 g/cm^3). Otrovan je i kancerogen u tečnom i gasovitom stanju. Benzen i njegovi derivati se ne rastvaraju u vodi, rastvorni su u nepolarnim rastvaračima, kao što su alkohol, etar, ugljen-tetrahlorid i drugi. Dobro rastvaraju masti, smole, sumpor, jod i druge supstance, zbog čega se primenjuje kao komponenta štamparskih boja i sredstava za čišćenje štamparskih mašina.

2.2. Toluen

Toluen (metilbenzen) je takođe aromatični ugljovodonik, molekulske formule C_7H_8 [1]. Nastaje supstitucijom jednog vodonikovog atoma u benzenu metil grupom ($-CH_3$). Toluen je bezbojna refraktivna tečnost sa mirisom nalik benzenu, gustine 0.8669 g/cm^3 . Ne klasifikuje se kao karcinogena supstanca, ali je veoma zapaljiv i štetan. Toluen ima osobinu rastvarača kao i benzen, pa ga u mnogo slučajeva zamenjuje. Upotrebljava se kao rastvarač za ulja, smole, prirodnu i sintetičku gumu, ter kamenog uglja, asfalt, katran i acetil-celulozu. Koristi se kao rastvarač za celulozne boje i boje za rotogravuru (duboku štampu), a prisutan je u skoro svim tipovima štampe kao rastvarač za boje i lakove i sredstva za čišćenje mašina.

2.3. Etilbenzen

Etilbenzen je aromatični ugljovodonik molekulske formule C_8H_{10} [1]. Molekul etilbenzena se sastoji iz benzenovog prstena i etil grupe ($-C_2H_5$). Drugi naziv je feniletan. Etilbenzen je bezbojna, zapaljiva tečnost aromatičnog mirisa, gustine 0.8665 g/cm^3 . Rastvara se u organskim rastvaračima. Etilbenzen je prisutan u štamparskim bojama i sredstvima za čišćenje štamparskih mašina.

2.4. Ksilen

Ksilen je opšti naziv za grupu od tri benzenova derivata: orto-, meta- i para- izomere dimetil benzena [1]. Prefiksi orto-, meta- i para- određuju mesto vezivanja dve metil grupe u molekulu ksilena. Orto-izomer po IUPAC nomenklaturi ima naziv 1,2-dimetil benzen, meta-izomer prema tome ima naziv 1,3-dimetil benzen, dok para-

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Tatjane Andeković čiji mentor je bila prof. dr Jelena Kiurski.

izomer nosi naziv *1,4-dimetil benzen*. Molekulska formula ksilena, odnosno dimetil benzena je C_8H_{10} .

Ksilen, je bistra, pokretljiva i zapaljiva tečnost. Gustine orto-, meta- i para-ksilena su 0.880, 0.8684 i 0.861 g/cm³, respektivno.

Ksilen se koristi kao sredstvo za čišćenje čelika, ili kao rastvarač za alkidne smole i lakove. U grafičkoj industriji koristi se u rastvaračima štamparskih boja, sredstvima za čišćenje mašina i lakovima u završnoj grafičkoj obradi.

3. BTEX U OFSET ŠTAMPI

3.1. Izvori emisije BTEX-a

Osnovni izvori emisije BTEX-a u ofset štampi su:

- štamparska boja,
- sredstvo za čišćenje i odmašćivanje ofset mašina,
- lakovi,
- lepila.

Mineralna ulja, koja se koriste kao veziva u proizvodnji ofset štamparskih boja, predstavljaju izvor emisije aromatičnih ugljovodonika, benzena, toluena, etilbenzena i ksilena.

Dok sastav ofset boje u kojoj je upotreba mineralnih ulja prilično redukovana predstavlja savremenu formulu grafičke boje, još uvek se u velikoj meri koriste boje na bazi nafte i naftnih derivata. S obzirom na to da grupa lako isparljivih aromatičnih ugljovodonika, BTEX, potiče od nafte i njenih derivata, upotreba boja predstavlja rizik po zdravlje svih zaposlenih u grafičkom okruženju.

Drugi izvor BTEX-a iz ofset štampe su rastvarači, čiji je osnovni zadatak da isparavanjem doprinesu bržem sušenju filma boje na podlozi. Boje koje se suše isparavanjem rastvarača koriste se u rotacionoj ofset štampi, dok se u tabačnoj štampi uglavnom koriste boje koje se suše apsorpcijom u materijal za štampu ili oksipolimerizacijom. Boje za rotacionu ofset štampu sadrže visok procenat (20-40%) mineralnih ulja visoke tačke ključanja, oko 250°C. Isparavanjem rastvarača u sistemima za sušenje oslobađa se velika količina BTEX-a. Emisija toksičnih supstanci BTEX-a je, prema tome, mnogo veća u rotacionoj nego u tabačnoj ofset štampi.

Izvor emisije BTEX-a u ofset štampi može biti i sredstvo za čišćenje ofset mašina. Sredstvo za čišćenje ofset mašina najčešće je smeša supstanci organskog porekla. Koriste se rastvori poreklom od nafte različitih karakteristika, koji u svom sastavu imaju alifatične i aromatične ugljovodonike. Rastvori na bazi nafte brzo uklanjaju boju i brzo isparavaju, zahtevajući minimalno zaustavno vreme štamparske mašine. Međutim, sadrže više od 60% BTEX-a. Kao komponente sredstava za čišćenje javljaju se: benzen, kumen, cikloheksan, etilbenzen, heksan, metilhloroform, metiletil-keton, metilen-hlorid, naftalen, toluen, ksilen, 1,2,4- trimetilbenzen i izopropil alkohol.

Snažnom isparavanju, odnosno emisiji BTEX-a, doprinosi upotreba sredstava za čišćenje na bazi ugljovodonika niske tačke ključanja. Razlog za korišćenje ovog rastvora je visoka efikasnost u čišćenju i odmašćivanju elemenata štamparskog agregata. Benzen, toluen, etilbenzen i ksilen imaju svojstvo da rastvaraju masti i smole i zbog toga je veoma značajno njihovo prisustvo u sredstvima za čišćenje.

3.2. Detekcija BTEX jedinjenja

Za detekciju BTEX-a se najčešće koriste:

- proračun intenziteta emisije BTEX-a prema sadržaju u grafičkim materijalima,
- metoda gasne hromatografije.

Proračun intenziteta emisije BTEX. Količina emitovanih BTEX jedinjenja [2] može se odrediti na osnovu sadržaja u grafičkim materijalima, koji se koriste u pogonima ofset štampe. Kalkulacije se vrše na osnovu podataka koje dostavlja proizvođač određenog materijala. Izračunavanje količine emitovanih BTEX jedinjenja iz grafičkih materijala vrši se prema obrascu:

$$(\text{količina materijala za upotrebu}) \times (\text{sadržaj BTEX-a u upotrebljenom materijalu}) \times (\text{faktor emisije određenog materijala}) = (\text{količina emitovanih BTEX-a})$$

Faktor emisije (bezdimenziona vrednost) za grafičke materijale iznosi:

- 0,05 – za ofset štamparsku boju,
- 0,5 – za sredstvo za čišćenje ofset mašina i
- 0,05 – za konvencionalne lakove.

Metoda gasne hromatografije [3] je metoda za određivanje lako isparljivih jedinjenja u vazduhu. Princip metode zasniva se na adsorpciji lako isparljivih jedinjenja na pogodnom adsorbentu ili se vazduh prikuplja u odgovarajućim standardnim polietilenskim vrećama za uzorkovanje koji se kasnije analizira u laboratoriji. Korišćenjem odgovarajućih hromatografskih kolona i detektora organska lako isparljiva jedinjenja se razdvajaju i kvantitativno određuju na osnovu kalibracionih standarda.

3.3. Koncentracioni nivo BTEX-a u pogonu ofset štampe

Merenja koncentracija BTEX-a u pogonima ofset štampe [4, 5] vršena su u periodu od juna do septembra 2005. godine. Vazduh je uzorkovan četiri puta u toku osmočasovnog radnog vremena korišćenjem mobilnog gasnog hromatografa, *Voyager Photovac*. Ispitivana štamparska okruženja uglavnom obuhvataju mašine sa više štamparskih agregata, a uzorci vazduha uzimani su na visini od 1m iznad tla. Tokom merenja koncentracija BTEX-a temperatura vazduha na radnom mestu bila je stabilna, od 23 do 26°C. Prosečne koncentracije BTEX-a u toku celokupnog perioda ispitivanja i vrednosti maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK) prema ACGIH (The American Council of Governmental Industrial Hygienists) prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1. *Prosečne vrednosti BTEX-a i MDK*

	Koncentracija [ppm]	MDK [ppm]
BENZEN	101.7 ± 28	0.5
TOLUEN	1.7 ± 0.3	50
ETILBENZEN	3.0 ± 2.5	100
KSILEN	1.9 ± 0.7	100

Tokom četiri meseca merenja koncentracija BTEX-a, benzen je prisutan sa izuzetno visokim koncentracijama u vazduhu grafičkog okruženja. MDK za benzen iznosi svega 0.5 ppm zbog dokazanog kancerogenog dejstva i

mnogih toksičnih efekata koje izaziva u organizmu čoveka. Izmerene koncentracije toluena, etilbenzena i ksilena daleko su ispod MDK od 50 ppm, odnosno 100 ppm, respektivno.

Rezultati merenja koncentracija BTEX-a dovoljni su pokazatelji štetnog uticaja na radnike grafičke industrije. Zbog toga je neophodan redovni monitoring kvaliteta vazduha i koncentracije toksičnih supstanci, kako bi se definisale preventivne i korektivne mere zaštite.

4. UTICAJ NA ZDRAVLJE ČOVEKA

BTEX se unose u organizam čoveka preko pluća, kože i oralno, ali je inhalacija najvažniji i najčešći put unosa. U tabeli 2 prikazani su štetni uticaji benzena, toluena, etilbenzena i ksilena na pojedine sisteme u organizmu čoveka, kao i njihov uticaj na pojavu kancera i smrt čoveka prema načinu unosa u organizam.

Tabela 2. Uticaji BTEX-a na pojedine sisteme čovekovog organizma, prema načinu unosa u organizam [6]

		SMRT	AKUTNO OBOLJENJE	HRONIČO OBOLJENJE	IMUNOLOŠKI SISTEM	NEUROLOŠKI SISTEM	REPRODUKTI VNI SISTEM	GENETSKI MATERIAL	KANCER
BENZEN	Inhalacija	•	•	•	•	•	•	•	•
	Oralno	•	•			•			•
	Dermalno	•	•						
TOLUEN	Inhalacija	•	•	•	•	•	•	•	•
	Oralno		•						
	Dermalno		•					•	
ETIL- BENZEN	Inhalacija		•	•		•			•
	Oralno								
	Dermalno								
KSILEN	Inhalacija	•	•	•	•	•	•	•	•
	Oralno	•	•						
	Dermalno		•	•	•	•			•

Iz tabele 2 je evidentno da je inhalacija najčešći put unosa BTEX-a u organizam čoveka, što obično izaziva akutna oboljenja uz moguću pojavu kancera.

Sve četiri komponente BTEX izazivaju neurološke tegobe, dok benzen izaziva hematološke efekte koji mogu da dovedu do aplastične anemije i mijeloične leukemije. Zabrinutost za kancerogeno dejstvo BTEX-a pojačava i sumnja da je etilbenzen kancerogen. Iako nije ispitivano dejstvo sve četiri komponente zajedno, veruje se da njihovo zajedničko ili kombinovano dejstvo može dodatno da pojača štetne efekte na zdravlje čoveka.

5. PRIMENA PREVENCIJE

Preventivne mere kojima bi se upotreba i emisija BTEX-a redukovale obuhvataju niz aktivnosti, koje se mogu svrstati u četiri grupe:

1. Primena zelene hemije,
2. Zaštita na radu (instalacija ventilacionih sistema i upotreba zaštitne opreme),
3. Preventivni zdravstveni pregledi radnika,
4. Primena savremenih tehnologija.

5.1. Primena zelene hemije

Zelena hemija podrazumeva razvoj proizvodnje novih hemijskih proizvoda i procesa koji redukuju ili eliminišu upotrebu i proizvodnju opasnih supstanci.

BTEX se iz procesa ofset štampe mogu delimično ili potpuno eliminisati upotrebom alternativnih grafičkih materijala:

- 1) Alternativnih ofset štamparskih boja:
 - ofset boja na bazi biljnog ulja,
 - ofset boja koje se suše dejstvom zračenja; UV i EB boje,
- 2) Alternativnih sredstava za čišćenje ofset mašina:
 - sredstava za čišćenje na bazi vode,
 - lakoisparljiva sredstava za čišćenje niske toksičnosti,
 - metil estara,
- 3) Alternativnih lakova i lepila:
 - lakova na bazi vode i UV lakova,
 - lepila na bazi vode.

5.2. Zaštita na radu

Zaštita na radu podrazumeva instalaciju i upotrebu:

- ventilacionih sistema,
- sistema za prečišćavanje vazduha,
- upotrebu zaštitne opreme.

Sistemi opšte i lokalne ventilacije imaju ulogu da maksimalno smanje koncentraciju toksičnih materija u vazduhu radnih prostorija izbacivanjem zagađenog i ubacivanjem određene količine svežeg vazduha.

Metode za prečišćavanje vazduha obuhvataju postupke otklanjanja čvrstih čestica i gasovitih komponenti iz vazduha. Osnovni postupci za prečišćavanje vazduha zagađenog organskim jedinjenjima [7] su:

- apsorpcija,
- adsorpcija na čvrstom adsorbentu,
- katalitička konverzija, i
- bioaktivni tretman.

Upotreba zaštitne opreme ima ulogu trenutne zaštite pri rukovanju opasnim materijalima. Preporučljiva je upotreba zaštitnih rukavica otpornih na rastvarače, zaštitnih čizama i keclja pri rukovanju sredstvima toksičnog dejstva. Respiratorna zaštita (respiratori, zaštitne gas maske) se, uglavnom, koristi u vanrednim situacijama pri emisiji toksičnih supstanci veoma visokih koncentracija, ili u slučajevima kada primarne mere zaštite ne funkcionišu.

5.3. Preventivni zdravstveni pregledi radnika

Zdravstveni pregledi radnika pri zapošljavanju i periodično u toku rada mogu da spreče razvoj akutnih, hroničnih i kancerogenih oboljenja, nastalih izlaganjem uticaju toksičnih supstanci na radnom mestu. Zdravstvenim pregledom radnika pre primanja u radni odnos može se sprečiti zapošljavanje pojedinaca sa već postojećim oboljenjima, kojima bi novo radno mesto pogoršalo zdravstveno stanje.

5.4. Primena savremenih tehnologija

U cilju redukovanja emisije toksičnih supstanci nastalih tokom rada štamparskog postrojenja, projektovani su štamparski sistemi koji obezbeđuju upotrebu grafičkih materijala sa niskim sadržajem BTEX-a. Uredaji za

automatsko nanošenje boje i čišćenje mašina, kao i ugrađeni ventilacioni sistemi obezbeđuju smanjenje koncentracije toksičnih para u grafičkom okruženju i minimalno izlaganje zaposlenih štetnom dejstvu toksičnih supstanci.

6. ZAKLJUČAK

Ovaj rad ukazuje na činjenice koje upotrebu rastvarača na bazi BTEX-a svrstavaju u postupke sa opasnim posledicama po zdravlje čoveka. Kancerogenost i hematotoksičnost benzena, neurotoksičnost toluena, kao i brojna akutna i hronična oboljenja koja izazivaju, razlog su inicijative za njihovu redukciju ili potpunu eliminaciju iz procesa štampe. Sa tim ciljem stvorene su brojne alternative za konvencionalnu boju i sredstva za čišćenje štamparskih mašina. Upotrebom alternativnih materijala i primenom dodatnih preventivnih mera moguće je obezbediti zadovoljavajuće uslove za rad u grafičkoj industriji.

Primena alternativnih boja i sredstava za čišćenje je, za većinu štamparskih postrojenja, ograničena zbog prividno većih troškova, u nekim slučajevima smanjene efikasnosti i neophodnog montiranja dodatne opreme, kao i promene načina rada. Međutim, uz adekvatno usklađivanje parametara procesa proizvodnje moguće je pronaći rešenje koje će radnicima obezbediti zdravu radnu sredinu uz kvalitetan i ekonomičan proizvodni proces.

7. LITERATURA

- [1] Arsenijević, S. „Organska hemija“, Naučna knjiga, Beograd, 1998.
- [2] Jones, G.A. „Determining VOC/HAP Emissions from sheetfed Offset Lithographic Printing Operations“, Printers National Environmental Assistance Center, Printing Industries of America, 2004.
- [3] „Pravilnik o graničnim vrednostima, metodima merenja imisije, kriterijumima za uspostavljanje mernih mesta i evidencije podataka“, „Službeni glasnik RS“, br 54/92, 30/99, 19/2006, 2006.
- [4] Thanacharoenchanaphas, K., Changsuphan, A., Nimnual, R., Thongsri, T., „Investigation of BTEX and ozone concentrations in a printing facility in Bangkok, Thailand“, Publication: International Journal of Applied Environmental Sciences, June 2007.
- [5] Adamović, D., Pavlović, Ž., Karlović, I., Kiurski, J., Vojinović-Miloradov, M. „Gas Chromatography Detection of Air Polluted Graphic Indoor“, Physical Chemistry 2008., Proceedings of the 9th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry, Beograd, 2008.
- [6] „Interaction profile for: Benzene, Toluene, Ethylbenzene and Xylenes (BTEX)“, U.S. Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2004.
- [7] Kiurski, J. „Grafičko okruženje“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2008.

Kratka biografija:



Tatjana Andelković rođena je u Sremskoj Mitrovici 1983. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn odbranila je 2009.god.



Jelena Kiurski rođena je u Kikindi 1950. god. Doktorirala je na Tehnološkom fakultetu u Novom Sadu 1997., a od 2006. je u zvanju vanrednog profesora na Fakultetu tehničkih nauka, oblast grafičko inženjerstvo i dizajn.

EMISIJA IZOPROPIL ALKOHOLA IZ TABAČNE OFSET ŠTAMPE

THE EMISSIONS OF ISOPROPYL ALCOHOL FROM SHEETFEED OFFSET PRINTING

Ivana Martinović, Jelena Kiurski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu je utvrđen štetan uticaj izopropil alkohola na zdravlje zaposlenih u grafičkoj industriji sa fokusom na emisiju IPA nastalu u ofset tabačnom štamparskom postupku. Takođe, je analizirana primena alternativnih ekološki prihvatljivih jedinjenja koja u većoj meri doprinose očuvanju radne i životne sredine.

Abstract – The work considers harmful influence of isopropyl alcohol on human health employed in printing industry with a focus on the emissions created by using the sheetfed offset printing procedure. Also, the work analyzes the use of alternative environmentally friendly compounds, which will increasingly contribute to the preservation of labor and the environment.

Cljučne reči: izopropil alkohol, toksičnost, zaštita životne sredine, ofset tabačna štampa

1. UVOD

Grafička industrija tokom proizvodnje svakodnevno stvara velike količine otpada. Najčešće zagađujuće supstance radne sredine predstavljaju isparljiva organska jedinjenja, koja se emituju tokom procesa štampe i direktno narušavaju zdravlje zaposlenih. Iz grafičke industrije emituju se: toluen, ksilen, benzen, metanol, aceton, izopropil alkohol i drugi.

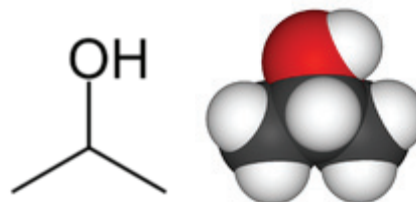
Uloga i emisija izopropil alkohola (IPA) u ofset tabačnom štamparskom postupku razmatrani su u ovom radu sa osvrtom na primenu odgovarajućih preventivnih mera u cilju zaštite i očuvanja životne sredine.

2. FIZIČKO-HEMIJSKE KARAKTERISTIKE IZOPROPIL ALKOHOLA

Izopropil alkohol (izopropanol, sekundarni propil-alkohol, dimetil-karbinol, 2-propanol, petrohol, iso, izopro, alkohol za dezinfekciju ili skraćeno IPA), molekulске formule $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$ je bistra, bezbojna, zapaljiva, isparljiva, lakopokretljiva tečnost karakterističnog mirisa. IPA je najjednostavniji primer sekundarnog alkohola, u kojem je alkoholna grupa povezana sa druga dva ugljenikova atoma (slika 1).

Izopropil alkohol nastaje prema dva procesa nastajanja: indirektna i direktna hidratacija. Kod indirektnog procesa propilen reaguje sa sumpornom kiselinom i obrazuje smešu sulfatnih estara, a potom se hidrolizom dobijenih estara proizvodi IPA. Direktnom hidratacijom reaguju propen i voda, u gasnom ili tečnom stanju pod velikim pritiskom u prisustvu kiselih katalizatora. Oba

procesa zahtevaju da IPA bude odvojen od vode ili drugih sporednih proizvoda destilacijom.



Slika 1. Strukturna formula IPA

Izopropil alkohol podleže svim hemijskim reakcijama koje su tipične za sekundarne alkohole. Uslovi koji doprinose nestabilnosti IPA su toplota, iskre ili plamen. Burno reaguje sa jakim oksidujućim sredstvima. Opasne materije koje mogu nastati razlaganjem i dekompozicijom IPA su toksične pare ugljen dioksida i ugljen monoksida. IPA je sličan etil alkoholu u pogledu karakteristika kao rastvarača i stepena isparavanja. Kao rastvarač koristi se u: farmaceutskoj, kozmetičkoj, hemijskoj, naftnoj, grafičkoj, u industriji boja i lakova i u medicini. U ofset štampi, kao segmentu grafičke industrije, IPA se koristi kao rastvarač u sredstvu za vlaženje [1].

Fizičko-hemijske osobine IPA kao rastvarača omogućile su njegovu primenu u grafičkoj industriji. Velika isparljivost, laka dostupnost i efikasnost koju postiže pri štampi glavni su razlozi njegove primene.

3. UTICAJ IPA NA ZDRAVLJE ČOVEKA

IPA se ubraja u zagađujuće, toksične materije, jer doprinosi zagađenju radnog i životnog okruženja i ima negativan uticaj na zdravlje zaposlenih.

Izlaganje ljudskog organizma izopropil alkoholu može nastati:

1. udisanjem (inhalacije),
2. unošenjem (gutanjem) preko hrane - ignestija,
3. u dodiru sa kožom i
4. preko kontakta sa očima.

Simptomi trovanja izopropil alkoholom su: glavobolja, nesvest, vrtoglavica, depresija, mučnina, povraćanje, amnezija i koma. IPA je iritantan za sluznicu i oči. U velikim dozama uzrokuje kardiovaskularnu depresiju [2, 3]. Maksimalno dozvoljena koncentracija u vazduhu koja ne izaziva iritaciju očiju, nosa i grla iznosi u različitim zemljama različito [2]:

u SAD	440 ppm
u UK	400 ppm (dugoročno izlaganje)
	500 ppm (kratkoročno izlaganje)
u Japanu	200 ppm

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bila prof. dr Jelena Kiurski.

4. ULOGA IPA U OFSET TABAČNOJ ŠTAMPI

Izopropil alkohol u ofset štampi se koristi da:

1. Smanji površinski napon rastvora za vlaženje i omogući stvaranje veoma tankog, ali ravnomernog i stabilnog filma rastvora za vlaženje na štamparskoj formi čime se obezbeđuje bolje vlaženje štamparske forme.
2. Razblaži i razredi sredstvo za vlaženje i poveća adsorpciju gumiarabike.
3. IPA konstantno isparava sa valjaka i štamparske forme i pomaže hlađenje kritičnih komponenata štamparske mašine tokom štampanja. Takođe hladi boju u štamparskoj mašini, jer reaguje endotermno. Zahvaljujući efektu hlađenja reološke karakteristike boja i prihvatanje sredstva za vlaženje ostaju konstantni.
4. Povećava viskoznost sredstva za vlaženje, što omogućava bolji transpost kroz jedinicu za vlaženje, pa vreme prenosa sredstva za vlaženje u sistemu za vlaženje može biti skraćeno.
5. Primenjuje se kao rastvarač boje.
6. Menja emulzione karakteristike štamparske boje. Poboljšava oticanje boje sa štamparske forme i utiče na regulaciju ostvarivanja balansa između boja i vode.
7. Ponaša se kao sredstvo za samoprečišćavanje (fungicid/biocid).
8. Služi kao sredstvo koje sprečava penušanje.
9. Ubrzava isparavanje vode sa neštampanjućih površina štamparske forme [4].

5. EMISIJA IPA IZ TABAČNE OFSET ŠTAMPE

Najznačajniji otpad koji nastaje tokom procesa ofset štampe su isparljiva organska jedinjenja, čija emisija sačinjava oko 98-99% svih toksičnih materija u vazduhu. Emisija VOCa, koja nastaje tokom procesa štampe u tabačnom ofset štamparskom postupku, je uglavnom rezultat isparavanja:

1. izopropil alkohola iz u sredstva za vlaženje, jer se često dodaje u sredstvo za vlaženje u koncentraciji od 8% do 15% (u nekim slučajevima čak i 30%), u zavisnosti od vrste štamparske mašine i vrste proizvoda;
 2. iz sredstva za čišćenje valjaka, cilindra obloženog gumom i drugih komponenti štamparske mašine.
- Osim u slučajevima malih tabačnih ofset mašina, sredstvo za vlaženje se uglavnom nalazi u rashladnoj jedinici pored štamparske mašine i kontinualno se dovodi u mašinu, a višak se recirkulacijom vraća u rezervoar [5].

5.1. Merenje emisije IPA iz ofset tabačne štampe

Merenje emisije IPA iz ofset tabačne štampe izvršeno je mobilnim analizatorom (Miran 205B seriesSapphlRe), slika 2. Uzorci su sakupljeni u više štamparija sa četvorbojnih i petobojnih ofset tabačnih mašina u periodu osmočasovnog radnog vremena od januara do jula [6]. Merenje koncentracije IPA vršeno je na visini od 1m iznad poda. Mobilni IPA analizator sadrži jednozračni infracrveni spektrofotometar, slika 2. Mikro kontroler automatski kontroliše, upravlja analizom i izračunava apsorbovane vrednosti IPA. Tokom analize gasa koristi se filter za čestice za uklanjanje prašine i drugih čestica. Takođe, koristi se i filter koji uklanja većinu infracrvenih

apsorbovanih komponenti iz vazduha. Rezultati analize su prikazani u ppm, tabela 1.



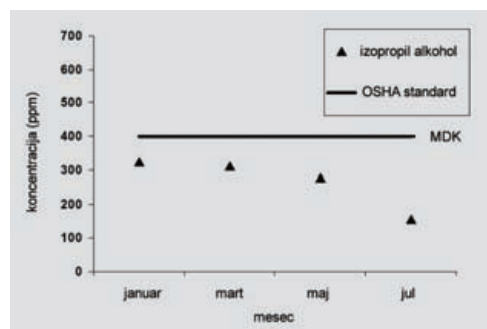
Slika 2. Mobilni analizator kojim je vršeno merenje emisije IPA (Miran 205B seriesSapphlRe)

Koncentracija IPA u radnom okruženju štamparije sa tabačnom ofset štampom prikazana je u tabeli 1. Prosečna koncentracija IPA je bila najveća u januaru, martu, maju i julu i iznosila je 325 ppm, 312 ppm, 277 ppm i 155 ppm, respektivno. Prosek koncentracije IPA za četiri meseca iznosio je 267 ppm (tabela 1) [6].

Tabela 1. Prosečna koncentracija IPA iz tabačne ofset štampe u radnom okruženju štamparije [6]

Mesec	(ppm)
	Izopropil alkohol
Januar	325 ± 52,57
Mart	312 ± 59,30
Maj	277 ± 88,19
Jul	155 ± 12,3
Prosek za 4 meseca	267 ± 67
OSHA standard	400 ppm (MDK)

Prosečna koncentracija izopropil alkohola u sva četiri meseca nije bila veća od maksimalno dozvoljenih granica propisanih standardom od 400 ppm (slika 3) [3].



Slika 3. Poređenje izmerene koncentracije IPA sa maksimalno dozvoljenim granicama OSHA standarda

Rezultati su pokazali da je emisija IPA u vezi sa količinom upotrebljenih rastvora za vlaženje u štampariji. Kada je vršena analiza u januaru i martu, rastvor koji je korišćen u operacijama ofset štamparskog procesa imao je visoku koncentraciju IPA. Prosečna koncentracija IPA za

svaki mesec ili za sva četiri meseca je znatno ispod propisanog standarda koji se odnosi na zaposlene u radnom okruženju (tabela 1 i slika 3), što znači da IPA ne predstavlja potencijalni rizik po zdravlje zaposlenih u analiziranim štamparijama [6]. Ukoliko bi došlo do povećanja emisije IPA iznad propisanih dozvoljenih vrednosti bilo bi neophodno preduzeti mere zaštite zdravlja zaposlenih, kao i tehničko-tehnološke izmene unutar postrojenja redukcijom emisije IPA ili upotrebom njegovih supstituenata.

6. PREVENTIVNE MERE

S obzirom na toksičnost proizvođači sredstva za vlaženje teže primeni manje štetnih i ekološki prihvatljivijih rastvarača, koji se ponašaju slično IPA. Iako upotreba IPA olakšava sprovođenje štamparskih operacija, njegova redukcija je postala važna zbog bezbednosti zaposlenih i okoline, propisanih strogih zakona Evropske Unije. Redukcija IPA u sredstvu za vlaženje pruža brojne prednosti. Kao prvo, IPA je visoko zapaljiva supstanca i stvara poteškoće prilikom skladištenja. Brzo i lako isparava u atmosferu, čime doprinosi zagađenju životne sredine i ugrožava zdravlje ljudi.

Takođe, utiče i na razgradnju boje, što rezultuje lošijim kvalitetom odštampanog otiska. Redukcijom IPA smanjuje se isparavanje sredstva za vlaženje i stvaranje neugodnih mirisa, bez gubitaka.

6.1. Alkoholna supstitucija

U prvim pokušajima da se štampa bez IPA, štampari su tražili proizvode i hemikalije sa karakteristikama koje su mogle direktno da zamene IPA, tako je i nastao izraz „alkoholna supstitucija“. Danas, savremeniji i prihvatljiviji izraz je „alcohol-free“ (bez alkohola).

Alkoholni supstituenti se razlikuju od IPA u nekoliko ključnih karakteritika, uključujući efekat na viskoznost, površinski napon, pH i provodljivost sredstva za vlaženje. Sredstvo za vlaženje bez alkohola nije univerzalno i opšte primenljivo, pa štampari moraju da pronađu najpovoljnije i najoptimalnije sredstvo za vlaženje za štamparsku mašinu.

Dostupno je nekoliko vrsta supstitueneta. Sastavljeni su od jedne ili više supstanci: glikol ili glikol etra i drugih aditiva koji obavljaju funkciju IPA. Kao supstituenti koriste se: propilen glikol, dipropilen glikol, monoetil etar, tripropilen glikol n-butil etar, etilen glikol monobutil etar.

Prednosti alternativnih (supstituentnih) sredstava za vlaženje su da:

1. sadrže svega 5% isparljivih organskih jedinjenja (dok IPA sadrži 100% VOC-ova),
2. nema isparavanja, jer je pritisak pare niži, te nema gubitaka u sistemu za vlaženje,
3. nije zapaljiv materijal, što obezbeđuje lakše i bezbednije rukovanje,
4. u skladu je sa trenutnim regulativama o zaštiti radne sredine u EU [7].

6.2. IPA regulative

Upotreba IPA je ograničena sve strožijim regulativama od strane agencija za zaštitu životne sredine i aktima o očuvanju čistog vazduha. Preporuke za smanjenje emisije IPA, a samim tim i smanjenje zagađenja životne sredine u skladu sa opštim postupcima prevencije zagađenja date su u tabeli 2 [8].

Tabela 2. Preporuke za smanjenje emisije IPA

Preporuke	Primena
1. Smanjiti koncentraciju IPA u praksi	Na sva postrojenja
2. Supstitucija IPA	Na sva postrojenja
3. Primena bezvodnog ofseta	Samo u posebnim slučajevima
4. Hlađenje sredstva za vlaženje sa IPA	Na sva postrojenja

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu navedene su činjenice koje upotrebu IPA u sredstvu za vlaženje, svrstavaju u postupke sa opasnim i štetnim posledicama po zdravlje zaposlenih i očuvanje životne sredine. Iz tog razloga, u ofset štamparskom postupku, koji zahteva upotrebu IPA, mora se obratiti značajnija pažnja na smanjenje štetnog dejstva IPA.

U cilju eliminacije IPA iz sredstva za vlaženje pronađene su alternative za sredstvo za vlaženje sa ekološki prihvatljivijim sastojkom. Njihovom upotrebom, primenom dodatnih preventivnih mera i modifikacijama procesa moguće je obezbediti zadovoljavajuće radne uslove za rad u grafičkoj industriji.

Smanjenju zagađenja doprinelo bi donošenje i primena odgovarajućih zakonskih regulativa o očuvanju i zaštiti životne i radne sredine grafičke industrije.

8. LITERATURA

- [1] V. Kosić, Lj. Kostić, „Hemijsko tehnološki leksikon“, Izdavačka radna organizacija „RAD“ Beograd, 1980.
- [2] P. Hayes, P. Martin, „Isopropyl alcohol, IPCS INCHEM“, University of Otago, New Zealand, 1997.
- [3] „Occupational safety and health guideline for isopropyl alcohol“, United States Department of Labor, Occupational Safety & Health Administration, Washington, 2008.
- [4] Technical information, Huber group, „Fount solution additives: Reduced-isopropanol/isopropanol-free offset printing and the problem of VOCs“, 2003.
- [5] EPA's „Guide to Pollution Prevention: The Commercial Printing Industry“, 1990, www.epa.gov
- [6] K. Thanacharoenchanaphas, A. Changsuphan, T. Thongsri, S. Phetkasem, and C. Lertkanawanitchakul, „Formaldehyde and isopropyl alcohol emissions from sheetfed offset lithographic printing operations in printing house in Thailand“, Thailand, 2004.

[7] L.P. DeJidas, „Acohol – Free Printing“ GATF World, The magazine of the Graphic Arts Technical Foundation, USA, 1999.

[8] L.V. Vleet, “Pollution Prevention in a Lithographic Pressroom“, U.S. Environmental Protection Agency, 2007.

Kratka biografija:



Ivana Martinović rođena je u Sremskoj Mitrovici 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn odbranila je 2009.god.



Jelena Kiurski, vanredni profesor na Fakultetu tehničkih nauka, oblast grafičko inženjerstvo i dizajn, ima više od 100 radova objavljenih u domaćim i međunarodnim časopisima, od čega je 14 radova objavljeno u časopisima sa SCI liste. Uključena je u obrazovni rad i istraživanja iz oblasti zaštite radne sredine u grafičkom okruženju.

AUTOMATIZACIJA PROCESA PROIZVODNJE U ŠTAMPARIJI ROTOGRAFIKA AUTOMATION OF PRODUCTION PROCESSES IN PRINTINGHOUSE ROTOGRAFIKA

Borko Musin, Dragoljub Novaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu su prezentovane osnove automatizacije procesa proizvodnje u štampariji Rotografika kroz upravljački informacioni sistem Hiflex Print i Job Definition Format. Akcenat je stavljen na analizu proizvodnih podataka pre i nakon uvođenja upravljačkog informacionog sistema, uspostavljanje JDF formata i opravdanosti ulaganja u automatizaciju procesa proizvodnje kroz upravljački informacioni sistem.

Ključne reči: automatizacija, upravljački informacioni sistem, Job Definition Format

Abstract – The dissertation presents theoretical basics of automation of production processes in printinghouse Rotografika through management information system Hiflex Print and Job Definition Format. Emphasis is placed on the analysis of production data before and after innovate of management information system, establishment of JDF format and validity of investments in the automation of production processes through the management information system.

Keywords: automation, management information system, Job Definition Format

1. UVOD

U prošlosti, štamparije su značajno podizale nivo produktivnosti investiranjem u modernije i brže mašine kao i automatizacijom pojedinih delova proizvodnog procesa. Sa pojavom Job Definition Formata u 2000. godini učinjen je veliki korak napred. Ovaj novi format prokrio je put za razvoj automatizacije procesa proizvodnje u grafičkoj industriji i omogućio potpuno integrisanje proizvodnog sistema koji za rezultat ima visok stepen transparentnosti procesa, kvalitet, efikasnost i fleksibilnost.

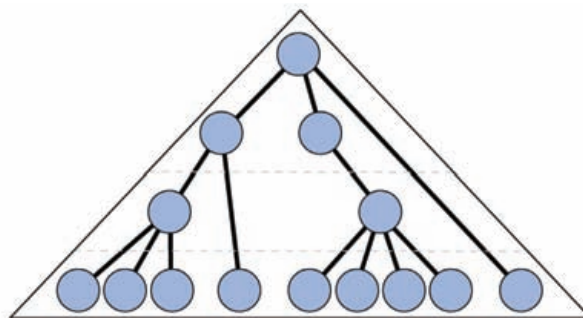
Job Definition Format je omogućio umrežavanje radnih procesa u štampariji putem uobičajenih standarda, i stvorio osnovu za naredni korak razvoja u grafičkoj industriji odnosno zaokruživanje radnog procesa digitalnog radnog toka u prepressu. Na ovaj način je obezbeđena jedna vrsta digitalnog mosta između različitih odseka u štampariji koji zajedno čine jedan proizvodni sistem. Ovaj format učinio je proces automatizacije efikasnijim omogućivši da se tradicionalno štamparstvo i izdavaštvo mogu širiti odnosno kretati u pravcu bolje međusobne komunikacije digitalnih medija.

U cilju potpune automatizacije proizvodnog procesa i stvaranje okruženja koje podržava novi standard u grafičkoj

industriji odnosno JDF format, štamparija Rotografika je uvidela potrebu za stvaranjem jedinstvene računarske mreže i uspostavljanje stabilnog upravljačkog informacionog sistema. S obzirom da se glavni proizvodni procesi u štampariji oslanjaju na mašine renomiranih proizvođača grafičke opreme KBA, Komori i Agfa, za upravljački informacioni sistem u štampariji odabran je softverski paket Hiflex Print, nemačke kompanije Hiflex GmbH iz Aachen-a.

2. HIFLEX PRINT

U automatizaciji proizvodnje na osnovama Job Definition Formata veoma bitni element u radnom toku predstavlja Upravljački Informacioni Sistem.



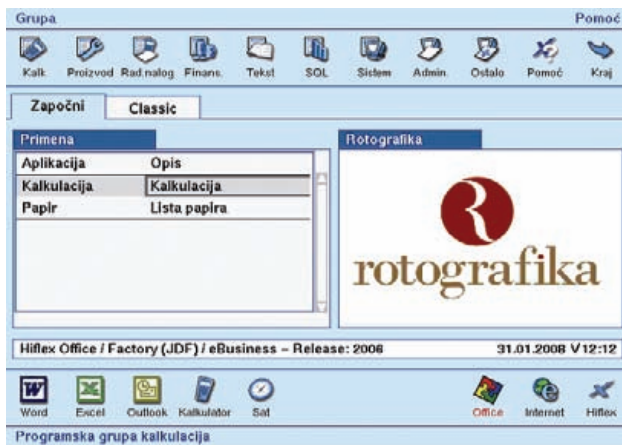
Sl.1. JDF struktura stabla

Grananje JDF stabla radnog toka (slika 1) definiše se kroz upravljački informacioni sistem koji ima ulogu nadzornika veza između svih mašina u radnom toku, odnosno glavni je kontroler procesa. Odgovoran je za upravljanje i nadgledanje izvršenja različitih vrsta procesa u okviru radnog toka. Upravljački informacioni sistem ima glavnu ulogu u JDF konceptu radnog toka. Koncept proizvodnje u štampariji vođene od strane upravljačkog informacionog sistema se podrazumeva u JDF radnom toku.

Hiflex Print kao upravljački informacioni sistem, je baziran na ERP (*Enterprise Resource Planing*) modelu odnosno informacionom sistemu za planiranje resursa preduzeća. Strukturu Hiflexa čini kolekcija aplikacija koje su organizovane kao podsistemi sa nizom modula (slika 2) te na taj način pruža podršku međufunkcionalnim poslovnim procesima. Na ovaj način Hiflex nastoji da unutar organizacije integriše osnovne interne poslovne procese za proizvodnju, logistiku i distribuciju, finansije, računovodstvo i prodaju. Integrišući transfunkcionalne ključne poslovne procese štamparije u jedan softverski sistem omogućava da informacije protiču kroz ceo poslovni sistem bez problema.

NAPOMENA:

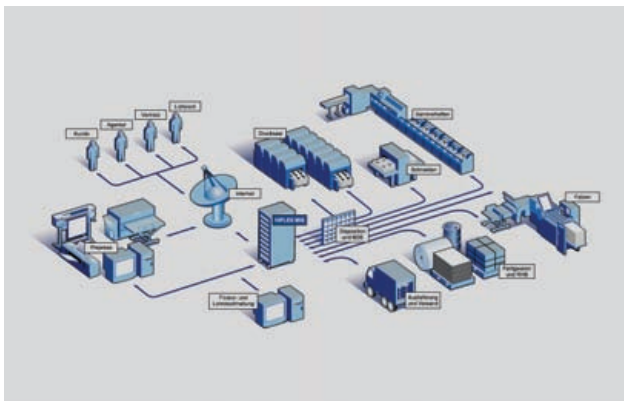
Ovaj rad proistekao je iz diplomskog- master rada čiji mentor je bio prof. dr Dragoljub Novaković.



Sl.2. Startni meni Hiflex Print-a

Trenutno stanje u štampariji jeste takvo da Hiflex kao upravljački informacijski sistem nema sve potrebne informacije o procesu i kapacitetima proizvodnog sistema. Iz tih razloga upravljački informacijski sistem, dopunjuje podacima odnosno koristi tzv. *Sivu Kutiju*, posebnom vrstom JDF procesnih elemenata, koji služi za apstraktni opis grupe procesa. Siva Kutija omogućava da se neki proces definiše i bez detaljnog tehnološkog znanja o samom procesu. Ovo je uobičajeno kada se kroz upravljački informacijski sistem definiše Prepress radni tok. Umesto da detaljno opisuje procese unutar Prepress radnog toka, Hiflex kreira Sivu Kutiju i delegira je JDF elementu zaduženom za prepress radni tok. Prepress radni tok ima detaljne informacije o procesima i mogućnostima prepressa u štampariji i na taj način ima mogućnost da detaljno razrađuje odnosno definiše Sivu Kutiju.

Krajnji cilj štamparije Rotografika jeste da kupac dostavlja pripremu za štampu u obliku koji je podoban za JDF radni tok (slika 3) odnosno sa svim JDF elementima proizvoda. Ova priprema se skladišti na serveru koji kontroliše Hiflex. Na ovaj način Hiflex dobija sve potrebne informacije da bi mapirao proces proizvodnje za budući proizvod i zatim kreira radni tok proizvodnje. U slučaju kada upravljački informacijski sistem ima detaljne informacije o procesu i kapacitetima proizvodnog sistema tada sistem sam dodaje elemente pojedinačnih JDF radnih procesa, JDF elementima kompletnog proizvoda.



Sl.3. Radni tok zasnovan na Hiflex-u

3. ANALIZA PRODUKTIVNOSTI

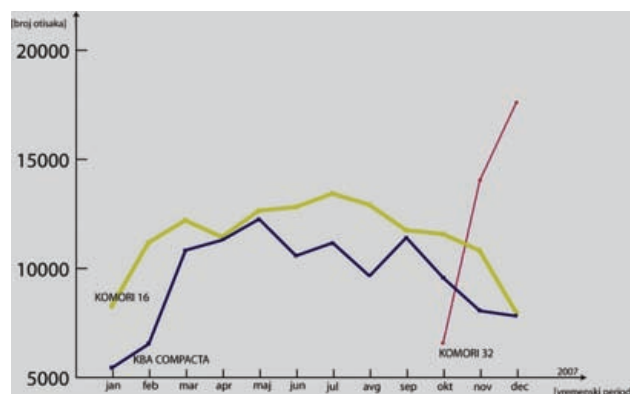
Praćenje proizvodnje vršeno je u proizvodnom odeljenju *Rotaciona štampa*, gde je prvobitno i startovao upravljački informacijski sistem, u periodu od dve godine odnosno tokom 2007. i 2008. godine. Na osnovu ovako prikupljenih podataka i njihovim međusobnim poređenjima, možemo sagledati koliko, uspostavljanje upravljačkog informacijskog sistema i stvaranje osnove za start JDF-a, utiče na konkretne proizvodne uslove i da li ostvaruje svoju finansijsku opravdanost.

Odeljenje rotacione štampe čine tri heat set rotacione mašine, čije su tehničke karakteristike sledeće:

- Koenig Bauer Compacta 6000 - 16 strana, dužina: 35 m; širina: 8 m; visina 5,6 m; težina: 144 t; obim cilindra: 630 mm; maksimalna širina rolne: 1000 mm; brzina: 27.000 otisaka/čas
- Komori System 38S - 16 strana, dužina: 35 m; širina: 10 m; visina 5,2 m; težina: 100 t; obim cilindra: 625 mm; maksimalna širina rolne: 965 mm; brzina: 50.000 otisaka/čas
- Komori System 38D - 32 strana, dužina: 42m; širina: 10 m; visina 5,5 m; težina: 125 t; obim cilindra: 1250 mm; maksimalna širina rolne: 965 mm; brzina: 39.000 otisaka/čas

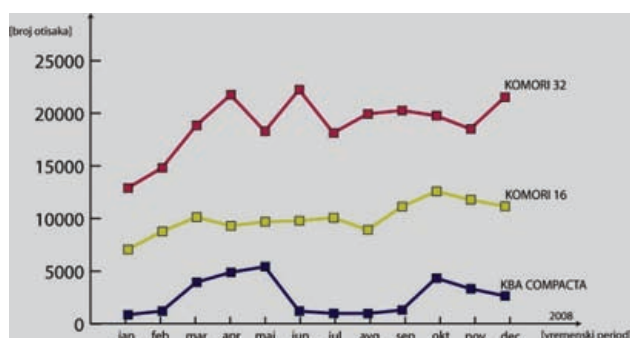
Analizom rada, sve tri rotacije dobijeni su podaci koji predstavljaju ponašanje mašina u konkretnim proizvodnim uslovima, kao merodavni podaci uzeti su broj otisaka na godišnjem nivou po mašinama, količina tehničkog viška tzv. makulature za pripremu mašine i broj zastoja tokom dve godine praćenja.

Kroz grafike na slikama 4. i 5. može se sagledati dinamiku otisaka za sve tri rotacione mašine na mesečnom nivou kroz 2007. i 2008. godinu. Veličina kojom se izražavaju prikazani grafici jeste u milionima otisaka u vremenskom periodu od jedne godine.



Sl.4. Tiraži štamparije Rotografika 2007. g.

Tokom 2007. godine proizvodnju okosnicu čine dve mašine KBA Compacta i Komori 16 da bi tek u oktobru počeo sa radom Komori 32, dok tokom 2008. g proizvodnju čine sve tri mašine.



Sl.5. Tiraži štamparije Rotografika 2008. g.

Na analizu ostvarene produktivnosti utiču mnogi faktori, obzirom da je proizvodnja “živ” proces, koji u većoj ili manjoj mjeri utiču na dobijanje realnih rezultata analize. Pošto postoji više metoda određivanja produktivnosti, u ovom slučaju izabraćemo metod objektivno uslovljene produktivnosti, koja je u ovom slučaju uslovljena tehnološkom inovacijom u štampariji.

Uvođenjem novih tehnoloških inovacija osim promene potrebnog rada dolazi i do promene obima proizvodnje. Iz tih razloga određivanje produktivnosti uslovljeno je promenom potrebnog rada po jedinici promenjenog obima proizvodnje, ovaj koeficijent obeležavamo K_{rq} . Na osnovu njega, izračunavanje produktivnosti (P) iskazano je kroz formulu 1:

$$P = \frac{1}{1 - K_{rq}}$$

1. Formula za izračunavanje produktivnosti

U tabeli broj 1. nalaze se potrebni podaci za izračunavanje koeficijenta promene potrebnog rada po jedinici promenjenog obima proizvodnje produktivnosti, kao polaznu tačku za iskazivanje promene produktivnosti u štampariji Rotografika na osnovu tehnoloških inovacija.

Parametri objektivno uslovljene produktivnosti	2007	2008	Promena	Koeficijent (K)
Broj otisaka (q)	288.300.240	357.931.940	69.631.700	0,242
Utrošeni časovi rad (r)	14.065	13.573	- 492	-0,035

Tab. 1. Parametri objektivno uslovljene produktivnosti u 2007. i 2008. godini

Vrednost PROMENE, kao veličine navedene u tabeli, računa se kao razlika između posmatranih perioda koji se upoređuju, dok se koeficijent (K_q) promene obima potrebnog rada koji se dobija na osnovu broja otisaka iz obe godine, odnosno koeficijent (K_r) promene obima koji se dobija na osnovu utrošenog vremena potrebnog za navedenu količinu otisaka po godini računaju se deljenjem nastale Promene sa periodom pre uvođenja tehnoloških inovacija. Na osnovu podataka dobijenih u tabeli može se izračunati vrednost koeficijenta promene potrebnog rada po jedinici promenjenog obima proizvodnje, prikazano u formuli 2.

$$K_{rq} = \frac{1 \mp K_r}{1 \mp K_q} - 1 = \frac{1 - 0,0035}{1 + 0,242} - 1 = -0,223$$

2. Izračunavanje koeficijenta promene K_{rq}

Dobijena vrednosti koeficijenta K_{rq} primenjuje se na formulu 3. za izračunavanje objektivno uslovljene produktivnosti:

$$P = \frac{1}{1 - K_{rq}} = \frac{1}{1 + 0,223} = 1,287$$

3. Izračunavanje objektivno uslovljene produktivnosti

Na osnovu dobijenog rezultata, može se zaključiti da je produktivnost, uslovljena tehnološkim inovacijama, porasla za **28,7 %**.

Povećanje produktivnosti opravdava ulaganja štamparije Rotografika, u tehnološke inovacije. Osim poređenja konkretnih radnih učinaka tokom 2007. i 2008. godine, slika se može upotpuniti tabelama koje nam omogućuju uvid na broj zastoja, i utrošeni tehnički višak tkz. makulaturu i time upotpuniti sliku o konkretnoj proizvodnoj efikasnosti.

U tabelama 2. i 3. prikazani su odnosi broja zastoja tokom posmatranog perioda, iz kojih se može uvideti, kontrola upravljačkog informacionog sistema nad proizvodnim procesom, tokom 2008. godine smanjuje broj zastoja za 80,8%.

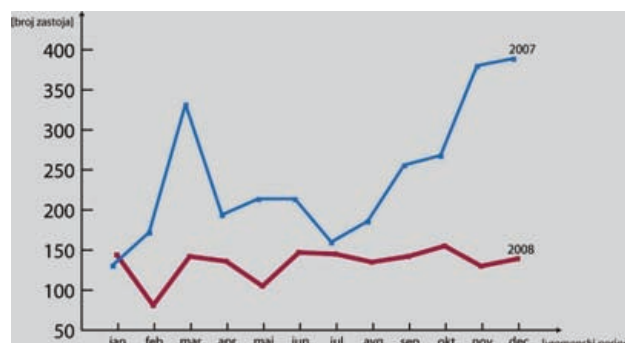
Broj Zastoja	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	Ukupno
2007	131	172	332	194	214	214	1257
2008	144	81	142	136	105	147	755

Tab. 2. Poređenje broja zastoja mašina, u prvih 6 meseci

Broj Zastoja	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC	Ukupno
2007	160	186	256	268	380	389	1639
2008	145	135	142	155	130	139	846

Tab. 3. Poređenje broja zastoja mašina, u drugoj polovini godine

Na slici 6. prikazan je grafik na osnovu koga se može se sagledati dinamika smanjenja broja zastoja na mesečnom nivou tokom 2007. i 2008. godinu



Sl.6. Broj zastoja tokom 2007. i 2008. godine

U tabelama 4. i 5. upoređeni su tehnički viškovi - makulatura, po pripremi mašine za početak štampe. Prema tabeli 4. , u prvoj polovini godine, razlika u makulaturama

je velika odnosno za 57,4% je veća u 2008. godini u odnosu na isti period u 2007. godini.

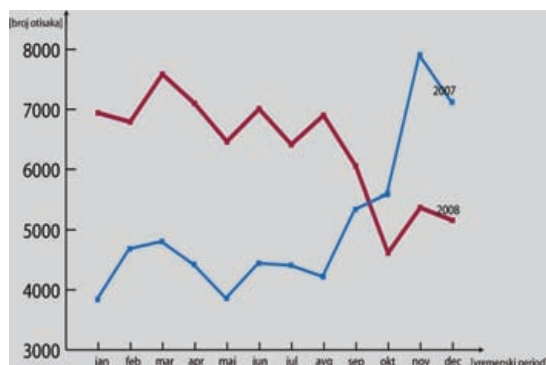
Makulatura	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	Ukupno
2007	3940	4558	4896	4723	3840	4344	26301
2008	6839	6590	7490	7150	6346	7005	41420

Tab. 4. Poređenje broja makulatura, u prvih 6 meseci

Makulatura	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC	Ukupno
2007	4611	4822	5742	5594	7606	7151	35526
2008	6213	6952	5990	4754	5471	5217	34597

Tab. 5. Poređenje broja makulatura, u drugih 6 meseci

Postojanje ovako velike razlike objektivno možemo opravdati, periodom *uhodavanja rada* visokoproduktivne rotacije Komori 32. Sa aktivnim startom Hiflex-a, i njegovom početnom fazom preuzimanja kontrole nad radom rotacionih mašina, dolazi do pada utroška startne makulature za 2,6%, što je prikazano na tabeli broj 5, odnosno kroz grafik na slici 7.



Slika 7. Broj makulatura tokom 2007. i 2008. godine

4. ZAKLJUČAK

Postavljanjem upravljačkog informacionog sistema Hiflex u štampariji Rotografika otvoren je novi put u razvoju štamparije. Prateći trendove savremene grafičke industrije, osim ulaganja u nove mašine bilo je bitno ispratiti i razvoj informacionih tehnologija. Iako uspostavljanje i podešavanje rada upravljačkog informacionog sistema zahteva mnogo vremena, rada i provera krajnji cilj jeste efikasno praćenjem proizvodnje koje omogućava precizniju izradu predkalkulacija kao i precizniju izradu plana proizvodnje i ujedno bolju iskorištenost proizvodnih kapaciteta čime se uopšteno povećava produktivnost štamparije.

Upoređujući rezultate proizvodnje tokom 2007. i 2008. godine, pokazuje da korišćenje upravljačkog informacionog sistema podiže proizvodnu efikasnost za 28,7% u odnosu na sisteme koji ga uopšte nemaju, smanjuje se broj zastoja za 80,8 %, a tendencija smanjenja startne makulature takođe ukazuje na pozitivne strane koordinisanja rada mašina kroz JDF i upravljački informacioni sistem, što bitno smanjenje troškova štamparije i direktno utiče na konkurentnost štamparije na tržištu. Navedeni podaci nam ukazuju da stvaranje namenskih upravljačkih informacionih sistema za grafičku industriju, omogućava da se premosti jaz između tradicionalnog i savremenog koncepta jedne štamparije odnosno pružaju mogućnost modernizacije proizvodnje u svakoj štampariji.

5. LITERATURA

- [1] JDF Specification Release 1.3 - International Cooperation for the Integration of Processes in Prepress, Press and Postpress, 2005.
www.cip4.org/documents/jdf_specifications/JDF1.3.pdf
- [2] Kühn W., Grell M.: JDF Process Integration, Technology, Product Description. Springer, 2004.
- [3] Hiflex MIS - www.hiflex.de, 2009.
- [4] The Guide to JDF - Digital Dots, 2006.
- [5] Bandin T., Jakovčević K., Komazec Lj.: Ekonomika preduzeća sa praktikumom. Savremena administracija a.d., Beograd, 2003.

Adresa autora za kontakt:

MSc Borko Musin,
borko.musin@gmail.com

Prof. dr Dragoljub Novaković
novakd@uns.ns.ac.yu

Grafičko inženjerstvo i dizajn
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.

TESTIRANJE CIE CAM02 MODELA OSEĆAJA BOJA KOD KALIBRACIJE MONITORA ZA EKRANSKI PROBNI PRIKAZ**TESTING OF CIE CAM02 COLOUR APPEARANCE MODEL FOR SOFT PROOF MONITOR CALIBRATION**Ivana Tomić, Dragoljub Novaković, Igor Karlović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – U radu je izvršena procena adekvatnosti upotrebe CIE CAM02 modela osećaja boja kod kalibracije LCD monitora za ekranski probni prikaz. Testiranje je sprovedeno za slučaj da se fizička referenca otiska posmatra pod svetlom temperature boje definisane standardom za ekranski probni prikaz (D50), kao i za slučajeve posmatranja pod osvetljenjem boje D65 i F11. Na osnovu rezultata procene kalibracija, subjektivne i objektivne procene generisanih profila, kao i perceptualnog testa koji je izveden na ljudskim posmatračima definisane su razlike u prikazu slike sa korišćenjem različitih profila i izvedeni su zaključci o adekvatnosti korišćenja CAM02 modela kod kalibracije monitora za svaki od uslova posmatranja.

Ključne reči: Ekranski probni prikaz, CIE CAM02 model osećaja boja, kalibracija monitora

Abstract – The work has performed assesment of CIE CAM02 colour appearance model usage for soft proof LCD monitor calibration. Testing was conducted in case where physical print reference is observed under illuminant which has color temperature according to ISO standard for soft-proofing (D50), and also for illuminants D65 and F11. Based on results of calibrations assessment, subjective and objective assessment of created profiles, and also on perceptual test which was performed on human observers, differences in image display were defined and conclusions of the adequacy of CAM02 usage at monitor calibration for each of the viewing conditions were made.

Key-words: Soft-proof, CIE CAM02 color appearance model, monitor calibration

1. UVOD

Metoda ekranskog probnog prikaza zasniva se na korelaciji profila monitora i profila štamparske mašine tj. štampača. Kako bi se osigurao visok stepen poklapanja boja otiska i monitorskog prikaza neophodna je adekvatna kalibracija (i profilisanje) uređaja, a zbog razlike u prostorima boja i jasno definisanje načina mapiranja i kompenzacija prilikom konverzija. Karakteristike osvetljenja (temperatura boje i nivo osvetljaja) pod kojim će se fizička referenca otiska posmatrati u eksploataciji

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog - master rada čiji mentor je bio prof. dr Dragoljub Novaković.

takođe moraju biti uračunate prilikom podešavanja odziva monitora, jer se sa promenom ovih parametara menja i opažaj prikazanih boja.

Modeli osećaja boja uzimaju u obzir uslove posmatranja i omogućavaju simuliranje izgleda boje sa promenom osobina osvetljenja pod kojim se boje posmatraju. Njihov razvoj omogućio je postizanje većeg stepena predvidljivosti u prikazu boja, pa se poslednjih godina implementiraju i u softvere za kalibraciju i profilisanje.

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Eksperimentalni deo koncipiran je u 5 faza i to:

1. Izbor uređaja za eksperiment
2. Testiranje izabranih uređaja
3. Kalibracije i profilisanje monitora za definisane uslove posmatranja
4. Procena i upoređivanje generisanih profila
5. Vizuelna procena razlika u prikazu pri korišćenju različitih profila – perceptualni test.

2.1. Izbor uređaja za eksperiment

Kalibracije su vršene na Samsung SyncMaster T220 monitoru, a za generisanje otiska korišćen je ink-jet štampač EPSON StylusPro 9880. Simuliranje izvora svetla kod posmatranja otiska izvedeno je pomoću kabine za posmatranje Agile Radiant Controlled Light 5, a za kontrolisanje i određivanje vrednosti boja monitora i otiska korišćeni su spektrofotometar Eye-One Pro i kolorimetar Spyder 3.

2.2. Testiranje izabranih uređaja

Testiranje uređaja podrazumevalo je procenu adekvatnosti izabranih uređaja za ekranski probni prikaz. Testovi su sprovedeni u skladu sa standardima: ISO 12646:2008 (Monitori za proveru boja – karakteristike i uslovi posmatranja), ISO 3664:2000 (Fotografija – Osvetljenje kod posmatranja filmova i reprodukcija) i ISO 12646-2:2007 (Grafička tehnologija – procesna kontrola za produkciju separacija, probnih otisaka i otisaka). Rezultati testova su pokazali da karakteristike izabranih uređaja odgovaraju zahtevima standarda, pa su svi uređaji uvršćeni u eksperiment.

2.3. Kalibracije i profilisanje monitora za definisane uslove posmatranja

Kalibracije monitora izvršene su u okviru programa basICColor Display 4.1.9 uz pomoć spektrofotometra Eye-One Pro. Obavljena su 3 osnovna seta kalibracija kod

kojih je bela tačka podešena na vrednost temperature boje od D50, D65 i F11. D50 tj. temperatura boje bele tačke od 5000 K zahteva se standardom za ekranski probni prikaz, a kao dve nestandardizovane vrednosti izabrana su dva osvetljenja koja su najviše zastupljena u grafičkoj industriji i to D65 (temperatura boje 6500K) i F11 (4100 K) [2].

Za svako od podešavanja bele tačke vršene su 2 kalibracije – u prvom slučaju kriva tonskog odziva određena je pomoću vrednosti game, gde je kao standardom preporučeni odziv birana vrednost od 2.2 (Windows OS). U drugom setu birana je perceptualno uniformna kriva definisana preko CIE CAM02 modela osećaja boja za tamne uslove posmatranja. Tamni uslovi definišu se ukoliko vrednost luminance okruženja iznosi 0-20% luminance bele boje scene i po pravilu se koriste kod posmatranja slika na monitoru.

Vrednosti luminance definisane su kao najviše za date uslove kako bi se omogućilo bolje poklapanje u prikazu slike sa test kartom u kabini za posmatranje. Vrednost je bila konstantna za svaki od setova kalibracija, pa je jedini varijabilni faktor (koji određuje i vrednost kontrasta) bila kriva tonskog odziva.

Nakon svake kalibracije obavljena je procena postignutih vrednosti (u smislu određivanja razlike boja za set predefinisanih boja i vrednosti izmerenih nakon kalibracije), kao i određivanje postignutih vrednosti kontrasta i sjaja bele i crne tačke. Rezultati validacija za iluminante D50 i F11 dati su u tabelama 1 i 2. Tabele sadrže uporedne vrednosti za kalibracije pri kojima je za krivu tonskog odziva definisana kriva game (*Standardna kalibracija*) i za one kod kojih je korišćena CAM02 kriva (*CAM kalibracija*).

Tabela 1. Izmerene vrednosti nakon kalibracija monitora za osvetljenje D50

Izmerene vrednosti nakon kalibracija	Standardna kalibracija	CAM02 kalibracija
Luminanca bele tačke	123 cd/m ²	123 cd/m ²
Luminanca crne tačke	0.27 cd/m ²	0.26 cd/m ²
Postignut kontrast	453:1	469:1
ΔE (maksimalno)	7.24	4.63
ΔE (prosečno)	1.38	1.29

Tabela 2. Izmerene vrednosti nakon kalibracija monitora za osvetljenje F11

Izmerene vrednosti nakon kalibracija	Standardna kalibracija	CAM02 kalibracija
Luminanca bele tačke	203 cd/m ²	203 cd/m ²
Luminanca crne tačke	0.17 cd/m ²	0.33 cd/m ²
Postignut kontrast	1218:1	634:1
ΔE (maksimalno)	6.12	4.82
ΔE (prosečno)	1.87	1.29

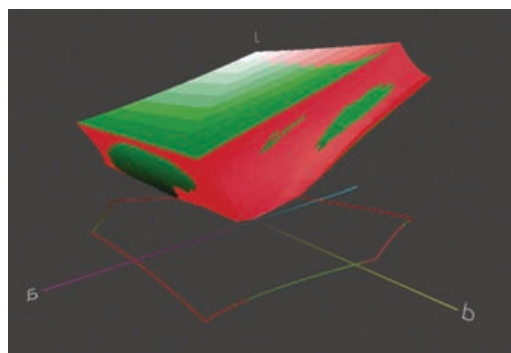
Sve kalibracije prihvaćene su kao relevantne za dalja testiranja jer je prosečna vrednost razlike boja u svim slučajevima bila manja od 2 (kategoriše se kao veoma mala razlika). Kod kalibracija serije D (D50 i D65) primećeno je da su za istu temperaturu boje i vrednost sjaja bele tačke postignute niže vrednosti sjaja crne i gotovo dva puta više vrednosti kontrasta ukoliko je pri kalibraciji korišćena standardna kriva tonskog odziva. Kod kalibracija za osvetljenje F11 nisu primećena veća odstupanja. U sva tri slučaja veće odstupanje u prikazu

boja postiže se standardnom kalibracijom, pri čemu je maksimalna vrednost razlike boja primećena kod generisanja plave boje.

Nakon postupka kalibracije uređaja sledi korak karakterizacije, u kom se postignuti odziv uređaja snima na način generisanja profila. Na osnovu standardne kalibracije za osvetljenje D50 generisan je profil D50_2.2_max.icc, a na osnovu CAM02 kalibracije profil D50_dim_max.icc. Profili formirani za iluminante drugih serija označeni su na isti način.

2.4. Procena i upoređivanje generisanih profila

Nakon procene kalibracija izvršena je subjektivna i objektivna procena i upoređivanje generisanih profila. Subjektivna procena predstavljala je vizuelno upoređivanje opsega boja definisanog svakim od profila i izvedena je u okviru programa CHROMiX ColorThink. Opsezi su posmatrani kao uporedni 3D prikaz u Lab prostoru boja i kao dvodimenzionalna projekcija u hromatskom dijagramu. Na slici 1. prikazan je upoređan prikaz opsega boja profila generisanih za osvetljenje D50. Sa slike se uočava da su opsezi boja gotovo identični. Isto je primećeno i kod profila serije D65 i F11. Projekcije u hromatskom dijagramu su takođe identične za profile odgovarajućeg seta, pa se na osnovu subjektivne procene može zaključiti da neće postojati perceptualno uočljive razlike u prikazu sa korišćenjem različito generisanih profila.



Slika 1. Upoređan 3D prikaz opsega boja profila generisanih za osvetljenje D50 (opseg profila D50_2.2_max.icc prikazan crvenom, a opseg profila D50_dim_max.icc zelenom bojom)

Međutim, korišćenjem programa Display Profile, kojim se omogućava promena profila monitora, primećeno je da razlike u prikazu ipak postoje i da ih je moguće uočiti. Kako bi se precizno definisale razlike u prikazima izvršeno je određivanje razlike boja merenjem odziva uređaja sa aktiviranim profilima. Za definisanje razlike boja iskorišćena je Color Checker test karta koja sadrži 24 polja. Karta je prikazana kao netagovana RGB slika u okviru programa Photoshop CS3, pri čemu je kao radni prostor postavljen prostor boja monitora (*Edit/Color Settings/Working Space/Monitor RGB*). Odziv uređaja definisan svakom od kalibracija menjan je uz pomoć programa Display Profile. Merenje Lab vrednosti prikazanih boja obavljeno je kolorimetrom Spyder3 u okviru programa Spyder3 Elite (opcija *Colorimeter*).

Lab vrednosti polja test karte izmerene su sa aktiviranim svakim od profila, a zatim je za svaki par profila

odgovarajuće temperature boje vršeno izračunavanje ΔE vrednosti svakog polja i srednje ΔE vrednosti. Kod upoređivanja profila serije D50 najveća razlika primećena je kod prikaza ljubičasto-plave (ΔE vrednost iznosi čak 19.07), što se može objasniti i odstupanjima primećenim kod procene kalibracija. Srednja vrednost razlike boja iznosi 3.25 što se kategoriše kao uočljiva razlika, pa se može zaključiti da će pri ekranskom probnom prikazu postojati veoma primetne razlike u prikazu boja sa upotrebom različito generisanih profila za osvetljenje D50.

Slični rezultati dobijeni su i pri upoređivanju prikaza boja sa profilima serije D65. Najveće odstupanje primećeno je kod prikaza plave boje (3.47), dok je srednja ΔE vrednost iznosila 2.29 (primetna razlika).

Kod profila serije F11 srednja vrednost razlike boja iznosila je 1.87, što se karakteriše kao mala razlika. Posmatranjem ΔE vrednosti pojedinačnih polja zaključeno je da će razlika u prikazu boja ipak biti perceptualno uočljiva jer kod trećine polja ΔE prelazi vrednost 2. Najveće odstupanje primećeno je kod prikaza plavih tonova (cijan – 2.78, ljubičasto-plava – 2.76 itd.).

2.5. Perceptualni test

Da bi se zaključilo koji od načina generisanja profila je adekvatniji za ekranski probni prikaz izvršeno je vizuelno upoređivanje fizičke reference (adekvatno osvetljene test karte odštampane na *ink-jet* uređaju) sa prikazom iste karte na monitoru. U proceni je učestvovalo 20 posmatrača oba pola starosti od 21-32 godine. Posmatrači su najpre testirani Farworth Munsell 100 testom kako bi se procenila njihova sposobnost u razlikovanju nijansi boja.

Većina test karti koje se koriste u grafičkoj industriji namenjena je objektivnim procenama (meranju boja) i nepodesna je za testiranje koje uključuje doživljaj boje od strane ljudskog posmatrača, pa je karta korišćena u testiranju najpre generisana. Karta je formirana u okviru Photoshop-a na način da obuhvata sve elemente od značaja kod procene prikaza boje i to: tonski prelaz (element A na slici 2), jako zasićene boje (el. B), pastelne tonove (el. C), memorisane boje (el. D i E), kao i osnovne boje aditivne i suptraktivne sinteze i njihove kombinacije (el. F - Color Checker test karta sa rasporedom polja identičnim kao kod objektivnog testiranja profila).

Pri testiranju opažaja boja neophodno je da slike koje se posmatraju budu okružene belim okvirom debljine najmanje 2,5 cm, kako bi se omogućilo njihovo odvajanje od okoline u kojoj se posmatraju. Iza belog okvira potrebno je postaviti i okvir sive boje (Munsell-ova N8) iste debljine koja simulira pozadinu i omogućava adaptaciju posmatrača pri promeni uslova posmatranja [1]. Na preostaloj površini posmatranja (površina monitora ili kabine) neophodno je prikazati čistu crnu boju (Lab 0,0,0) čime se simulira odsustvo hromatičnosti u okolini stimulusa. Izgled test karte sa dodatim okvirima i označenim elementima prikazan je na slici 2.

Karta je konvertovana u CMYK u okviru Photoshop-a (*Edit/Convert to Profile*) pri čemu je za ciljni prostor biran opseg profila Coated_FOGRA27.icc (od strane ISO preporučen za korišćenje kod štampe na premaznim papirima). Pri konverziji je korišćena relativno kolorimetrijska obrada sa kompenzacijom crne tačke.

Kao profil šampača korišćen je ISOcoated_v2_eci.icc, a konverzija iz profila dokumenta u profil uređaja obavljena je sa apsolutno kolorimetrijskom namerom prikaza. Štampanje je vršeno na EPSON SP 9880 *ink-jet* uređaju na rezoluciji 720dpi i korišćenjem svih 8 mastila.

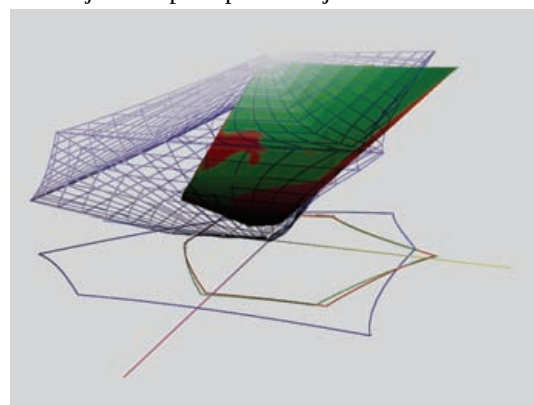


Slika 2. Izgled test karte korišćene u perceptualnom testu

Kao podloga za štampu korišćen je premazni papir za probni otisak firme Mitsubishi (Lab 94.1, -0.9, -2.0).

Za simuliranje boja štampe na monitoru iskorišćene su opcije programa Photoshop CS3, a za promenu profila monitora korišćen je program Display Profile. Netagovana RGB slika bi bila učitana u Photoshop pri čemu je kao radni prostor definisan prostor boja monitora – izabrani profil monitora ovim je definisan kao izvorni za dalje konverzije.

Slika bi bila konvertovana u profil Coated_FOGRA27.icc na isti način kao i kod pripreme za štampu, a zatim bi se korišćenjem opcije *Proof Setup* simulirale boje šampača. Profil šampača biran je za simulacioni zajedno sa odgovarajućim načinom mapiranja. Kod konverzije iz simulacionog profila u prostor boja monitora korišćena je relativna kolorimetrija sa kompenzacijom crne tačke. Odnos opsega boja profila monitora (za prikaz korišćen D50_2.2_max), CMYK profila korišćenog za konverziju i profila ink-jet šampača prikazan je na slici 3.



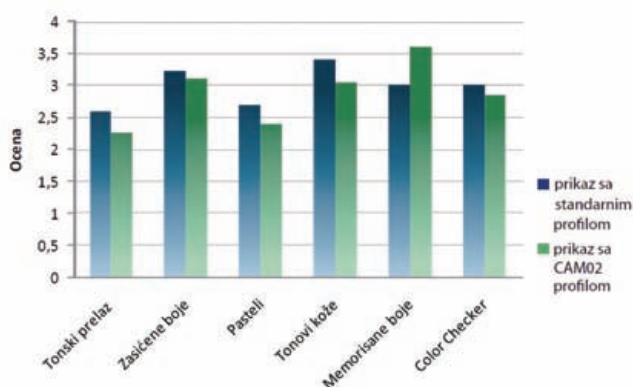
Slika 3. Odnos gamuta profila monitora i štampe u Lab prostoru boja; profil monitora prikazan plavom, Coated FOGRA27.icc zelenom, a ISOcoated_v2_eci.icc crvenom bojom

Za metodologiju posmatranja kod procene poklapanja izgleda boja izabrana je sukcesivna binokularna tehnika. Posmatranje je obavljeno u tamnoj prostoriji na nivou ambijentalnog osvetljenja od 67 ± 20 lux. Otisak u kabini

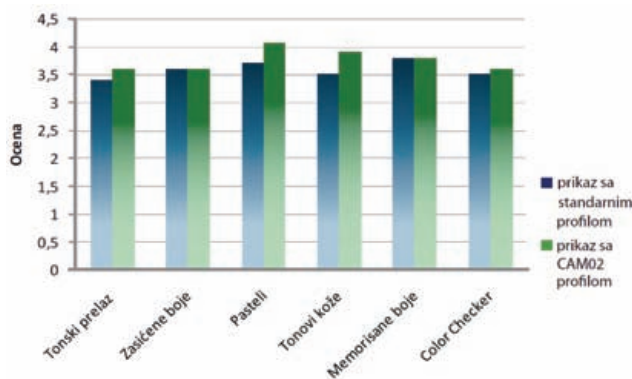
za posmatranje i slika na monitoru bili su istih dimenzija i u istoj ravni posmatranja. U kabini bi najpre uključeno osvetljenje za koje se testira prikaz boja, a zatim bi na monitoru izabran (uz pomoć programa Display Profile) jedan od profila generisan za dato osvetljenje. Od posmatrača je zahtevano da daju procenu stepena poklapanja boja otiska i monitorskog prikaza za svaki od elemenata slike u vidu ocena od 1-5. Značenje ocena definisano je na način:

- 1 – potpuno nepoklapanje,
- 2 – poklapanje u maloj meri,
- 3 – delimično poklapanje,
- 4 – poklapanje u velikoj meri i
- 5 – potpuno poklapanje prikazanih boja.

Srednje vrednosti ocena za osvetljenja D50 i F11 grafički su prikazani na slikama 4 i 5, respektivno.



Slika 4. Srednje vrednosti ocena posmatrača za monitorske prikaze sa profilima generisanim za osvetljenje D50



Slika 5. Srednje vrednosti ocena posmatrača za monitorske prikaze sa profilima generisanim za osvetljenje F11

Nakon što bi posmatrači odredili stepen poklapanja prikaza boja pri korišćenju oba profila monitora generisanih za određenu temperaturu boje, sukcesivno bi na monitoru bile prikazane obe slike – prikaz sa korišćenjem standardnog i CAM02 profila. Procenjujući fizičku referencu u kabini za posmatranje, a zatim uporedo oba prikaza posmatrači su davali svoj sud o tome koja od prikazanih slika bolje predstavlja odštampanu test kartu u pogledu vizuelnog podudaranja boja.

Rezultat sukcesivne procene dat je u formi procenta ispitanika koji su određeni monitorski prikaz birali kao adekvatniji za simuliranje boja otiska (Tabela 3).

Tabela 3. Rezultati uporedne procene prikaza

Temperatura boje	Prikaz sa standardnim profilom	Prikaz sa CAM02 profilom
D50	70 %	30 %
D65	20 %	80 %
F11	20 %	80 %

3. ZAKLJUČAK

Na osnovu procena kalibracija izvedenih sa različitim krivama tonskih odziva i na osnovu upoređivanja generisanih profila ustanovljeno je da postoje perceptualno uočljive razlike ukoliko se pri monitorskom prikazu koriste profili generisani sa standardnom krivom game i sa krivom baziranom na CIE CAM02 modelu osećaja boja. Najveće razlike primećene su kod kalibracija za osvetljenje D50, a najmanje za osvetljenje F11.

Ovo je dokazano i pri perceptualnoj proceni ekranskog probnog prikaza od strane ljudskih posmatrača. Pri proceni monitorskih prikaza koji simuliraju otisak na osvetljenju D50, bolji prikaz postignut je upotrebom standardnog profila. Profil baziran na CAM02 modelu je u ovom slučaju bolji izbor ukoliko slike sadrže memorisane boje. Kod procene prikaza koji simuliraju boje otiska na temperaturama osvetljenja D65 i F11 bolja simulacija postiže se upotrebom profila generisanog sa CAM02 krivom tonskog odziva.

4. LITERATURA

- [1] M. Fairchild, K. Braun, P. Alessi, "Viewing Techniques for Cross – Media Image Comparisons", Color research and application, Vol.21, Num.1, Chichester, John Wiley and Sons, 2006.
- [2] S. Leckner, "Soft proofing using Liquid Crystal Displays", Stockholm, Royal Institute of Technology, Media technology and Graphic Arts, 2004.

Adrese autora za kontakt:

Ivana Tomić
tomic@uns.ac.rs

Prof. dr Dragoljub Novaković
novakd@uns.ac.rs

Ass. Mr Igor Karlović
karlovic@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn
 Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

TOLUEN KAO OPASNA SUPSTANCA U GRAFIČKOM OKRUŽENJU

TOLUENE AS RISK SUBSTANCE IN GRAPHIC ENVIRONMENT

Jovana Ožegović, Jelena Kiurski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu je dat pregled fizičko-hemijskih karakteristika toluena, kao zagađujuće supstance grafičkog okruženja. Prikazan je toksikološki profil toluena uz osvrt na primenu u grafičkoj industriji, kao i metode smanjenja emisije toluena u radnoj sredini.

Abstract – An overview of physicochemical properties of toluene as one of the pollutant substances in graphic industry is given in this work. The work presents the toxicological profile of toluene with regard to its application in graphic industry as well as the methods of reducing its emission in the environment.

Ključne reči: Toluen, Toksičnost, Zaštita radne sredine, Mere prevencije

1. UVOD

Čovek je prilikom svakodnevnih životnih aktivnosti izložen dejstvu štetnih supstanci. Najveći problem u vezi sa korišćenjem i proizvodnjom hemijskih supstanci je nedovoljno saznanje o njihovoj toksičnosti, odnosno nedostatak podataka o načinima lične zaštite i metodama uklanjanja iz životne i radne sredine. Sve veća koncentracija zagađujućih supstanci u vazduhu kao posledica emisije iz industrijskih postrojenja zahteva radikalne promene u proizvodnji i upotrebi hemijskih sredstava na globalnom nivou.

Toluen je jedan od najštetnijih predstavnika lako isparljivih jedinjenja (VOC). VOC-ovi su potencijalno kancerogeni, mogu da uzrokuju oštećenja mozga tokom dugotrajnog izlaganja. Kada se oslobode u atmosferu, reaguju sa oksidima azota u prisustvu svetlosti i formiraju fotohemijski smog.

Rad ukazuje na upotrebu toluena kao opasne supstance u grafičkoj industriji, uz osvrt na alternativne metode zamene drugim, manje štetnim, supstancama. Takođe, predložene su preventivne i lične zaštitne mere pri radu sa toluenom.

2. FIZIČKO-HEMIJSKE KARAKTERISTIKE TOLUENA

Toluen (po IUPAC-u metilbenzen) nazvan još i toluol, fenilmetan i metilbenzol je hemijsko jedinjenje iz grupe aromatičnih ugljovodonika. Molekulska formula toluena je C_7H_8 ili $C_6H_5CH_3$. Derivat je benzena. Molarna masa toluena je $92,14 \text{ g/mol}^{-1}$. CAS (Chemical Abstract Service) registarski broj toluena je 108-88-3.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bila dr Jelena Kiurski, vanr.prof. Toluen je

bezbojna, veoma zapaljiva tečnost specifičnog mirisa, veoma brzo isparava u vazduhu. Slabo se rastvara u vodi, a rastvoran je u acetonu, alkoholu, dihlormetanu i etru. Rastvorljivost toluena u vodi iznosi $0,47 \text{ g/L}$ (25°C), a relativna gustina iznosi $0,8669 \text{ g/cm}^3$. Pri oksidaciji stvara benzolnu kiselinu. Toluen je u velikom procentu sastojak benzina. U prirodi toluen se nalazi u sirovoj nafti.

Toluen se klasifikuje kao izuzetno zapaljiva tečnost (R11). Oznake upozorenja su R48/23/24/25, R63, R65, a oznake obaveštenja su S16, S29, S33, S36/37. Ubja se u grupu otrova III. Kako je izuzetno zapaljiv, pri radu sa toluenom postoji rizik od izbijanja požara i eksplozije. Tačka zapaljivosti toluena je 4°C , tačka topljenja -93°C , tačka ključanja $110,6^\circ\text{C}$, dok tačka samozapaljivosti iznosi 480°C .

Najzastupljenija metoda za dobijanje toluena je proces katalitičkog reforminga, metode frakcione destilacije lakih frakcija nafte i separacija aromatičnih ugljovodonika.

Oko 50% toluena se koristi u benzinskim smešama radi povećanja oktanskog broja, 33% se koristi za proizvodnju benzena, a 7% se koristi kao rastvarač za boje, lakove i lepila [1].

3. UTICAJ TOLUENA NA ZDRAVLJE

Udisanjem kontaminiranog vazduha čovek je najčešće izložen dejstvu toluena. U prostorijama tipična koncentracija toluena iznosi oko 8 ppb. Maksimalna dozvoljena koncentracija toluena u radnim prostorijama tokom osmočasovnog radnog vremena propisana od strane OSHA (Occupational Safety and Health Administration) iznosi 100ppm (ekvivalentna doza je $3,75 \text{ mg/dan}$). The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) preporučuje graničnu vrednost koncentracije toluena ispod 50 ppm tokom osmočasovnog radnog vremena kao prevenciju od negativnih uticaja na centralni nervni sistem.

Radnici u grafičkoj industriji su izloženi dejstvu toluena udisanjem para, oralnim unošenjem ili direktnim kontaktom preko kože.

U visokim koncentracijama toluen ima akutno narkotičko dejstvo. Prvi simptomi akutnog trovanja su glavobolja, stanje slično opijenosti i nervno rastrojstvo. Koncentracija od $0,75 \text{ mg/l}$ izaziva vrlo brzo nadražaj očiju i grla, i to 3-5 minuta nakon ulaska u atmosferu zagađenu parama toluena. U većim koncentracijama izaziva tešku glavobolju, vrtoglavicu, nervnu i mišićnu slabost, a može doći i do smrti prouzrokovane zaustavljanjem procesa prenošenja kiseonika u krvi.

Pri dužem boravku u prostoriji u kojoj su prisutne pare toluena dolazi do nadražaja sluzokože, nerveze, glavo-

bolje i vrtoglavice, gubitka apetita i rede opšteg bledila. Kod radnika koji su izloženi većim koncentracijama toluena uočena je pojava smanjenja broja crvenih krvnih zrnaca [2].

Prilikom udisanja toluen ima najviše uticaja na centralni nervni sistem. Dugogodišnja profesionalna izloženost toluenu u većim koncentracijama može da izazove gubitak sluha. Nisu retki ni slučajevi uvećanja jetre, poremećaja njene funkcije i poremećaj rada bubrega. Izloženost toluenu utiče i na osećaj viđenja boje. Dolazi do poremećaja viđenja boja u plavo-žutom i crveno-zelenom spektru kod radnika u štampariji koji su izlagani koncentraciji toluena većoj od 100 ppm. Rezultati epidemioloških istraživanja ukazuju da je izloženost toluenu moguć uzrok za nastanak kancerogenih oboljenja.

Sprovedena istraživanja o uticaju toluena na čoveka prilikom oralne izloženosti pokazala su da dolazi do nagomilavanja tečnosti u plućima. U zavisnosti od unete količine toluena osoba izložena dejstvu toluena ima ubrzan ili usporen rad srca. Količina od 60 ml toluena oralno unetog ima smrtno posledice.

Koža koja je izložena direktnom dejstvu rastvarača, u kojem je toluen primarna supstanca, sklona je pojavi rana, infekcijama, ispućalosti i crvenilu [3]. U Tabeli 1 dat je prikaz uticaja različitih koncentracija toluena na zdravlje čoveka.

Tabela 1: Uticaj različitih koncentracija toluena na zdravlje čoveka

> 0,76 ppb, inhalacija	Letalna doza
<0,77 ppb, inhalacija	Uticaj na centralni nervni sistem
50-100 ppm	Umor, glavobolja
200 ppm	Blaga iritacija grla i očiju
100-300 ppm (8 h)	Blag uticaj na koordinaciju pokreta
300-800 ppm (8 h)	Očigledan uticaj na koordinaciju pokreta
>4,000 ppm (1 h)	Gubitak svesti, fatalan prilikom dužeg perioda
10,000-30,000 ppm	Gubitak svesti nakon nekoliko minuta

Prilikom pojave prvih simptomi trovanja toluenom radniku je potreban odmor, boravak na čistom vazduhu i utopljanje. Ako je došlo do iritacije očiju ili direktne izloženosti kože uticaju toluena potrebo je kožu dobro isprati vodom i ukloniti odeću koja je bila u kontaktu sa toluenom. Prilikom oštećenja digestivnog trakta neophodno je da zaposleni popije dosta vode a zabranjeno je izazivanje povraćanja. Po upućivanju prve preporučuje se obratiti se lekaru.

4. PRIMENA TOLUENA U GRAFIČKOJ INDUSTRIJI

Najčešća primena toluena u grafičkoj industriji najviše je u svojstvu rastvarača boja, lakova i lepila. Zadatak rastvarača je da čvrsta ili tečna veziva i druge rastvorne dodatke prevede u tečno stanje i da pri isparavanju i sušenju potpomogne obrazovanje homogenog filma premaza.

Toluen se u najvećem procentu upotrebljava u bojama za duboku i flekso štampu. Kao komponenta lepila, toluen se

u svojstvu rastvarača nalazi do 40%. Vrlo je bitna brzina njegovog isparavanja za brzinu sušenja lepila. U procesu završne grafičke obrade prilikom spajanja korice i bloka knjige uspeh slepljivanja zavisi da li je iz lepila pre spajanja uklonjenja dovoljna količina toluena. Za uklanjanje toluena iz lepila treba obezbediti uslove pri kojima je brzina difuzije toluena iz unutrašnjosti na površinu lepila približna brzini isparavanja toluena sa površine. Ako je brzina isparavanja rastvarača velika, na površini će se stvoriti sloj koji otežava dalje isparavanje rastvarača iz unutrašnjosti lepila.

U tehnici ofset štampe toluen je našao primenu i u čišćenju štamparskih cilindara. Toluen se nalazi u velikom procentu u sredstvima za čišćenje sa ostalim lako isparljivim organskim jedinjenjima. Zbog svoje toksičnosti sve više se teži zameni toluena drugim manje štetnim supstancama.

U kombinaciji sa etilacetatom ili ksilenom toluen se u velikom procentu nalazi u tehnici sito štampe u rastvoru za pranje sito šablona.

Toluen je u visokoj štampi našao primenu u nagrivanju fotoosetljivog sloja ploča, kao i za razvijanje fotopolimernih ploča na bazi stirena, butadiena ili izoprena.

Boje za duboku štampu sadrže i do 56% rastvarača na bazi toluena. Prilikom procesa sušenja štamparskog otiska dolazi do velike emisije toluena u radnu sredinu. Zato je potrebno ugraditi sisteme za sušenje otiska i regeneraciju rastvarača iz vazdušne smeše [4].

5. ZAŠTITA RADNE SREDINE

Kao što je pomenuto, toluen je zapaljiva materija, ima svojstvo da lako isparava. Pare toluena sa ostalim komponentama vazduha grade eksplozivne smeše. Donja eksplozivna granica toluena je 1,3 vol % a gornja 7,6 vol %. Pri normalnoj temperaturi smeša vazduha i pare toluena iznad otvorenog suda je eksplozivna. S obzirom na mogućnost nastajanja eksplozivnih smeša, na mestima gde se skladišti ili upotrebljava toluen neophodno je obezbediti odgovarajuće provetravanje. Sredstva za gašenje požara su: ugljen dioksid, pena, suve hemikalije i hemijski prah tipa ABCD, ABCE i BCE [5].

Mere zaštite pri radu sa toluenom obuhvataju:

- Zatvorene posude u kojima se čuva toluen,
- Dobru ventilaciju,
- Po mogućnosti zamenu toluena drugim rastvaračem, koji nije toksičan, ili je manje toksičan,
- Zabranjen je otvoren plamen, kao i pušenje,
- U prostorijama gde se koriste rastvarači na bazi toluena, neophodno je ugraditi električne instalacije sigurne u pogledu izazivanja eksplozije,
- Svi metali sa kojima rastvarač na bazi toluena dolazi u dodir treba da budu uzemljeni zbog postojanja statičkog elektriciteta,
- Primena uređaja koji ne stvaraju varnice,
- Redovno uzorkovanje vazduha radi utvrđivanja koncentracije toluena,

- Raspolaganje pogodnim sredstvima za gašenje požara, a to su u ovom slučaju pena, prah i ugljen dioksid,
- Radnici bi trebalo da prilikom rada u štampariji nose odeću od pamuka, obuću od gumenog materijala, a nošenje nakita nije dozvoljeno [3].

Navedene mere predostrožnosti važe i za ulazak u ispražnjene rezervoare rastvarača uz pretpostavku da u njima nema toksičnih gasova. Naime, posle izvesnog vremena, para toluena se ponovo stvara usled isparavanja rastvarača koji se zadržao u pukotinama rezervoara. Sloj rđe, takođe, dugo zadržava izvesne količine toluena. Na taj način, svaki sud u kojem je bio rastvarač može da bude uzrok emisije toluena ili eksplozije.

Najčešće korišćene metode za uklanjanje toluena iz radnih prostorija su ventilacija: opšta ili lokalna i prečišćavanje filtracijom.

Opšta ventilacija se zasniva na uklanjanju ili zameni jednog dela zagađenog vazduha u određenom prostoru. Može da bude posledica prirodnih uslova (vetar, temperaturna razlika) ili da nastupi usled mehaničkog kretanja vazduha (ventilatori, ejektor), kao u sistemima za kondicioniranje. Prema proračunu količina svežeg vazduha koju treba dovesti u prostoriju za razblaženje vazduha kontaminiranog toluenom iznosi 17,6 m³/l.

Lokalna ventilacija predstavlja izbacivanje vazduha zagađenog toksičnim materijama samo iz jednog dela radnog prostora, koristeći odgovarajući sistem za izmenu zagađenog vazduha svežim [6].

Lična zaštitna oprema radnika koji rade sa rastvaračima je neophodna. U atmosferi koja sadrži manje od 2 vol. % para toluena i najmanje 16 vol. % kiseonika, za kratkotrajnu zaštitu disajnih organa (najduže 30 min) može poslužiti gas-maskas s hemijskim filterom za adsorpciju organskih para. U atmosferi koja sadrži više od 2 vol. % para toluena ili manje od 16 vol. % kiseonika, disajne organe treba zaštititi cevnom maskom ili izolacijskim aparatom s nezavisnim dovodom čistog vazduha ili kiseonika.

Da bi se smanjila emisija toluena u vazduhu primenjuju se alternativne zamene toluena i regeneracije toluena:

Zamena toluena obuhvata:

- o Korišćenje boja na bazi vode,
- o Korišćenje boja koje se suše zračenjem.

U grafičkoj industriji postoje pokušaji da se tradicionalna boja na bazi konvencionalnih rastvarača zameni bojama na bazi vode. Boje na bazi vode bi eliminisale toksičnost boja na bazi toluena ali su slabijeg kvaliteta i skuplje. U ofset štampi se češće koriste boje koje se suše polimerizacijom iniciranom uticajem UV zračenja, jer ne sadrže rastvarače na bazi toluena.

Regeneracija toluena podrazumeva:

- o Adsorpciju aktivnim ugljem,
- o Čišćenje uljem.

Adsorpcijom na aktivnom uglju uklanjaju se VOC-ovi. Iz otpadnih gasova se toluen odvaja adsorpcijom na površini poroznog aktivnog uglja. Uspešnost uklanjanja para toluena iz vazduha ovom metodom je do 95%.

Lako isparljiva organska jedinjenja čine 31% zagađenja vazduha u zatvorenim prostorijama. U grafičkoj industriji ovaj procenat je mnogo veći. Da bi se iz vazduha uklonili toluen i druge zagađujuće supstance upotrebljavaju se regenerativna termička oksidacija, dielektrični plazma reaktor i zeolit hibrid reaktor. Uspešnost uklanjanja polutanata ovim metodama je i do 99%.

6. ZAKLJUČAK

Fizičko hemijske karakteristike toluena omogućuju veliku primenu u grafičkoj industriji u obliku rastvarača ili supstanci za čišćenje grafičkih mašina

U radu je ukazano na posledice uticaja toluena na radnu sredinu grafičke industrije. Zbog izuzetne toksičnosti preporučuje se upotreba alternativnih supstanci manje toksičnih od toluena a po karaktersitikama sličnih. Veći troškovi uvođenja alternativnih metoda su jedan od presudnih faktora za dalju upotrebu toksičnog toluena u grafičkoj industriji

7. LITERATURA

- [1] Public Health Statement Tolune, Department of Health and Human Services, Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2000
- [2] M. Zagorac, Industrijska toksikologija, Niš, 1978
- [3] Toxicological Profile for Toluene, Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2000
- [4] J. Veličković, Organska hemijska tehnologija, Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd 1975
- [5] V. Kostić, Zapaljive i druge opasne materije, Beograd 1980
- [6] B. Stefanović, D. Vićović, Zaštita skladišta od požara, Beograd 2008



Jovana Ožegović rođena je u Novom Sadu 1984. god. Diplomski master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna- Ekologija i održivi razvoj u grafičkom inženjerstvu odbranila je 2009. god.



Dr Jelena Stevan Kiurski je vanredn profesor na Fakultetu tehničkih nauka, oblas Grafičko inženjerstvo i dizajn, od 2006 godine. Uključena je u obrazovni rad istraživanja iz oblasti zaštite radne sredine i grafičkom okruženju.

KREIRANJE I STILIZACIJA DIGITALNIH ILUSTRACIJA

CREATION AND STYLIZATION OF DIGITAL ILLUSTRATIONS

Helena Veber, Dragoljub Novaković, Igor Karlović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj - Cilj rada jeste prikaz optimizacije i prilagođavanja predložka sa papira u digitalnu formu ilustracije kao savremenog načina izražavanja, i prikaz celog procesa izrade ilustracije od izvornog oblika sve do digitalizacije i primenjenih alata za stilizaciju ilustracije. U radu su urađene originalne crno bele skice na papiru koje su skenirane u digitalni oblik, prilagođene softverskoj obradi za potrebe izrade digitalne ilustracije u boji.

Abstract – The aim of this paper is to give a representation of the optimization and adjustment of the paper based originals and their transformation into digital form. The representation will include the description of the digitalization workflow and the used software tools for the stylization of the illustrations. In the paper black and white sketches were drawn on the paper which were scanned and digitally prepared with the appropriate softwares for the final digital colour illustration.

Ključne reči: digitalizacija, stilizacija, ilustracija

Keywords: digitalization, stylization, illustration

1. UVOD

Svrha ilustracije jeste da dekoriše tekstualne informacije i priče vizuelno predstavljajući neki deo opisa u tekstu radi lakšeg razumevanja i razbijanja monotonije ili iz čisto estetskih razloga u cilju poboljšavanja vizuelne lepote na čestikama, razglednicama, koricama knjige, časopisima, novinama.

Dobra ilustracija, pored oblika i boja, podrazumeva i mnoge druge elemente: opažanje, istraživanje, razmišljanje, emocije, iskustvo i vežbu. Izrada ilustracija obuhvata radove realizovane u svim postojećim klasičnim i savremenim tehnikama i to: ilustracije slobodne tehnike, ilustracije određene tehnike, ilustracije naučnog teksta, udžbenička ilustracija, karte koje sadrže figure i likovne elemente, ilustracije književnog teksta, ilustracije korica i omota knjiga, dekorativno pismo i inicijal uz ilustraciju. Ilustracija je naročito pogodna i popularna u svetu reklama i marketinga. Pored činjenice da je ilustracija trend u modernoj propagandi, ona je naročito zahvalna i primenljiva za štampu, pogodna je i za dalju obradu digitalizacijom, kao što će biti prikazano u daljem radu, takođe, se primenjuje i prilikom izrade 2D i 3D animacija.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master-diplomskog rada čiji mentor je bio prof. dr Dragoljub Novaković.

2. ELEMENTI KOJI UTIČU NA KVALITET DIGITALIZACIJE

U zavisnosti od toga kakav se kvalitet skeniranja želi postići postoje određeni elementi kojima se utiče na krajnji rezultat digitalizacije, a to su:

- rezolucija (pošto je potrebna visoka rezolucija skeniranja urađeno je nekoliko iteracija sa različitim podešavanjima skenera u cilju određivanja optimalne rezolucije za digitalizaciju ručno crtanih predložaka ilustracija. Odabrane su tri rezolucije od 300, 600 i 1200 spi).

- izoštravanje (ništa ne može toliko uticati na kvalitet slike kao *grayscale* izoštravanje. Uglavnom se koristi *Unsharp Mask* filter dvaput sa podešavanjem na 500/1/5)

- *thresholding* (*threshold* prebacuje sive piksele određene vrednosti do crne, ostale piksele ispod određene vrednosti prebacuje u bele piksele).

Ručno crtane skice skenirane su uz pomoć *Canon CanoScan 5600F* ravnog skenera koji koristi *CCD* senzorsku tehnologiju. Svi radovi su bili skenirani u programu *VueScan Professional* u sirovom formatu, a sve dodatne operacije optimizacije koje utiču na kvalitetnu reprodukciju su urađene naknadno u softverskom paketu *Adobe Photoshop CS 3*.

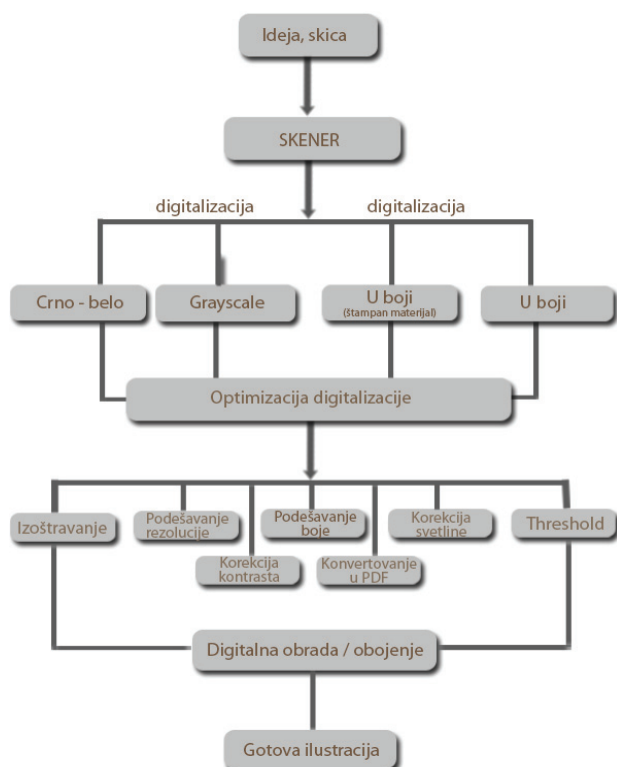
3. ALGORITAM EFIKASNOG ORGANIZOVANJA IZRADE DIGITALNE ILUSTRACIJE

Ilustracije koje će se obrađivati nazivaju se izvornim skicama iz razloga što one predstavljaju stvarnu analognu informaciju koja će kasnije biti konvertovana u digitalnu i obrađivati u *Photoshopu*.

Početni korak ka digitalizaciji jeste korišćenje određenog uređaja za skeniranje. Iz razloga što dalja obrada ne sadrži elemente obojenja i što su u ovom primeru korišćene samo skice koje su se digitalizovale, neće se primenjivati skeniranje u boji, već samo u *Grayscale* i crno – belom metodom. Prikazane opcije koje služe za podešavanje i utiču na kvalitet se razlikuju od skenera do skenera i od softvera koji se koristi prilikom skeniranja. Algoritam toka digitalizacije prikazan je na slici 1.

Sam proces odabira koraka unutar algoritma i načina odabiranja digitalizacije i dodatne obrade sirovog skeniranog digitalnog podatka zavisi od strukture i kvaliteta izvornog crteža.

Ovaj korak je važan u cilju održavanja izvornog oblika crteža i finih detalja



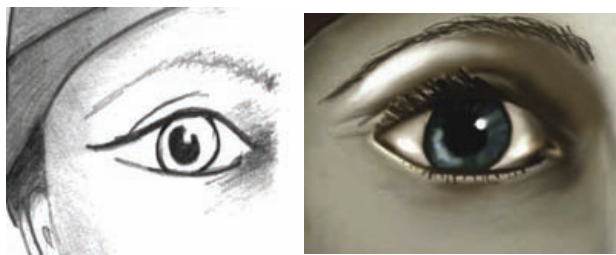
Sl. 1. Algoritam toka digitalizacije

4. POSTUPCI IZRADE ILUSTRACIJE

Postupci izrade ilustracije podrazumevaju poznavanje softvera *Photoshop CS3* i primenu određenih metoda radi dobijanja digitalne ilustracije. *Photoshop CS3* je odabran kao softverski alat koji je najčešće korišćen i koji sadrži u sebi sve potrebne elemente za konačno oblikovanje i stilizovanje skeniranih uzoraka.

4.1. Postupak crtanja oka na digitalizovanoj skici

Postupak se sastoji iz određenih koraka koji objašnjavaju proces izrade oka i alate koji su se koristili u samoj realizaciji ilustracije. Korišćena četkica je *Airbrush Soft Rounder* koja predstavlja četkicu okruglog oblika sa mekim ivicama, kao i alatka kojom se mešaju boje i omekšavaju ivice se naziva *Smudge tool* i veoma je korisna i često primenjivana u izradi digitalnih ilustracija. Za prikaz realnijeg izgleda oka koristi se alatka *Color Dodge* koja smanjuje opacitet i stvara teksturu vidljivom. Na slici 2. predstavljena je razlika između skice oka i stilizovanog prikaza oka.



Sl. 2. Razlika između skice i stilizovanog prikaza oka

4.2. Postupak izrade lica na ilustrovanoj slici

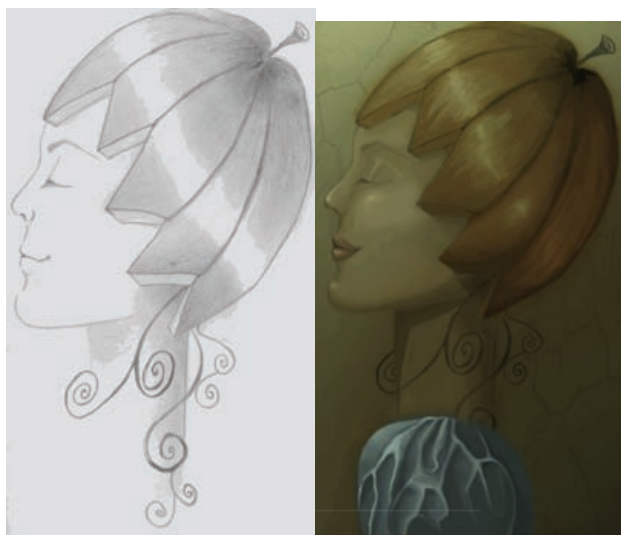
Postupak koji se zasniva na izradi lica na konkretnom ilustrovanom crtežu podrazumeva da je korak stvaranja ilustracije, na papiru ili na tabli za crtanje, već učinjen tako da se prelazi direktno na izradu digitalizovane ilustracije u programu *Photoshop CS3*. Primena odgovarajućih četkica *Airbrush Soft* i *Airbrush Pen*, kao i primenu alatke *Smudge tool*, za umekšavanje poteza četkice, olakšavaju proces stvaranja lica na digitalnoj slici. Na slici 3. je prikazana ilustracija pre i posle postupka digitalizacije i stilizacije. Prikazana skica je skenirana u rezoluciji od 600 spi i primenjeno je izoštravanje pomoću *UnSharp Mask* metode.



Sl. 3. Ilustracija pre i posle postupka digitalizacije i stilizacije

4.3 Postupci izrade kose na ilustrovanom primeru

Crtanje kose ima potpuno drugačiji način izrade od crtanja lica jer kod kose ne postoji tačno definisana pozicija i oblik kao kod anatomije lica gde je jasno određen oblik i mesto. Početak je skica skenirana u *Grayscale* modu, sa rezolucijom od 600 dpi. Postupno su objašnjeni koraci kao i četkice koje su se koristile u ovom primeru. Korišćena četkica je *Airbrush soft*, a kasnije će koristiti i druge četkice koje daju različite efekte. Korišćena četkica kojom su se nanosile svetle nijanse je *Stipple* četkica koja je stvarala efekat poteza četkice, kao i *Custom* četkica sa podešavanjem veličine i razmaka oko 15% sa ciljem da stvori utisak kose jer sadrži veliki broj tankih linija. Na slici 4. je prikazana razlika između skice i digitalizovane ilustracije.



Sl. 4. Prikazana razlika između skice i digitalizovane ilustracije

4.4. Izrada sopstvenih četkica

Zbog težnje ka kreativnom izražavanju i prikazivanju različitih mogućnosti *Photoshop* je omogućio stvaranje sopstvenih četkica koje će delo predstaviti jedinstvenim, olakšati i ubrzati sam proces izrade ilustracije. Izvori koji se mogu upotrebiti za stvaranje jedinstvenih četkica mogu biti različiti, fotografije, skenirane slike, ilustracije, ili neki drugi izvori sve zavisi od potrebe i kreativnosti osobe koja ih realizuje. Četkica je ručno crtana, zatim skenirana na rezoluciji od 600 spi u *TIFF* formatu, koji ima dobre karakteristike jer ne postoji ograničenje u rezoluciji i veličini slike, kao ni u prepoznavanju boja jer ima mogućnost da prepozna sivu skalu, koja je u ovom slučaju veoma bitna, RGB i CMYK modele boja što proširuje njegovu primenu. Dalje je četkica digitalizovana u *Photoshopu* CS3 radi primene na konkretnom primeru. Izrada četkice osim što daje fleksibilnost pri radu jer se može kreativno izraziti, daje i mogućnost bržeg rada i tačnije izrade.

Na slici 5. prikazan je primer ručno crtane četkice koja će se primeniti na ilustraciji koja je predstavljena na slici 6. gde se još vidi i razlika između skice i gotove izrađene ilustracije.



Sl. 5. Primer ručno crtane četkice



Sl. 6. Razlika između skice i gotove izrađene ilustracije

4.5. Crtanje objekata na ilustraciji

Crtanje oblaka će biti prikazano iz više koraka, gde je sam početak zasnovan na prikazu skice. Izrada četkice se sastoji u primeni filtera *Render* (*Filter* → *Render* → *Clouds*) i opcije *Edit* → *Define Brush Preset* za čuvanje četkice u datoteci. Za dodavanje kontrasta koristila se opcija *Edit* → *Fill* gde se upotreba sive podesi na 50% , *Blending* mod se podesi na *Overlay* i nakon toga se primeni alatka *Burn* koja će stvoriti željeni kontrast. Nakon podešavanja četkice sledi podešavanje boje pozadine na kojoj će se prvo primeniti osnovni oblik četkice. Posle selekcije četkice potrebno je podesiti određene parametre i dodeliti boju svetlo sivu, a zatim se stvori novi sloj. Dodavanje senke je korak gde se prednja boja podesi na određenu vednost i tada se primeni *Gradient Fill* za stvaranje tonskog prelaza između stvorene i bele boje kao što je prikazano na slici 7. gde je prikazana i razlika između skice i digitalizovane ilustracije na kojoj je primenjen efekat crtanja oblaka. Ova metoda pravljenja četkica po ovom principu daje mogućnost brže realizacije digitalnih ilustracija kao i tačniji i kvalitetniji prikaz.



Sl. 7. Prikazana razlika između skice i digitalizovane ilustracije i primena objekata

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu urađene digitalizacije ručno crtanih originalnih rešenja ilustracije se može izvesti nekoliko ključnih zaključaka. Kod samog procesa skeniranja je važno odabrati pravilnu rezoluciju i način skeniranja koji će predstavljati optimalni i ekonomični balans između kvaliteta i veličine digitalnog dokumenta.

Za dalji rad je odabrana rezolucija od 600 spi koja se pokazala kao dovoljna za uzorkovanje finih linija i čuvanja detalja. Skeniranje se vršilo na uređaju za skeniranje *Canon CanoScan 5600F*, a korišćeni softver za skeniranje je *VueScan Professional*. Za izoštravanje kao najbolja metodologija za ovaj tip originala se pokazala metoda sa algoritmom čišćenja *Unsharp Mask*, ali se koristila i druga metoda *Threshold*, koja nije dala dobre rezultate jer su primeri na kojima se vršilo izoštravanje gubili kvalitet, kao i manje vidljive detalje na skicama, za razliku od metode izoštravanja *Unsharp Mask* koja je dala dobar kvalitet i sačuvala fine detalje na konkretnim primerima.

Prilikom izrade digitalne ilustracije osim softverskih paketa veoma važno je da korisnik vlada opštim načelima estetike i da se odlikuje naprednim vladanjem svim modernim i potrebnim programskim alatima.

Radi punog kreativnog izražavanja je bilo potrebno i kreiranje dodatnih izvornih četkica čija upotreba obogaćuje samu digitalnu ilustraciju. Četkice su urađene sličnom metodom kao i same ilustracije u smislu tehničke obrade i unosa putem skenera.

Kroz proces predstavljanja postupaka izrade digitalne ilustracije prikazani su koraci koji mogu olakšati nedovoljno upućenom korisniku da se prilagodi i shvati neke od osnovnih koraka izrade određenih elemenata, ali isto tako je opisan i način digitalizacije na uređaju za skeniranje i metode skeniranja kao neophodnog postupka prilikom digitalizacije.

Opis softvera za skeniranje i primena uređaja za skeniranje daje mogućnost proširenja znanja o celokupnom procesu stvaranja digitalne ilustracije.

U planu je dalji razvoj digitalne ilustracije u smislu korišćenja određenih aplikacija i sjedinjavanje sa drugim pravcima digitalne umetnosti da bi došlo do veće primene ilustracija kroz različite vidove izražavanja jer ona predstavlja osnovu daljeg stvaranja i proširenja savremenog pravca umetnosti zvane animacija koja bi bila izučavana i obrađivana na kompleksnim softverskim aplikacijama.

6. LITERATURA

- [1] H. W. Janson: *Istorija umetnosti*, Beograd, 1985
- [2] Negovanović M.: *Murali*, Beograd, 2008
- [3] Jugoslovenski leksikografski zavod: *Enciklopedija likovnih umetnosti*, Zagreb, 1964
- [4] Lothar Altmann L.: *Enciklopedija slikarstva i grafike*, Novi Sad, 2007
- [5] Furunović D.: *Enciklopedija štamparstva*, Beograd, 1996
- [6] Dillenberger J.: *Visual Image in Sixteenth - Century Europe*, New York, 1999
- [7] Nedeljković S.: *Grafičko oblikovanje i pismo*, Novi Sad, 1998
- [8] Seegmiller D.: *Digital Character Painting using Photoshop CS3*, Boston, 2008
- [9] Pešterac Č.: *Reprodukcija tetnika*, Novi Sad, 2007
- [10] Tanhofer N.: *O boji*, Zagreb, 2008
- [11] Levak K.: *Kolorimetrijski modeli boja*, Zagreb, 2005
- [12] Blatner D., Chavez C., Fleishman G., Roth S.: *Scanning & Halftones*, New York, 2004
- [13] Obermeier B.: *Photoshop CS3 for dummies*, Kanada, 2007
- [14] Bauer P.: *Photoshop CS3 for dummies*, Kanada, 2007
- [15] Fraser B.: *Real World Adobe® Photoshop® CS2*, 2005

Adresa autora za kontakt

MSc Helena Veber

helenaveber@yahoo.com

Prof. dr Dragoljub Novaković

novakd@uns.ac.rs

Ass. Mr Igor Karlović

igor.karlovic@gmail.com

Grafičko inženjerstvo i dizajn
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

ISTRAŽIVANJE KVALITETA OTISAKA TAMPON ŠTAMPE NA PLASTIČNIM I METALNIM PODLOGAMA

PRINT QUALITY RESEARCH OF PAD TRANSFER PRINTING ON PLASTIC AND METAL SUBSTRATES

Mirjana Ivković, Dragoljub Novaković, Živko Pavlović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Uvod: – U ovom radu detaljno je opisan princip štampanja tehnikom indirektno duboke štampe, koja je dobila naziv tampon štampa zbog upotrebe silikonskog tampona za prenos slike sa štamparske forme na podlogu za štampanje. Izvršeno je eksperimentalno istraživanje uticaja određenih parametara procesa štampanja na kvalitet otiska, pre svega istraživanje uticaja podloge.

Ključne reči: Tampon štampa, Štamparska forma duboke štampe, Kvalitet otisaka tampon štampe.

Abstract – In this paper experimental analysis of the influences of relevant factors on the process of pad transfer printing were done. Relevant factors in pad transfer printing are: printing ink, printing plate, transfer pad, substrate. Experimental research is focused on the influence of the substrate used in the process of pad transfer printing.

Keywords: Pad transfer printing, Engraved printing plate, Print quality of pad transfer printing.

1. UVOD

Tampon štampa predstavlja indirektni postupak duboke štampe. Osnovni princip štampanja realizuje se uz primenu tampona koji je izrađen od elastomera ili silikonskog kaučuka.

Proces štampe odvija se tako što se tampon pritisne na štamparsku formu i tako primi boju iz štampanja elemenata, nakon toga silikonska guma koja je primila boju prenosi istu na pozicionirani predmet.

Princip tampon štampanja, iako pripada vrsti duboke štampe, mnogo je komplikovaniji, i znatno više faktora utiče na proces. Faktori koji su presudni kada je u pitanju kvalitet otiska su: štamparska forma, oblik i tvrdoća tampona, viskozitet štamparske boje, struktura i osobine podloge koja se štampa [1].

Štamparska forma je standardna forma duboke štampe sa udubljenim štampanjem elementima i izdignutim neštampanjem elementima preko kojih se izliva boja. Štamparska forma može biti gravirana čelična ploča ili fotopolimerna ploča. Slika je u udubljenju, ugravirana ili isprana u štamparskoj formi. Da bi se osiguralo lako podešavanje i štampanje, slika bi trebalo da bude na rastojanju od najmanje 25 mm od spoljašnje ivice, i centrirana na ploči. Brojna ispitivanja pokazala su da je dubina gravure od 25µm optimalna za tampon štampu [4].

NAPOMENA:

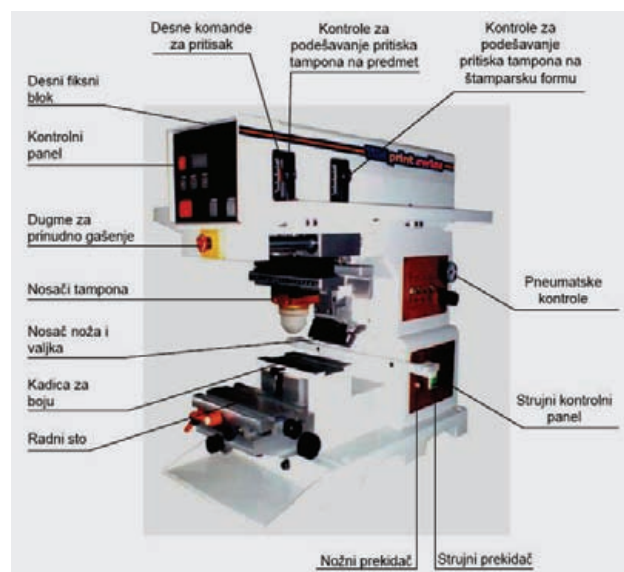
Ovaj rad je proistekao iz master-diplomskog rada čiji mentor je bio prof. dr Dragoljub Novaković.

Boja se čisti sa izdignutih neštampanjem elemenata pomoću rakel. Tampon koji se nalazi iznad štamparske forme se spušta na njenu površinu. Boja se prenosi vakuum efektom na tampon koji se podiže od štamparske forme i pravolinijski dolazi iznad podloge koja se štampa. Tampon se spušta do podloge koja je pričvršćena na držač podloge za štampu i pritiskom prenosi boju na podlogu. Nakon prenošenja boje na podlogu tampon se odvaj a i sledi ponovna faza uzimanja boje [3].

Boje za tampon štampu moraju sadržati visok procenat pigmenta i mešavinu brzih razređivača u cilju postizanja odličnog kvaliteta štampe. Visok sadržaj pigmenta neophodan je radi dobijanja što većeg stepena zacrnjenja, s obzirom da je sloj boje koji se prenese na podlogu indirektnim putem relativno tanak. Boje za tampon štampu treba da imaju: što veću pokrivnu moć, otpornost otiska na otiranje, otpornost na dejstvo hemikalija. Dele se na fizički sušec boje, hemijski sušec boje, boje koje se suše na toploti i UV sušec boje [5].

2. OPREMA ZA EKSPERIMENT

Prilikom eksperimentalnog istraživanja upotrebljena je jednobojna mašina za tampon štampu sa otvorenim sistemom za nanošenje boje koja je predstavljena na slici 1.

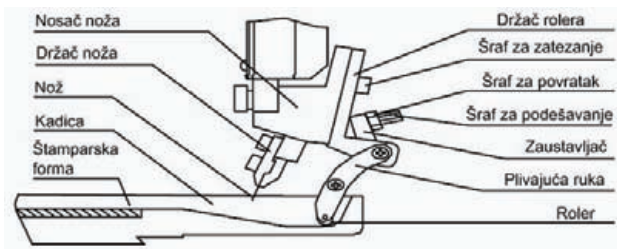


Sl.1. Jednobojna mašina za tampon štampu

Zavisno od podloge koja se štampa i viskoziteta boje potrebno je podešavati pritisak noža na štamparskoj formu i

pritisak silikonskog tampona na podlogu za štampanje da bi se dobio kvalitetan otisak [2].

Na slici 2. dat je šematski prikaz uređaja za nanošenje boje otvorenog sistema sa strukturnim elementima.



Sl.2. Uređaj za nanošenje boje na štamcarsku formu kod otvorenog sistema za boju

3. EKSPERIMENT

Priprema procesa tampon štampe se odvija u nekoliko faza. Prva faza obuhvata dizajn i softversku pripremu za nanošenje slike na film, potom se film osvetljava i započinje druga faza pripreme rada. U eksperimentu će kao slika biti korišćen logotip departmana za grafičko inženjerstvo i dizajn sa određenim izmenama. Umesto procesnih (CMIK) boja postavljena su crna polja sa različitim raster tonskim vrednostima (sa leva na desno: 30%, 50%, 80% i 100% raster-tonske vrednosti).

U drugoj fazi štamcarska forma se tretira ultra-ljubičastim talasima, zatim se razvija i suši. Koristi se fotopolimerna štamcarska forma sa metalnom osnovom, zahvaljujući kojoj se štamcarska forma može pričvrstiti na magnetni držač tampon mašine. Osvetljavanje štamcarske forme se vrši u dva prolaza:

- glavno osvetljavanje (u trajanju od 100 sekundi)
- osvetljavanje sa rasterom (u trajanju od 80 sekundi).

Za osvetljavanje, razvijanje i sušenje štamcarske forme koristi se uređaj "BASF nyloprint CW 22x30" predstavljen na slici 3.



Sl.3. Uređaj za izradu fotopolimernih štamcarskih formi "BASF nyloprint CW 22x30"

Prvo osvetljavanje vrši se sa filmom koji nosi informaciju o slici, a drugo osvetljavanje sa filmom koji sadrži raster. Drugo osvetljavanje služi da bi se definisala dubina štampanja elemenata.

Nakon izrade štamcarske forme, pristupa se pripremi mašine za proces štampe. Pozicionira se štamcarska forma na predviđeno mesto i postavlja se tampon. Sledeći korak u pripremanju mašine za rad podrazumeva podešavanje odgovarajućeg položaja tampona u odnosu na štamcarsku formu. Slika, koju je potrebno preneti na predmet, mora se nalaziti u oblasti kontakta tampona i štamcarske forme pri njegovom spuštanju u cilju preuzimanja boje iz udubljenja (štampanja elemenata). Da ne bi došlo do deformacije štamcarske slike, potrebno je podesiti tampon tako da se slika sa štamcarske forme ne prenosi na sam vrh tampona kada je on preuzme.

Pričvršćivanje objekta za štampanje se obavlja pomoću specijalno izrađenih pribora jer su predmeti koji se štampaju ovom tehnikom obično ovalnog ili nepravilnog oblika.

Cilj eksperimenta bio je da se ustanovi uticaj podloge za štampanje na kvalitet i izgled otiska kao i uticaj tvrdoće i oblika tampona na otisak koji se štampa na različitim podlogama. Kao podloge za štampanje upotrebljeni su poklopci za boce različitih dimenzija i materijala. Korišćeni su poklopci za boce od polivinilhlorida, polietilena i metala. Odštampani poklopci od polietilena, polivinilhlorida i metala su prikazani na slici 4.



Sl.4. Otisci na poklopcima od polivinilhlorida, polietilena i metala

Varijacijama viskoziteta boje i pritiska tampona na poklopac (kada tampon prenosi sliku) i štamcarsku formu (kada tampon preuzima sliku), težilo se dolasku do optimalnih uslova za štampanje svih podloga pojedinačno.

U procesu štampe su upotrebljena dva silikonska tampona za prenos slike različitog oblika i tvrdoće, i samim tim su promenjeni uslovi za rad. Standardni oblici tampona imaju jednu zajedničku karakteristiku: štampanja površina je konveksna (ispupčena) i pod uglom od bočnih strana prema štampanju površini u sredini. Konveksnost je faktor koji utiče na prenos boje, pri čemu bočni uglovi obezbeđuju stabilnost koja je neophodna za postizanje otisaka bez mrlja. Polukružni, konusni tampon je vrlo pogodan oblik tampona. On može da se okreće podjednako dobro na sve strane, sprečavajući tako formiranje vazdušnih mehurića. Ovo obrtno kretanje omogućava da se boja lako prenese sa klišeja na predmet na koji se štampa. Ponekad su potrebni kvadratni ili pravougaoni tamponi. Kada se koriste kvadratni tamponi, još uvek je važno da centralna površina bude konusna da bi se obezbedilo da se tampon dobro okreće. Pravougaoni tamponi mogu da se okreću samo bočno, u dva smera [4].

Na slici 5. predstavljeni su tamponi pomoću kojih je vršen prenos slike sa štamparske forme na podlogu za štampu.



Sli.5. Silikonski tamponi kojima je vršeno štampanje uzoraka prilikom istraživanja (levo: tampon kojim je odštampana prva grupa uzoraka; desno: tampon korišćen za štampanje druge grupe uzoraka)

Pri izvođenju eksperimenta, za štampanje su korišćena dva kvadratna tampona različita po obliku i tvrdoći. Prvi tampon karakteriše veća konveksnost i tvrdoća u odnosu na drugi, tako da su sile pritiska na predmet pri štampanju bile manje. Drugi tampon je po svom obliku pljosnatiji od prvog i odmah na početku se uvidelo da je potreban veći pritisak za prenos slike sa tampona na podlogu za štampu.

3.1 Realizacija eksperimenta

U istraživačkom radu eksperimentalno su ustanovljeni optimalni uslovi za dobijanje kvalitetnog otiska zahvaljujući podešavanju pritiska tampona na štamparsku formu i pritiska tampona na predmet (podlogu). Parametri procesa štampe su predstavljeni u tabelama T1 i T2.

T 1. Parametri procesa štampe prvim tamponom

Uzorak	Hod tampona pri spuštanju na štamparsku formu [mm]	Hod tampona pri spuštanju na predmet [mm]
Poklopac od polietilena	1,2	1,4
Poklopac od polivinilhlorida	1,2	1,5
Poklopac od metala	1,2	1,5

Tabela 2. Parametri procesa štampe drugim tamponom

Uzorak	Hod tampona pri spuštanju na štamparsku formu [mm]	Hod tampona pri spuštanju na predmet [mm]
Poklopac od polietilena	3,1	3,0
Poklopac od polivinilhlorida	3,1	3,0
Poklopac od metala	3,1	3,8

Analiza dobijenih otisaka na uzorcima sprovedena je u cilju otkrivanja uticaja strukture i materijala podloge na rasterska polja sadržana u slici. Međutim brojni faktori su

uključeni u postupak štampanja ovom tehnikom štampe, koja je kompleksnija od ostalih, upravo zbog toga. Položaj tampona može da prouzrokuje značajno mrljanje slike na vrlo zakrivljenim delovima. To se može umanjiti ili eliminisati sa nekoliko ravanskih pomeranja tampona u mašini.

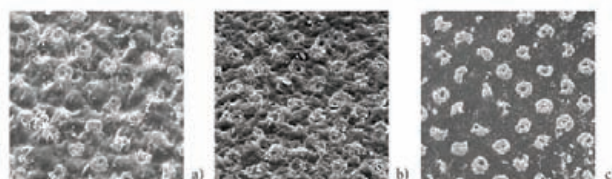
U procesu prijema slike je važno da tampon pri kontaktu sa štamparskom formom nema udarnu silu. Previše jak pritisak može da dovede do mrljanja, povećanog habanja i kidanja kao i do slabog prenosa boje [4].

Pre upotrebe, svaku štamparsku formu bi trebalo pregledati sa sredstvima uvećanja da bi se uočili vidljivi nedostaci. U slučaju da postoji nedostatak na površini koju tampon dodiruje, taj nedostatak će neizbežno biti prenet na predmet na koji se štampa. Ukoliko se nedostatak ne može otkloniti mora se izraditi nova štamparska forma.

4. DISKUSIJA REZULTATA

Izdvojeni su najkvalitetniji uzorci iz prve i druge grupe i zatim je izvršena analiza otiska koji su naneti tehnikom tampon štampe. Uzet je po jedan uzorak od tri različite podloge: metalni poklopac (pripada grupi uzoraka štampanih drugim tamponom), polietilenski poklopac (pripada grupi uzoraka štampanih drugim tamponom) i poklopac od polivinilhlorida (pripada grupi uzoraka štampanih prvim tamponom).

Mikroskopskim snimcima izvršeno je posmatranje rasterskih polja različitih vrednosti na sve tri podloge. Na slici 6. prikazano je rastersko polje tonske vrednosti 30% na različitim podlogama.



Sli.6. Mikroskopski snimci rasterskog polja tonske vrednosti 30% (uvećanje 50x)

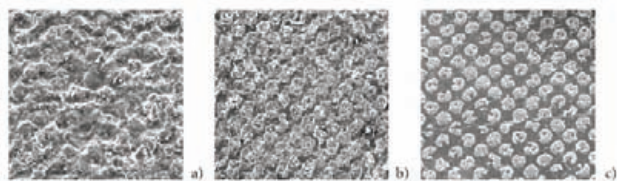
a) uzorak poklopca od polietilena b) uzorak poklopca od polivinilhlorida c) uzorak poklopca od metala

Kada se posmatra polje tonske vrednosti od 30% vidimo da je ono u potpunosti reprodukovano sa jasno vidljivim i stabilnim rasterskim tačkama na metalnom poklopcu, odnosno na glatkoj površini, dok su na plastičnim poklopcima, čija je površina gruba i hrapava, rasterske tačke slabije definisane.

Na slici 7. može se uočiti rastersko polje vrednosti 50% na tri različite podloge. Na uzorku poklopca od polietilena uočava se da rasterske tačke skoro sasvim gube definiciju usled hrapavosti površine, dok su na poklopcu od polivinilhlorida jasnije vidljive rasterske tačke, što možemo pripisati boljoj kompatibilnosti materijala podloge sa korišćenom bojom.

Podloge od polietilena i polipropilena, u većini slučajeva, potrebno je prethodno tretirati bombardovanjem ili obradom plamenom radi boljeg kvašenja površine bojom. Do nedovoljne pokrivenosti površine bojom može dovesti i upotreba tampona koji je previše ravan pri vrhu (poput drugog tampona koji je korišćen). Na metalnoj podlozi je

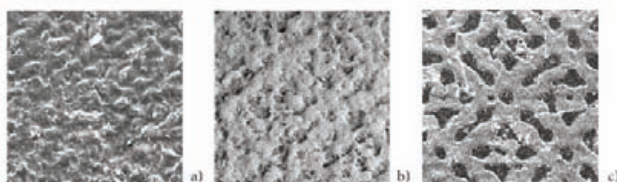
raster skoro sasvim pravilan, rasterske tačke su jasno definisane i kružnog oblika.



Sl.7. Mikroskopski snimci rasterskog polja tonske vrednosti 50% (uvećanje 30x)

a) uzorak poklopca od polietilena b) uzorak poklopca od polivinilhlorida c) uzorak poklopca od metala

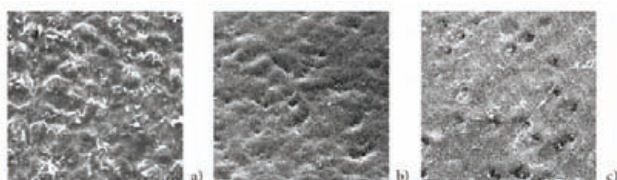
Na slici 8. je prikazan mikroskopski snimak polja raster-tonske vrednosti 80% uvećanja 50x na tri različite podloge. Značajnijih promena nema u odnosu na polje raster-tonske vrednosti 50% osim što se može primetiti spajanje rasterskih tačaka na uzorcima od polivinilhlorida i metala usled razlivanja boje na površini poklopca.



Sl.8. Mikroskopski snimci rasterskog polja tonske vrednosti 80% (uvećanje 50x)

a) uzorak poklopca od polietilena b) uzorak poklopca od polivinilhlorida c) uzorak poklopca od metala

Polje tonske vrednosti 100% je predstavljeno na slici 9. sa uvećanjem od 50x. Razlika između rasterskih tačaka se skoro i ne primeti jer je došlo do njihovog spajanja, pa je skoro cela površina prekrivena bojom.



Sl.9. Mikroskopski snimci rasterskog polja tonske vrednosti 100% (uvećanje 50x)

a) uzorak poklopca od polietilena b) uzorak poklopca od polivinilhlorida c) uzorak poklopca od metala

5. ZAKLJUČAK

Tokom izvođenja eksperimenta došli su do izražaja uticajni faktori koji su presudni na kvalitet otiska u tampon štampi. Drugačiji oblik i tvrdoća tampona zahtevali su drugačije uslove za rad. Drugi tampon koji je upotrebljen za štampanje je bio manje konveksan od prvog tampona i stoga je bio potreban znatno veći pritisak za preuzimanje slike sa štamparske forme i njeno prenošenje na podlogu za štampu. Rezultati koji su dobijeni korišćenjem drugog tampona su veoma dobri kod štampanja polietilenskog i metalnog poklopca, dok je za štampanje poklopca od polivinilhlorida bolje rezultate dao prvi upotrebljeni tampon. Tvrdoća tampona je takođe uticala na prenos

slike sa štamparske forme na podlogu. Naime, što je tvrdoća tampona veća, potreban je manji pritisak pri štampanju.

Viskozitet boje se takođe menjao usled isparavanja rastvarača što je u velikoj meri uticalo na celovitost preuzimanja slike pomoću tampona, jer je boja na taj način postajala lepljivija.

Međutim, najveći udeo u krajnjem ishodu procesa štampe ipak je pripao podlozi za štampanje. Uočeno je da hrapavost, odnosno glatkoća podloge određuje koliko će rasterske tačke na otisku biti pravilne i jasno definisane. Različiti materijali od kojih su uzorci izrađeni određuju meru prihvatanja boje na podlozi. Najviše poteškoća u prihvatanju boje se stvorilo pri štampanju poklopca izrađenog od polietilena. Poznato je da ovaj materijal zahteva obradu pre procesa štampe u vidu prethodnog tretiranja bombardovanjem ili obradom plamenom. Uređaji za bombardovanje rade sa visoko frekventnim / visokonaponskim pražnjenjem od blizu 20.000 Volti. Plamenici proizvode otvoreni plamen kojim se prelazi preko podloge. Intenzitet i trajanje plamena se mogu podešavati. Oba uređaja funkcionišu na isti način, površinski napon se povećava da bi učvrstio boju na podlozi. Druga opcija za postizanje boljeg prijanjanja je tretman sa prajmerima. Kako ovo nije obavljeno u sklopu eksperimenta, javilo se slabije prihvatanje boje na podlogu od polietilena. Podloga od polivinilhlorida je zadovoljila očekivanja, i otisci koji su nastali su posedovali definisane linije i oblike i otpornost na otiranje. Metalna podloga, čija površina ima najveću glatkoću, je dala najbolje rezultate u okviru ovog istraživanja. Može se primetiti na mikroskopskim snimcima da su rasterske tačke najbolje definisane upravo na ovoj podlozi.

6. LITERATURA

- [1] Kiphan, H.: Handbook of Print Media: Technologies and Production Methods, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2001.
- [2] Teschner, H.: Druck und Medien Technik, Fachschriften-Verlag GmbH/Co., 2003.
- [3] Novaković, D.: Grafički procesi, Grafičko inženjerstvo i dizajn, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2007.
- [4] Internet adresa: www.sitologika.rs
- [5] Internet adresa: www.grafoset.com

Adresa autora za kontakt:

Mirjana Ivković
ivkovic.mirjana85@gmail.com

Prof. dr Dragoljub Novaković
novakd@uns.ac.rs

Ass. MSc Živko Pavlović,
zivkopvl@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn
 Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

ODREĐIVANJE KINETIČKIH PARAMETARA UMREŽAVANJA OFSET GRAFIČKIH BOJA

DETERMINATION OF CURING KINETIC PARAMETERS FOR OFFSET PRINTING INK

Vesna Simendić, Dragoljub Novaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*
Ivan Ristić, *Tehnološki Fakultet, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljeni su rezultati umrežavanja ofsetnih grafičkih boja primenom diferencijalne skanirajuće kalorimetrije (DSC – eng. Differential Scanning Calorimetry)) kako bi se odredila kinetika hemijskih reakcija procesa umrežavanja ("sušenja"), za dve boje različitih proizvođača. Dobijeni su termogrami za 3 različite brzine zagrevanja i zatim je energija aktivacije izračunata preko Kisindžerovog i Ozavinog modela, korišćenjem podataka očitanih sa DSC termograma.

Ključne reči: umrežavanje, polimerna mreža, DSC, energija aktivacije, štamparska boja, ofsetna boja, sušenje boje.

Abstract – This paper discloses an approach to study the curing of offset ink by differential scanning calorimeter (DSC) to get information about kinetics of crosslinking reaction ("ink drying") for two inks obtained from different producer. The activation energy was calculated from thermograms measured with 3 different heating rates, and using Kissinger and Ozawa calculating methods.

Key words: curing, polymer network, DSC, activation energy, printing ink, offset ink, ink drying.

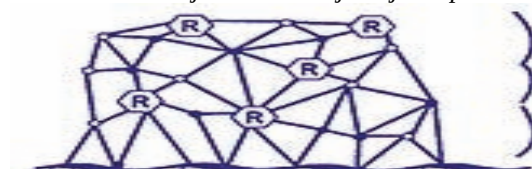
1. UVOD

Zbog naglog razvoja tehnologije proizvodnje štamparskih mašina, sve je veća potražnja za premazima sa velikom brzinom umrežavanja. Kako se povećava brzina štampe, tako raste i potražnja za bojom koja se brzo suši (umrežava). Kod konvencionalne brze štampe, odštampani proizvodi se suše uređajima za direktno sušenje uz pomoć grejača ili toplim vazduhom, kako bi se povećala brzina sušenja. Od 30 do 40% rastvarača iz boje, kod takvog načina sušenja (heat-set), isparava zagrevanjem. Stoga, jedan deo isparenja iz rastvarača koji se proizvede u štamparijama uzrokuje zagađenje vazduha. Postoje specijalne boje kod čijeg se umrežavanja, rastvarač može pretvoriti u komponentu premaza preko reakcije umrežavanja, a kako takav rastvarač ne isparava kao konvencionalni organski rastvarač, nema zagađenja vazduha uzrokovanog isparenjima iz rastvarača. Nakon nanosa boje (Slika 1.), sušenje oksidacijom unutar sušivog ulja ili alkida, pa čak i smole, vodi ka

polimerizaciji i stvaranju 3D strukture hemijskih veza. (Slika 2)



Slika 1. Reakcija umrežavanja boje na podlozi



Slika 2. Prikaz 3D strukture hemijskih veza nakon umrežavanja štamparskih boja na podlozi

Polimeri koji umrežavaju podležu faznom prelazu iz tečnosti u viskoelastično čvrsto telo pri nekom specifičnom stepenu konverzije. Ova pojava se naziva "želiranje" ili "hemijsko želiranje" da bi se razlikovala od "fizičkog želiranja" kod koga mreža nastaje po mehanizmu reverzibilnih asocijacija makromolekula. Razumevanje ovog kritičnog fenomena je značajno i radi dobijanja materijala koji se primenjuju na kontrolisano bliskoj udaljenosti od kritične tačke i koriste se za specifične namene (adhezivi, štamparske boje, absorbensi, prigušivači vibracija, zaptivni materijali, membrane).

Kod njih je odgovarajućom hemijskom strukturom polaznih molekula tj prekursora moguće podesiti buduću strukturu mreže, relaksacioni karakter i čvrstoću materijala.

Tačka gela u umrežavajućem sistemu se dostiže kada se iz kolekcije konačnih klastera nazvanih sol, obrazuje beskonačno veliki makromolekul nazvan gel tj. kada najveći molekulski ili supermolekulski klaster divergira do beskonačnosti [1].

To se ne može izmeriti direktno, ali kako su dramatične posledice promene u geometrijskom načinu spajanja lanaca suštinske, može se uočiti preko posmatranja različitih fenomena.

Novonastala složena topologija sada ima potpuno različita dinamička svojstva.

Metode određivanja tačke gela uključuju rastvaranje u dobrom rastvaraču i ekstrakciju rastvornog dela (sola), nuklearnu magnetnu rezonantnu spektroskopiju, diferencijalnu skanirajuću kalorimetriju infracrvenu spektroskopiju (IR – eng. *Infra Red*) i raman spektroskopiju.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master-diplomskog rada čiji mentor je prof. dr Dragoljub Novaković.

2. PRORAČUN ENERGIJA AKTIVACIJE REAKCIJE UMREŽAVANJA

2.1. Flin-Vol-Ozavina metoda (FVO)

Naučnici Ozava, kao i Flin i Vol nezavisno su izveli sledeću jednačinu za izračunavanje energije aktivacije kod reaktivnih sistema [2][3]:

$$\ln \beta = \ln \left[\frac{0,0048 k_0 E_a}{R G(\alpha)} \right] - 1,0516 \frac{E_a}{R T} \quad (1)$$

koristeći Dojlovu aproksimaciju temperaturnog integrala:

$$p(x) = 0,0048 \exp(-1,0516x) \quad (2)$$

Dojlova aproksimacija ne važi za šire raspone energije aktivacije, pa je Zvetkov izveo dodatne korektivne faktore za područje nižih prečnika $x = E_a / RT$ ($E_a < 70$ kJ/mol) [4]. Prednost FVO metode je ekvivalentnost prečnika

$$\ln \left[\frac{k_0}{G(\alpha)} \right] \text{ sa onim u izotermnoj izokonverzijskoj}$$

jednačini izvedenoj iz integralnog oblika kinetičke jednačine:

$$G(\alpha) = \int_0^\alpha \frac{d\alpha}{f(\alpha)} = kt = k_0 \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right) \quad (3)$$

$$\ln t = \ln \left[\frac{k_0}{G(\alpha)} \right] - \frac{E_a}{RT} \quad (4)$$

Stoga se iz zavisnosti E_a i $\ln \left[\frac{k_0}{G(\alpha)} \right]$ od α dobijenih

FVO metodom može direktno simulirati izotermna kriva iz dinamičkih merenja, bez poznavanja preostalih kinetičkih parametara, predeksponentnog koeficijenta i mehanizma reakcije.[5] To je posebno korisno pri modelovanju sistema koji prate složeni mehanizam nekoliko povezanih ili uporednih reakcija.

2.2. Kisindžer-Akahira-Sunoseova metoda

Kisindžer je u integralni oblik kinetičke jednačine dobijen korišćenjem aproksimacije po Mareju i Vajtu [6]:

$$p(x) = \frac{\exp(-x)}{x^2} \quad (5)$$

uvrstio izraz za brzinu reakcije u maksimumu dobijen izjednačavanjem derivacije jednačine

$$\frac{d\alpha}{dt} = k_0 \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right) f(\alpha) \quad (6)$$

s nulom. Konačno se dobije sledeća zavisnost:

$$\frac{d(\ln \beta / T_{\max}^2)}{d(1/T_{\max})} = -\frac{E_a}{R} \quad (7)$$

Iako je izvorno izvedena za slučaj kinetičke reakcije n-tog reda, Kriado i Ortega pokazali su da je Kisindžerova metoda primenljiva i na druge poznate mehanizme reakcija uz zanemarljive greške,[7] dok su Akahira i Sunose proširili Kisindžerovu metodu maksimuma u potpunu izokonverzijsku metodu dokazavši da izraz:

$$\ln \left(\frac{\beta}{T^2} \right) = [\ln(k_0 R / E_a) - \ln G(\alpha)] - \frac{E_a}{R T} \quad (8)$$

važi za bilo koju konstantnu konverziju. KAS metoda po načinu izvođenja možda nije čista integralna metoda, ali je matematički ekvivalentna FVO metodi, [8] a tačnija je od nje za mnogo širi interval vrednosti energija aktivacija.[9]

3. EKSPERIMENT - METOD

3.1. Diferencijalna skanirajuća kalorimetrija (DSC)

DSC metoda se zasniva na merenju energije koju je neophodno dovesti ispitivanom uzorku da bi razlika temperatura ispitivanog i referentnog uzorka, kada se oni zagrevaju ili hlade pod identičnim uslovima, za sve vreme izvođenja eksperimenta bila jednaka nuli ($\Delta T = 0$). Merenje se izvodi tako što se ispitivani uzorak, IU, i referentni uzorak, RU, koji se nalaze u identičnim posudama smeste u termički izolovane delove merne ćelije (peći) ili u zajedničku mernu ćeliju. IU, RU i peć se zagrevaju pri linearnoj promeni temperature sa vremenom. Ako na primer posuda sa IU troši više toplote za zagrevanje to će njena temperatura opasti u odnosu na temperaturu posude sa RU. Pri svakoj izmerenoj razlici temperatura ΔT između IU i RU, odmah se automatski uključuje grejač i posudi sa IU se vrlo brzo dovodi toliko energije u jedinici vremena (snaga) dok se ne ostvari uslov da je $T_{IU} = T_{RU}$, odnosno ostvari postavljeni uslov da je $\Delta T = 0$. Zbog toga, se može smatrati da je pri ovakvoj konstrukciji merne ćelije u idealnom slučaju praktično za sve vreme merenja $T_0 = T_{RU} = T_{IU}$. Instrument meri količinu energije dovedenu IU u jedinici vremena, mJ/s, a na termogramu se dobijeni rezultati obično prikazuju u obliku zavisnosti mJ/s mW/mg ili protok toplote c_p od temperature T ili vremena t.

3.2. Uređaj TA Instruments DSC Q20

Diferencijalni skanirajući kalorimetar (DSC) meri temperaturu i protok toplote koji su povezani sa toplotnim prelazima u materijalu. Najnoviji tipovi koje je proizvela kompanija TA Instruments tipa TzeroTM a u koje spada i DSC Q20 omogućavaju veoma precizan način merenja protoka toplote. Oni pružaju značajno poboljšanje u izravnavanju bazne linije, rezoluciji prelaza i senzitivnosti. Tehnologija TzeroTM omogućava direktno merenje toplotnog kapaciteta. Ovaj instrument koristi jedan od najsavremenijih softverskih programa za rad „TA Universal Analysis“. DSC instrument je najčešće korišćeni instrument za monitoring umrežavanja polimera i oligomera, ali se mora naglasiti da metoda ponekad nije korisna u finalnoj fazi reakcije. Ponekad se pretpostavlja da promene svojstava u toku poslednjih sekvenci umrežavanja nisu usled hemijske reakcije već usled relaksacije koja se odigrava i koju ne prate toplotni efekti.

3.3. Priprema uzorka

Za merenje su korišćeni čunići od aluminijuma sa poklopcem, kako bi se obezbedilo hermetičko zatvaranje. Pripremljeni uzorci su najpre izmereni (masa uzorka mora da bude između 1-10 mg). U postupku rada treba izabrati kalup koji odgovara čunićima. Izmereni uzorak staviti u čunić, čunić u kalup, zatim staviti poklopac čunića. Kalup sa uzorkom staviti u presu i laganim okretanjem poluge za 180° ispresovati čunić sa uzorkom.

3.4. Postavljanje uzorka u uređaj

Prvo se mora proveriti da li je temperatura ćelije dovoljno niska za otvaranje. Zatim se otvara ćelija (otvaranjem velikog poklopca, a zatim i dva manja). Pripremljen čunić sa uzorkom obavezno se stavlja i na mesto do operatora, dok referentni uzorak ide na drugu poziciju. Proverava se da li su oba čunića fino centrirana na odgovarajućoj podlozi. Nakon postavke, vraćaju se dva manja poklopca, a zatim i veći. Prvi poklopac mora biti postavljen na sredini, da ima mesta sa strane za prolaz radnog gasa koji je u našem slučaju bio azot.



Slika 3. Instrument DSC Q20 koji je korišćen za praćenje režima umrežavanja štamparskih boja.

3.5. TA Instruments Universal Analysis 2000

Merenja su obrađena primenom softvera TA Instruments Universal Analysis 2000 koji omogućava obradu podataka dobijenih na instrumentima za termičku analizu. Za potrebe rada, korišćenjem programa su analizirani podaci sa DSC instrumenta. Različite opcije softvera omogućavaju podešavanje načina prikaza podataka, kao i postavljanje tačno definisanih granica opsega merenja, tako da je procedura izrade grafika na osnovu podataka dobijenih nekom od termičkih metoda olakšana u odnosu na ručno računanje funkcija dobijenih takvim metodama merenja.

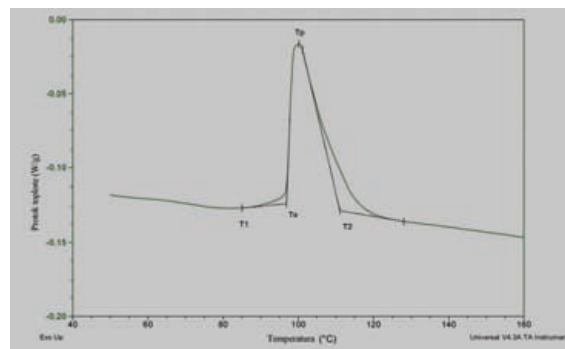
4. REZULTATI I DISKUSIJA

4.1. Analiza DSC termograma

Tipičan grafik pri brzini zagrevanja 10°C/min prikazan je na slici 4. Iz DSC termograma se može odrediti temperatura početka devijacije od bazne linije (T_1), ekstrapolirana temperaturom umrežavanja (T_e), pozicijom egzotermnog pika (T_p), temperatura završetka egzotermnog procesa (T_2), i entalpija umrežavanja (ΔH). Rezultati dobijeni merenjem boja su prikazani u tabeli 1.

Tabela 1. Rezultati karakterističnih temperatura i entalpije reakcija dobijeni očitavanjem sa DSC termograma za dve grafičke boje.

Proizvođač	T_1 (°C)	T_e (°C)	T_p (°C)	T_2 (°C)	ΔH (J/g)
Xpertink	114,7	119,5	130,82	142,54	10,51
Sunchemical	106,5	111,78	119,9	154,32	24,01



Slika 4. DSC termogram grafičke boje Sunchemical, sa naznačenim karakterističnim tačkama.

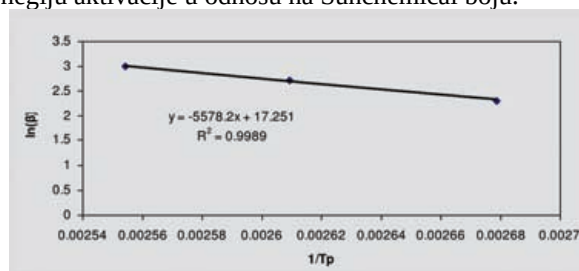
4.2. Određivanje energija aktivacije reakcije umrežavanja

Dinamička DSC analiza na tri različite brzine zagrevanja prikazana je graphicima 5 i 7: T_1 , T_e , T_p , i T_2 . Prema Kisindžerovom [6] i Ozavinom [3] metodu., energije aktivacije egzotermnih reakcija izračunate su iz termograma dobijenih na različitim brzinama zagrevanja. Relacije između aktivacione energije (E_a), brzine zagrevanja (β) i temperature pika egzotermne reakcije (T_p), prikazane su jednačinama (9) i (10)

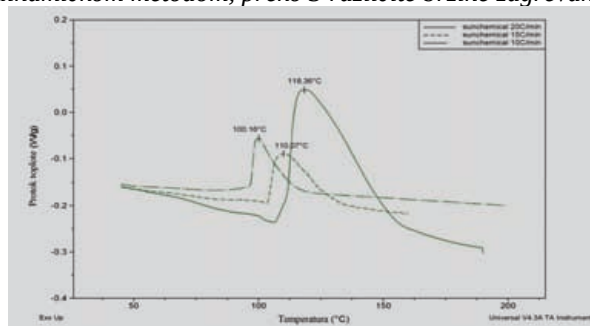
$$\frac{d(\ln\beta / T_{\max}^2)}{d(1/T_{\max})} = -\frac{E_a}{R} \quad (9)$$

$$\frac{d(\ln\beta)}{d(1/T_p)} = -\frac{1.052E}{R} \quad (10)$$

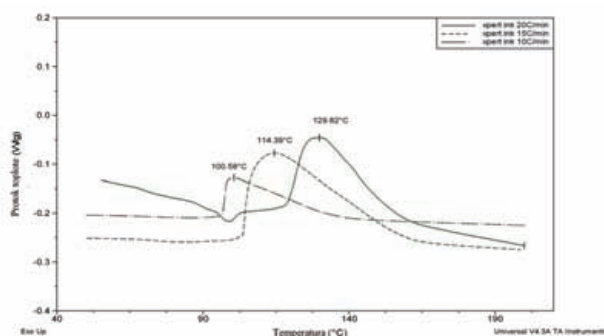
Energija aktivacije reakcije umrežavanja izračunata je iz podataka koji su dobijeni sa termograma (Slike 5.-8.) Izračunata energija aktivacije Sunchemical boje je 40,02 i 44,09 kJ/mol preko Kisindžerovog i Ozavinog modela respektivno. Izračunata energija aktivacije Xpertink boje je 28,18 odnosno 23,2 kJ/mol po Ozavinom i Kisindžerovom modelu respektivno. Vrednosti iz oba modela su približne. Xpertink boja ima nešto manju energiju aktivacije u odnosu na Sunchemical boju.



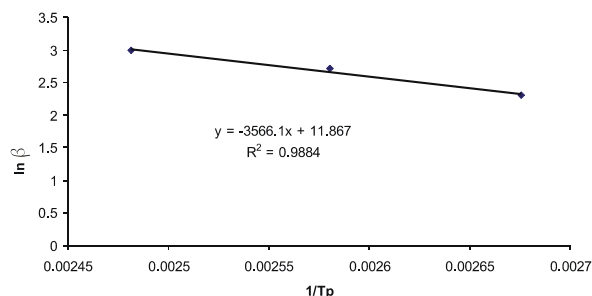
Slika 5. Prikaz DSC merenja boje Sunchemical dinamičkom metodom, preko 3 različite brzine zagrevanja



Slika 6. Linearni prikaz proračuna energije aktivacije za Sunchemical štamparsku boju prema Ozavinom modelu



Slika 7. Prikaz DSC merenja boje Xpertink dinamičkom metodom, preko 3 različite brzine zagrevanja



Slika 8. Linearni prikaz proračuna energije aktivacije za Xpertink štamparsku boju prema Ozavinom modelu

5. ZAKLJUČAK

Reakcije nastajanja polimernih mreža u ofset bojama (koje sadrže smole (tečne oligomere ili polimere) obuhvata složenu kombinaciju hemijskih i fizičkih događanja mogle su da se registruju DSC metodom jer ih prate egzotermni efekti. Ustanovljeno je da u dinamičkom režimu od sobne temperature za manje od nekoliko minuta tečna smeša boja koje sadrže prekursore mreža se transformišu u materijal čija je supramolekulska arhitektura u obliku filma.

Praćeno je umrežavanje 2 uzorka štamparskih boja: crna boja proizvođača Sunchemical, i rubin crvena proizvođača Xpertink. Oba uzorka analizirana su na 3 različite brzine zagrevanja, kako bi se utvrdio njihov uticaj na hemijske reakcije usled kojih nastaje umreženi materijal.

Izračunata energija aktivacije E_a reakcije umrežavanja. Vrednost energije aktivacije za Sunchemical iznosi 20,32 kJ/mol, a za boju Xpertink je 36 kJ/mol. Rezultati entalpije reakcija dobijeni očitavanjem sa DSC termograma za dve grafičke boje zanose 58,61 J/g za Xpertink, i 23,34 J/g za Sunchemical boju. Ove vrednosti ukazuju na to da vrsta boje može značajno uticati umrežavanje. Podaci dobijeni ovom metodom uz podatke o reoloskom ponašanju boja kao i dodatna izotemska merenja na DSC instrumentu mogu biti korisna za određivanje tzv. "prozora procesabilnosti" koji je uslovljen brzinom i načinom deformacije pri procesu štampe, što je izuzetno važno odrediti naročito za brze tehnike štampe.

6. LITERATURA

- [1] J. Budinski-Simendić, Z.S. Petrović, M. Ilavsky, K. Dušek: "Effect of the ratio of reactive groups on gelation and cyclization during polyurethane network formation", Polymer 34(24), (1993) 5157-5162.
- [2] J. H. Flynn, L. A. Wall: A quick, direct method for the determination of activation energy from thermogravimetric data, Journal of Polymer Science: Polymer Letters 4 (1966) 323-328
- [3] T. Ozawa: A new method of analyzing thermogravimetric data, Bulletin of Chemical Society of Japan 38 (1965) 1881-1886
- [4] V. L. Zvetkov: Comparative DSC kinetics of the reaction of DGEBA with aromatic diamines. I. Non-isothermal kinetic study of the reaction of DGEBA with m-phenylene diamine, Polymer, 42 (2001) 6687-6697
- [5] X. Ramis, J. M. Salla: Time-temperature transformation (TTT) cure diagram of an unsaturated polyester resin, Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics 35 (1997) 371-388
- [6] H. E. Kissinger: Reaction kinetics in differential thermal analysis, Analytical Chemistry 29 (1957) 1702-1706
- [7] J. M. Criado, A. Ortega: Non-isothermal transformation kinetics: remarks on the Kissinger method, Journal of Non-Crystalline Solids, 87 (1986) 302-311
- [8] J. W. Graydon, S. J. Thorpe, D. W. Kirk: Interpretation of activation energies calculated from non-isothermal transformations of amorphous metals, Acta Metallurgica & Materialia, 42 (1994) 3163-3166
- [9] Z. M. Gao, M. Nakada, I. Amasaki: A consideration of errors and accuracy in the isoconversional methods, Thermochemica Acta 369 (2001) 137-142

Adrese autora za kontakt

MSc Vesna Simendić,

vesnavele@gmail.com

Prof. dr Dragoljub Novaković,

novakd@uns.ac.rs

MSc Ivan Ristić,

ivancekaris@yahoo.com

Grafičko inženjerstvo i dizajn

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad



SPECIFIČNOSTI PROJEKTOVANJA KARTONSKE AMBALAŽE U SOFTVERU ENGVIEW PACKAGE DESIGNER

SPECIFICALLY DESIGN OF CARDBOARD PACKAGING IN THE SOFTWARE ENGVIEW PACKAGE DESIGNER

Katarina Ljubojević, Dragoljub Novaković, Magdolna Apro, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu je izložen princip projektovanja ambalaže u softveru EngView Package Designer sa osvrtom na prikaz prednosti CAD/CAM sistema u odnosu na konvencionalni sistem projektovanja ambalaže.

Ključne reči: Softver, projektovanje ambalaže, kutija, EngView Package Designer

Abstract – The paper deals with the principle of design in packaging software EngView Package Designer with regard to the advantages of CAD/CAM system in relation to the conventional system design package.

Keywords: Software, design packaging, boxes, EngView Package Designer

1. UVOD

Pod pojmom ambalaža se podrazumeva sve ono u čemu je roba smeštena, ili materijal kojim je roba omotana. Kroz istorijski i tehnološki razvoj ambalaža je dobila više zadataka, tako danas pored opšte funkcije prihvatanja proizvoda, za uspešnost ambalaže su postavljeni razni kriterijumi. Ambalaža mora biti tako projektovana da obezbedi proizvodu adekvatnu zaštitu, odgovarajuće skladištenje i transport, uočljivost na policama maloprodaje što pospešuje prodaju, lašku upotrebu, odnosno ambalaža mora biti pogodna za pakovanje i da ima ekonomsku opravdanost i ekološku prihvatljivost. Pored fleksibilne ambalaže najveći deo tržišta pripada ambalaži od papira, kartona, ravne i talasaste lepenke, ali složive kutije od kartona su najrasprostranjenije. Kako je karton osnovni grafički materijal, grafičko oblikovanje i završna obrada složivih kutija spada u delatnost grafičke industrije. Podela faze izrade složivih kutija na pripremu, štampu i završnu grafičku obradu je opravdana jer su i kutije grafički proizvodi, ali njihova proizvodnja zahteva posebne operacije, mašine, kao i pristup pri projektovanju [1,2].

Prošireno značenje faze pripreme pri proizvodnji složivih kutija proizilazi iz činjenice da projektovanje ambalaže predstavlja složen proces, jer ona mora zadovoljavati potrebe tržišta po svim kriterijumima.

U opštem smislu svako kreiranje ambalaže treba obuhvatiti sledeće operacije [3]:

1. izradu strukturnog dizajna ambalaže,
2. grafički dizajn ambalaže,
3. usklađivanje sa mogućnostima izrade i pakovanja proizvoda.

2. PRIMENA CAD/CAM SISTEMA PRI PROJEKTOVANJE SLOŽIVIH KUTIJA

Crteži prireza kutija, rasporeda prireza na tabaku (montaža), forme za izrezivanje i kontraforme se mogu izraditi u nekom programu za vektorsku grafiku (Adobe Illustrator, CorelDraw, itd.), međutim kako su ovi programi opšteg karaktera, kreiranje tehničke dokumentacije za kartonsku ambalažu pomoću njih predstavlja ozbiljan i vrlo zahtevan zadatak [4].

Za efikasniju primenu računara pri konstruisanju složivih kartonskih kutija razvijeni su specijalizovani CAD/CAM (CAD – Computer Aided Design, CAM – Computer Aided Manufacture), programi za strukturno oblikovanje ambalaže. Takvi programi su prilagođeni zahtevima brzog i preciznog crtanja, ugrađeni su moduli za lakšu manipulaciju pojedinim elementima, pojednostavljeno je kotiranje i izrada tehničke dokumentacije. Programi za projektovanje kutija često sadrže već gotove, standardne kutije ili pojedine elemente kutija od kojih unošenjem potrebnih dimenzija program formira gotov crtež, tj. strukturni dizajn sa svim detaljima.

Neki programi za konstruisanje ambalaže omogućavaju prikaz grafičkog dizajna na prirezu kutije, što obezbeđuje kontrolu grafičkog i strukturnog dizajna u jednom procesu. Većina ovih specijalizovanih programa podržava i 3D prikaz, odnosno kreiranje VRML (Virtual Reality Modeling Language) fajla za animiranu prezentaciju projektovane ambalaže.

Prostorno prikazivanje projektovanih rešenja daje podlogu za proveru tačnih dimenzija i uklapanje pojedinih elemenata kutije, čime se ubrzava proces kreiranja, jer se preskaču nepotrebne izrade makete za pojedina idejna rešenja.

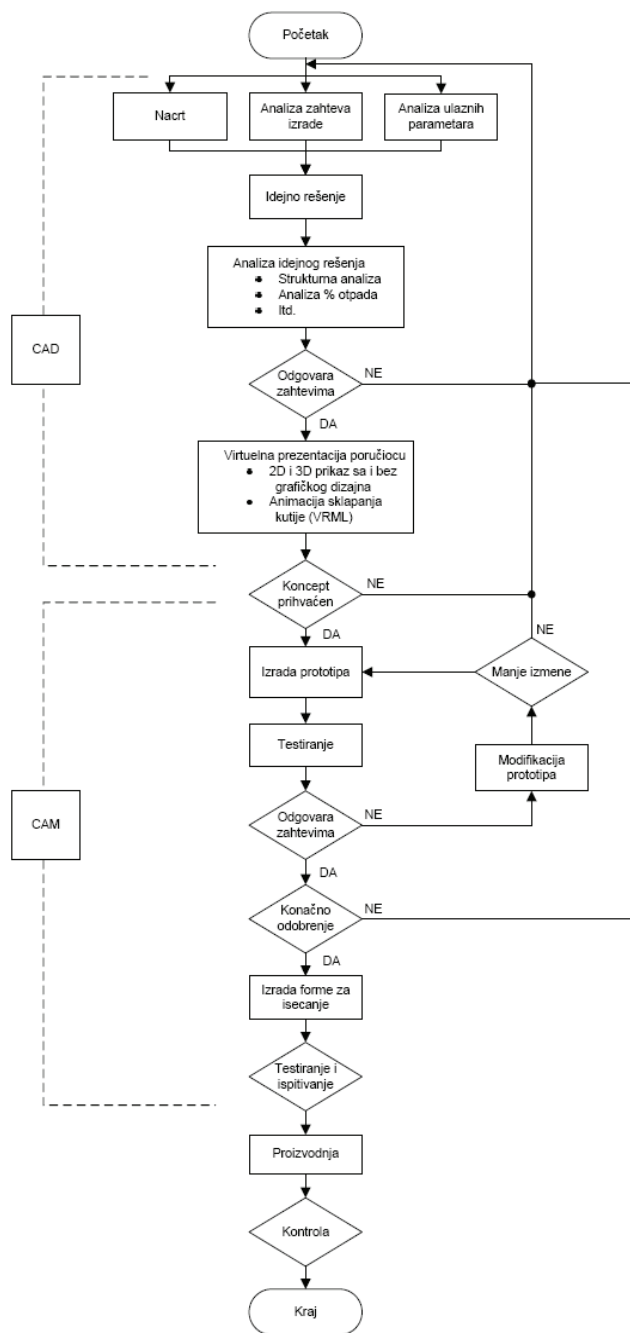
Velika prednost specijalizovanih programa ogleda se još u razvijenom sistemu iskorišćavanja tabaka kartona, što se ostvaruje kroz izrade raznih rasporeda prireza na određenom formatu odnosno izbora najpovoljnijih dimenzija tabaka kartona pri čemu automatski se proračunavaju površine otpada u % [2].

Višefunkcionalnost računara omogućuje njihovo povezivanje sa proizvodnom opremom. Specijalizovani softveri za projektovanje kartonske ambalaže često su prilagođeni za direktno upravljanje mašinama za izrezivanje modela kartonskih kutija (probni uzoraka), za prenos kontura

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr Dragoljub Novaković.

prireza na multipleks ploču odnosno upravljanja laserom za prerezivanje nosača radi ubacivanja alata za izrezivanje i šablona za odstranjivanje otpadaka. Algoritam primene CAD/CAM sistema po fazama kreiranja ambalaže i pripreme proizvodnje predstavljen na slici 1 [6,7].



Slika 1. Algoritam primene CAD/CAM sistema u fazama kreiranja ambalaže

3. PROJEKTOVANJE KUTIJE ZA PROIZVOD

3.1 Ulazni podaci

U radu su predstavljene specifičnosti izrade rešenja, za konkretizaciju izrade kroz sve faze je odabrana poslovna kutija - kartonska tašna.

3.1.1. Karakteristike robe sa aspekta zahteva prema ambalaži

Proizvodi koje je potrebno smestiti u ambalažu su zbornik radova, hemijska olovka, propagandni materijal i fleš memorija.

Ambalaža koju je potrebno izraditi je primarnog tipa. Ambalaža je predviđena za nošenje u jednoj ruci i ima promotivnu svrhu.

Tiraž ambalaže je 2000 komada. Ambalaža je kruta, čvrsta i ima nosivost preko 1 kg. Oblik ambalaže je pravougaoni i ravnomerno raspoređuje težinu. Pošto se ne radi o pakovanju osetljivih proizvoda kutiji nisu potrebni dodatni unutrašnji zaštitni elementi. Prilikom izbora formata prednost dati formatu B1.

3.1.2. Dimenziona analiza

Potrošnja količine materijala određenog oblika ambalaže zavisi od geometrijskog oblika ambalaže i rasporeda njenih stranica: dužina x širina x visina.

Zavisno od fizičkog stanja proizvoda, određuje se oblik ambalaže sa zadatim veličinama, veličinama dužine, širine i visine da bi se dobilo odgovarajuće ekonomično pakovanje.

Određivanjem adekvatne visine postićemo uštedu, odnosno što je kutija viša, potrošnja materijala za izradu ambalaže je manja. Projektovana ambalaža mora biti veća najmanje za 20mm u odnosu na dimenzije proizvoda, tako da na osnovu izvedenih zahteva proizvoda, koje je potrebno smestiti u ambalažu, optimalna veličina je 230x340x50mm.

3.1.3. Izbor materijala

Materijali za izradu ambalaže predstavljaju najvažniji element u grafičkom dizajnu ambalaže jer od njihovih svojstava zavisi konačan kvalitet ambalaže. Oni moraju biti mehanički, hemijski i biološki, a u nekim slučajevima i termički i optički postojani. Od tehnoloških svojstava materijala zavise postupak proizvodnje i izbor postupka za kreiranje likovno – grafičkog rešenja kao i kvalitet obrade.

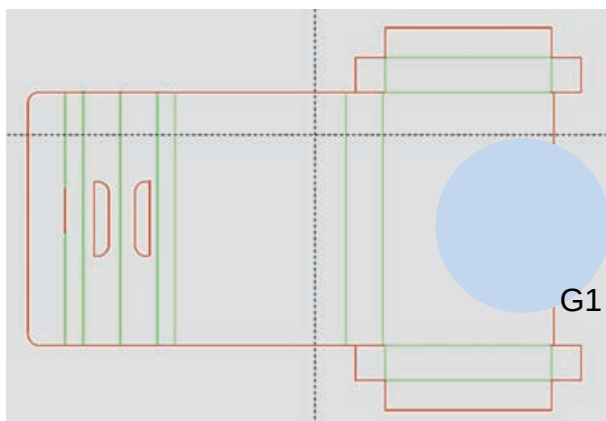
Isto tako od materijala zavise i troškovi proizvodnje. Na osnovu navedenih zahteva može se izabrati talasasti karton B kategorije koji se deli na tvrdi (*strong*) i standard karton. Debljina materijala je 3,3 mm.

3.2 Korišćeni program

Softver koji je korišćen za projektovanje ambalaže tj. kutija za pakovanje propagandnog materijala je *EngView Package Designer*, koji je CAD/CAM sistem za strukturno projektovanje ambalaže od kartona i lepenke. Modul za izradu crteža odnosno razvijenog oblika kutije ima dva osnovna načina izrade crteža razvijenog oblika kutije. Može se nacrtati potpuno originalno rešenje ručnim crtanjem ili može se koristiti biblioteka gotovih, standardnih kutija, odnosno pojedinačnih komponenata kutija uz podešavanje određenih dimenzija. Pored operacije crtanja, transformacije i kotiranja objekata, softver nudi alatke za izradu montaže, alata za izrezivanje i kontraforme, podešavanje štamapanja tehničke dokumentacije, 3D prikaza ambalaže (mogućnost animiranja sklapanja kutije i prezentacija pomoću VRML fajla) i CAM modula (programaska podrška za upravljanje velikim brojem izlaznih CAM uređaja) [6,7].

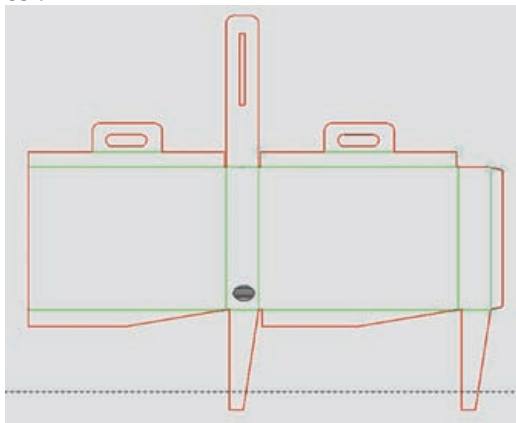
3.3. Analiza idejnih rešenja

Prvo rešenje (Slika 2) ima pravougaonu formu pa samim tim zadovoljava osnovne zahteve postavljene pred ambalažu. Rukohvati su integrisani na ambalažu i pri sklapanju moraju biti slepljeni kako bi se obezbedila stabilnost. Klapne je potrebno zalepiti za unutrašnju stranicu kako ne bi dolazilo do rasipanja upakovanog materijala. Rešenje br. 1. odlikuje čvrstoća i jednostavnost, dok funkcionalnost i preglednost se ne mogu svrstati u vrline ovog rešenja. Sa tehničkog gledišta ambalaže, odlikuje se izuzetnom stabilnošću i čvrstoćom, međutim nakon upotrebnih analiza može se primetiti da veliki pritisak nakon pakovanja i zatvaranja se stvara na mestu G1 što nakon duže upotrebe može dovesti do habanja i nefunkcionalnosti proizvoda.



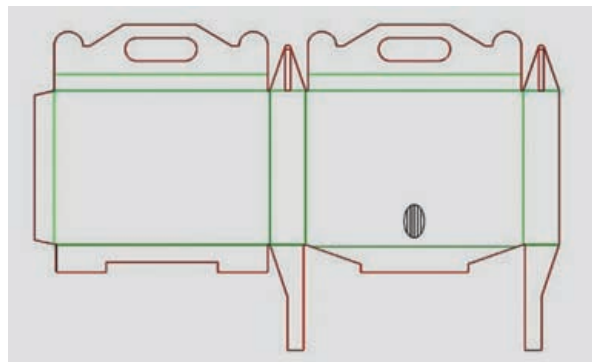
Slika 2. Prikaz razvijenog oblika kutije idejnog rešenja br. 1

Rešenje br. 2 (Slika 3) je takođe pravougaonog oblika, tako da zadovoljava osnovni zahtev. Ambalaža je jednodelna, ima jedno mesto za lepljenje. Rukohvati zajedno sa graničnikom koji se „prebacuje“ preko njih pruža stabilnost i čvrstoću pri pakovanju sadržaja. Proizvod kao ni prethodno rešenje ne može se pohvaliti preglednošću, dok su u potpunosti zadovoljene estetske karakteristike. Eventualni nedostaci G2 su primećeni naknadno, a koji nakon realizacije proizvoda mogu predstaviti grešku, a to su klapne na dnu ambalaže. Upotrebom neadekvatnog načina zatvaranja ili predimenzionisanog materijala može doći do nestabilnog zatvaranja a samim tim i rasipanja materijala pri dužoj upotrebi.



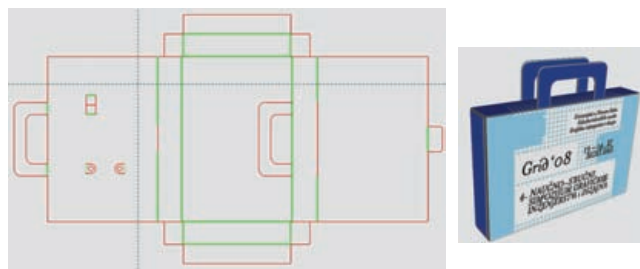
Slika 3. Prikaz razvijenog oblika idejnog rešenja br. 2

Rešenje br. 3 (Slika 4) je takođe pravougaonog oblika, klapna sa jedne strane je predviđena za lepljenje, rukohvati su stabilni čvrsti i udobni. Što se tiče, čvrstoće i dimenzione stabilnosti proizvod se može pohvaliti sa obe jer pri upotrebnoj analizi nisu primećeni nedostaci.



Slika 4. Prikaz razvijenog oblika kutije idejnog rešenja br. 3

Ponudeno rešenje br. 4 je prikazano na slici 5, takođe je pravougaonog oblika, rukohvati i svi integrisani delovi rešenja, a spajanje sa strane se vrši jednostavnim umetanjem klapni pa nije potrebno lepljenje. Za razliku od prethodnih rešenja ovo ima 3 klapne, dve standardne koje formiraju pravougaoni oblik pri sklapanju i treću koja kao interni deo predstavlja uložak za smeštanje usb-a i olovke, što proizvodu daje funkcionalnost, preglednost i laku upotrebljivost.



Slika 5. Prikaz razvijenog oblika i 3D modela kutije idejnog rešenja br. 4

3.4. Analiza idejnih rešenja i izbor optimalnog

Analiza ponuđenih idejnih rešenja vrši se na osnovu sledećih zahteva:

- složenost, tj jednostavnost izrade,
- procenat otpada,
- funkcionalnost ambalaže,
- zatvaranje i pakovanje ambalaže.

3.4.1. Složenost izrade

Složenost izrade ogleda se u potrebi posebnih operacija u toku izrade kutije (na primer lepljenje folije). Kako su sva četiri rešenja po strukturi slične složenosti (istih su dimenzija, pravougaonog oblika, istog broja rukohvata, klapni i sl.), nije moguće posebno izdvojiti nijedno rešenje.

3.4.2. Procenat otpada

Analiziranjem svih dostupnih tabaka u programu (standardnih i specijalnih) i mogućnosti raznih modifikacija postavljanja prireza pokazalo se da postoje velika odstupanja u procentima otpada prilikom

slobodnog izbora formata i pri korišćenju B1 formata. U tabeli 1 su dati procentualni prikazi otpada za optimalnu montažu (proizvoljan izbor formata) i za B1 format.

Tabela 1. Prikaz procenata otpada

Idejno rešenje	Procenat otpada po tabaku	
	Optimalni format	B1
Br. 1	39 %	72 %
Br. 2	62 %	62 %
Br. 3	47 %	59 %
Br. 4	46 %	54 %

3.4.3. Funkcionalnost ambalaže

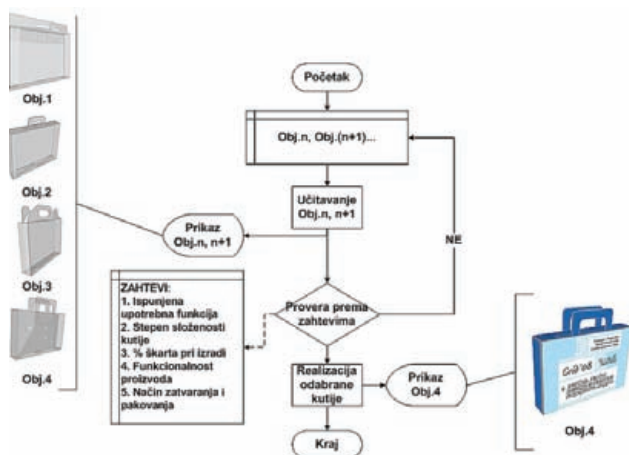
Sva četiri rešenja poseduju skoro sve adekvatne osobine ranije navedene u zahtevima. Širina ambalaže obezbeđuje dovoljno prostora za smeštanje zbornika i ostalog propagandnog materijala. Predmeti (USB i olovka) bolji način smeštanja imaju u četvrtom rešenju jer na njemu postoji specijalno predviđeno mesto, što daje proizvodu preglednost i lakoću upotrebe. Rešenje 4 poseduje sigurniji prenos težine na bazu ambalaže, klapne su sigurnije za dodatno pričvršćivanje proizvoda kao i dodatni deo koji povećava celokupnu stabilnost čitave ambalaže.

3.4.4. Zatvaranje i pakovanje ambalaže

Kod sva četiri idejna rešenja moguće je automatsko i ručno sklapanje ambalaže. Prvo, drugo i treće rešenje su pogodniji za mašinsko pakovanje jer je sve operacije, uključujući i pakovanje proizvoda moguće izvesti na mašini. Četvrto rešenje, s obzirom da poseduje specijalno namenjeno mesto za USB memoriju i olovku teško je u potpunosti prilagoditi mašini za sklapanje i pakovanje, te je za njega potrebno obezbediti dodatne manuelne operacije.

3.5. Metod izbora

Iz prethodnih koraka analize može se uvideti da četvrto rešenje ima dosta prednosti u odnosu na ostale. Bolja funkcionalnost, manji procenat otpada pri izboru B1 formata, strukturna stabilnost i zaštitna funkcija su takođe neki od parametara koji su uticali na odluku da finalni odabir bude rešenje br. 4. Na slici 6 je predstavljen dijagram toka odabira odgovarajućeg rešenja primenom EngView Package Designer-a.



Slika 6. Dijagram toka odabira ambalaže

4. ZAKLJUČAK

Tokom projektovanja i izrade proizvoda bio je potreban angažman timova ljudi kako bi se na najbolji način mogli predvideti prvenstveno zahtevi proizvoda iz čega bi proisteklo idejno rešenje a potom i njegova finalizacija kroz plasman na tržište. Poznato je da se na tržištu u ranijem periodu pojavili razni CAD/CAM sistemi koji su omogućili lakše načine projektovanja i izrade tehničkih crteža, ali nisu u mnogome pomagali prilikom procesa analize, odabira najboljeg rešenja pa i samog predstavljanja proizvoda. EngView sistem je jedan od CAD/CAM sistema koji obećava lakši rad prilikom projektovanja proizvoda, analize, beleženja podataka i samog odabira najadekvatnijeg rešenja. Dalja razmatranja na temu projektovanja ambalaže bi mogla biti usmerenja na metodologiju prikupljanja i analize podataka, relevantnih za odabir najadekvatnijeg rešenja, nakon čega bi usledilo projektovanje i tehnička izrada proizvoda navedena u ovom radu.

5. LITERATURA

- [1] D. Novaković, "Završna grafička obrada i ambalaža", Interna kriptura, FTN, Novi Sad, 2003.
- [2] T. V. Obradović, "Savremena izrada ambalaže od papira, kartona, ravne lepenke i talasastog kartona", Beograd, 2000.
- [3] Anon., "Paperboard Packaging Design Process", Student Syllabus, Lectures materials, Internet publikacija, www.paperboardpackaging.org/student_design_challenge/syllabus/7%20-%20Paperboard%20Packaging%20Design%20Process.pdf, Preuzeto: 06.09.
- [4] G. Calver, "What is Packaging Design?" Essential Design Handbooks, Midas printing international, China, 2004.
- [5] M. Fruht, M. Rakić, I. Rakić, "Grafički dizajn kreacija za tržište" – Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2004.
- [6] S. Lemeš, "Ispitivanje proizvoda - Virtualni prototip" www.unze.ba/am/ip/17%20Numericke%20metode.pdf, Preuzeto: 05.09.
- [7] EngView Package Designer and Diemaker Help, Version 4.1.1.4. - Demo, Canada, 2008
- [8] Anon., "Powerful and Easy to Use" EngView brochure Release 3

Adresa autora za kontakt:

MSc Katarina Ljubojević
katarinica031@yahoo.com

Prof. dr Dragoljub Novaković
novakd@uns.ac.rs

MSc Magdolna Apro
apro@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn
 Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

PRIMENA FOTOGRAFIJE U DIZAJNU PLAKATA

PHOTOGRAPHY – BASED POSTER DESIGN

Radmila Zelić, Dragoljub Novaković, Uroš Nedeljković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj: Rad analizira primenu fotografije u procesu oblikovanja plakata, način i postupak primene; značaj i ulogu ovog širokog medija u izradi konkretnih idejnih rešenja. Rad razmatra oblike i metode fotografske manipulacije uz pomoć kojih se karakteristike snimka i likovno-grafički elementi primenjeni u fotografiji mogu efikasno primeniti u dizajnu plakata kako bi preneli poruku i privukli pažnju posmatrača.

Ključne reči: fotografija, fotomontaža, plakat, grafičko oblikovanje

Abstract – This paper gives analysis of photography-based poster design, different ways of using photography; importance and role of this broad medium in design process and visualizing actual ideas. It also considers techniques that relate to manipulation of photographic image and how graphic designer can efficiently use graphic elements and features of photography in poster design in order to attract viewer's attention and convey certain message.

Keywords: photography, composite photography, poster, design

1. UVOD

Savremena fotografija u čvrstoj sprezi sa grafičkom umetnošću postala je sveprisutna i opšte prihvaćena medijska kultura. Današnji čovek je u svakodnevnom kontaktu sa fotografijom. Fotografija je, sa jedne strane, slika koja podleže svim kriterijumima likovne umetnosti, a s druge strane sredstvo komunikacije i oglašavanja. Sledeći sopstvene, specifične kriterijume i vrednosne kriterijume likovne umetnosti postala je samostalna umetnička disciplina.

Za dizajnera grafičkih komunikacija bitna je činjenica da fotografija ima veoma veliki uticaj na prosečnog čoveka i njegov način vrednovanja i kvantifikovanja grafičkih proizvoda.

2. POČECI PRIMENE FOTOGRAFIJE KAO ELEMENTA NA PLAKATU

Prošlo je mnogo vremena od pronalaska fotografije, do pronalaska primene fotografske reprodukcije u štampanim medijima. Tek pronalaskom autotipije, krajem 19. veka, tehnike kojom se fotografska slika razbija na mnoštvo sitnih tačkica koje formiraju polutonove, postalo je moguće reprodukovati fotografsku sliku u štampi, a samim tim i kao element na plakatu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr Dragoljub Novaković.

Modernistički stilovi poput kubizma, futurizma, dadaizma i konstruktivizam, imali su i još uvek imaju, snažan uticaj na dizajn grafičkih komunikacija. Usavršavanjem fotografske reprodukcije razvijena je *fotomontaža*, tehnika koja je tokom 20tog veka imala značajnu ulogu, kako u umetnosti, tako i u komercijalnoj primeni, a nastala je upravo u vreme navedenih modernističkih stilova.

Stvaranje kompozitnih slika isecanjem i spajanjem fotografija naročito je bilo zastupljeno u stilu ruskog konstruktivizma. Ovaj stil obeležili su plakati Aleksandra Rodčenka, El Lisickog i dr. Umetnici ruskog konstruktivizma razvili su nov stil u dizajnu plakata, koji odlikuje: naglašen dijagonalni smer u kompoziciji, jak kontrast u upotrebi nezasićenih boja, i pionirski radovi u tehnici fotomontaže. Nemački dadaist Džon Hartfeld koristio fotomontažu kao oružje klasnog rata i antinacističke propagande.



Sl.1. Plakati dizajnera ruskog konstruktivizma – El Lisicki (levo) i Rodčenko (desno)

Na dizajn plakata ogroman uticaj izvršila je i televizija. Fotografski postupak, primenjen bilo u crno-beloj ili kolor tehnici, bivao je sve više povezivan sa televizijskim reklamiranjem, prenoseći celovitu poruku kroz formu plakata u samo jednoj slici. Krajem 20. veka grafički dizajn, a samim tim i vizuelne forme plakata, oživeo je kao propagandno sredstvo pojavom personalnih računara i razvojem DTP-a. Unapređene su različite tehnike fotomanipulacije koje se permanentno usavršavaju, uz razvoj savremenih softverskih alata.

3. KARAKTERISTIKE I ELEMENTI PLAKATA

Plakat predstavlja snažno sredstvo informisanja i komunikacije, i spada u najmasovnija sredstava ekonomske propagande. Razlog tome jeste što se prezentira javnosti na najneposredniji način, isticanjem na javnim mestima i u većem formatu, što svakako privlači pažnju prolaznika.

Plakat mora biti zaokružena likovnografička celina, koja svojim sadržajem može da uspostavi brzu i jednostavnu komunikaciju. Plakat mora ubedljivo prenositi poruku i u posmatraču izazvati želju i pokrenuti ga na akciju. Postoje

tri osnovna zadatka – zahteva koja dobar plakat treba da ispuni. Imajući u vidu kratko vreme ekspozicije plakata u uslovima ubrzane urbane komunikacije, prvi zadatak plakata je da privuče pažnju i ostane zapažen. Drugi zahtev koji dobar plakat ispunjava ogleda se u kvalitetu izražene poruke koji obezbeđuje da poruka ostane u sećanju, iz kojeg bi mogla proisteći želja. Treći zahtev za dobar plakat je princip postizanja punog efekta i funkcije plakata koji se ogleda u provociranju nagona i pokretanju posmatrača ili potrošača na akciju.

Značajan faktor u načini vizuelnog efekta i privlačenja pažnje posmatrača predstavlja format plakata. Najčešće se javlja plakat formata B1 (707x1000) i B2 (500x707).

Fotografsko rešenje, kao i tekst usmereni su na što uočljivije delovanje u skladu sa željenim efektima i tematikom oglašavanja. Tekst na plakatu mora biti čitak i jasan, posmatraču mora biti omogućeno da za što kraće vreme prepozna osnovni smisao poruke. Veličina teksta treba da bude podešena tako da se referencijalni tekst može pročitati sa razumnog odstojanja, u zavisnosti od mesta postavljanja plakata. Delovi teksta veće važnosti treba da budu istaknuti određenim formatom ili bojom.



Sl.2. Faidherbe & De Vringer, plakati za Holandski plesni teatar. Izazivačke slike tela, kropovane na neobične načine kako bi zumirale i uhvatile dramatiku pokreta.

Dobra ilustracija je ona koja omogućava vizuelno jedinstvo sa slikom teksta, i vezu sa sadržajem teksta. Iskustva i brojni primeri ukazuju na to da se kao vid ilustracije, fotografija najviše koristi u dizajnu plakata. Njene prednosti ogledaju se u pogledu ubedljivosti, efektima foto-manipulacije, realnosti izražavanja i sl. Takođe, jedan od razloga za popularnost fotografske ilustracije može biti i brzina pri kojoj fotografija prenosi informaciju – realizam i direktnost omogućavaju posmatraču da shvate sliku veoma brzo, što je kod plakata naročito bitno jer se on opaža „u hodu“.

4. FOTOGRAFSKI DIZAJN PLAKATA. REALIZACIJA KONKRETNIH IDEJNIH REŠENJA

Razlikujemo dva ključna načina primene fotografske prakse u grafičkom dizajnu; način pri kojem su fotografije snimljene i pripremljene u skladu sa idejnim rešenjem, i drugi način primene ogleda se u izboru fotografija i fotomaterijala koje će kroz različite postupke foto-manipulacije biti integrisane u vizuelne komponente grafičkog dizajna. U prvom slučaju ideja fotografskog dizajna odnosi se na svesnu primenu kompozicionih tehnika, kao što su svetlost i senka, obrezivanje, dubina polja, vizuelna težina, vrsta filma i slično, kako bi se

naglasio vizuelni i komunikativni aspekt scene, objekta ili događaja koji se beleži. Dalja razmatranja su često usmerena na grafički kontekst u kome će fotografska slika biti korišćena. Drugi vid primene fotografije u velikom procentu podrazumeva korišćenje kompjuterskog softvera, koji pruža naizgled beskrajeve mogućnosti manipulacije fotografske slike. Spektar mogućnosti koje daje ova tehnologija je takav da fotografi, kao i grafički dizajneri mogu manipulirati slikom u bilo kom stupnju procesa. Na kraju krajeva, u dizajnu plakata, bilo koji i bilo kakav da je način primene, zadatak fotografije je jasan. Fotografija je ultimativno oružje ekonomske propagande u dizajnu plakata i ona mora dati maksimalan doprinos da propagandna poruka stigne do ciljanih receptora.

4.1. Odabir fotografija za reklamne plakate

Retki su slučajevi kada se grafički dizajner upušta u sam proces izrade i snimanja fotografije. Zadatak grafičkog dizajnera jeste da da instrukcije i izvrši odabir fotografija kako bi određena ideja mogla biti realizovana.

U ekonomskoj propagandi, fotografija ima značajnu ulogu, a njena upotreba je mnogostruka. Prilikom oblikovanja reklamnog oglasa ili plakata, određeni proizvod može biti fotografisan odnosno prikazan u upotrebi, proizvod može biti ikonično prikazan, ili se može prikazati situacija koja upućuje na određeni proizvod. Krajnji cilj je zainteresovati posmatrača. Da bi se naglasio vizuelni i komunikativni aspekt scene, objekta ili događaja koji se beleži koriste se različite tehnike i principi komponovanja: svetlo i senka, obrezivanje, dubina polja, dinamička tenzija i slično.

Stock galerije koje se mogu pronaći na internetu nude profesionalne fotografije. Takozvane „stok“ fotografije najčešće se primenjuju uz blage intervencije i osmišljavanje odgovarajućeg slogana, budući da se plasiraju uglavnom već kao gotove ideje. Velikom broju dizajnera i marketinških agencija ovakva široka distribucija fotografija ubrzava i olakšava, specifične vrste poslova koji zahtevaju veoma kratak rok izrade i nisku cenu.

4.1.1. Karakteristike fotografije

Jedna od izrazitih karakteristika fotografije je autentičnost. Jednostavnost podrazumeva jasnoću, koja se u fotografiji naročito ceni, jer što je motiv prikazan jednostavnije, posmatraču će biti razumljiviji i jasniji. Mnoge fotografije pate od prenatrpanosti neželjenim detaljima koji samo ometaju glavni motiv, koji se gubi i postaje nejasan. Originalnost je sve što je novo, osobeno i jedinstveno, što pobuđuje pojačanu pažnju.

Dramatizacija je, takođe, jedan od važnih elemenata savremene fotografije. Sve ono što je rečeno o jednostavnosti i originalnosti sjedinjeno je u živahnoj, napetoj radnji, akciji registrovanoj na fotografiji.

Najčešći načini dramatizacije su: efektno osvetljenje, razlivena akcija, namerna perspektivna izobličenost, neobični uglovi snimanja, krupni plan, jaki kontrasti, mala dubinska oštrina.

4.1.2. Svetlost

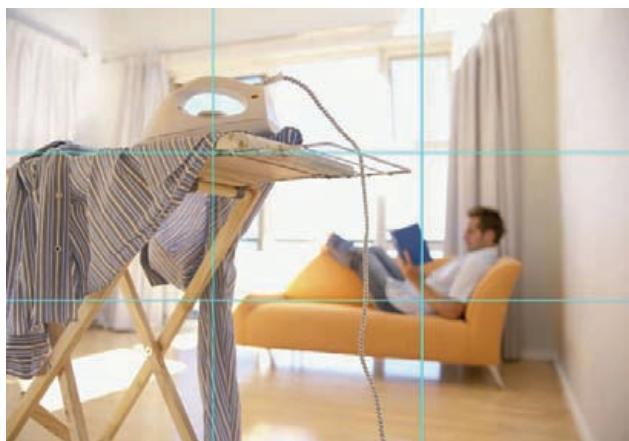
Izražajna sredstva fotografske slike jesu svetlost i senka, i iz njihovog kontrasta nastaje osnovni crtež slike. U većini slučajeva fotograf teži da dobije što veću izbalansiranost

tonova, pa zato i obraća najveću pažnju na svetlost, njen karakter, kontrast, ekspoziciju.

Pri analizi fotografije koja je dobro osvetljena, treba primetiti tri osnovne stvari koje se tiču primene svetla – kakav je kvalitet svetlosti, pravac svetlosti, kakav efekat ima svetlost na subjekat i pozadinu. Postoje tri vrste svetla koje se koriste pri snimanju i to su dnevno, veštačko osvetljenje i blic.

4.1.3. Kompozicija

Kako bismo bili sposobni da govorimo o različitim grafičkim elementima u kompoziciji, i posmatramo način na koji međusobno deluju, prvo što moramo učiniti jeste da ih izdvojimo, birajući najosnovnije načine komponovanja slike. Pri tome je neophodno razmotriti informativni sadržaj slike. Što je veći subjekat na fotografiji, više njegovih detalja će biti prikazano. Ako je reč o nečemu neobičnom i interesantnom ovo može biti ključno, a ako je motiv poznat, onda verovatno ne.



Sl.3. Pravilo trećina

Drugo razmatranje je veza između subjekta i okoline odn. pozadine. Da li je pozadina važna, bilo za sadržaj fotografije, bilo za samu kompoziciju. Treći faktor je subjektivna veza koju fotograf želi da stvori između motiva i posmatrača. Ako je izgled važan, i subjekat treba da ostavlja jak utisak, tada je popunjavanje kadra razumna opcija.

Prilikom komponovanja fotografije potrebno je znati i načine podele kadra. Podela je, u suštini, stvar proporcije, koje pobuđuju određenu reakciju posmatrača, bilo da su tačno izračunate ili ne. Zlatni presek je najpoznatija pode-la. Bazira se na čistoj geometriji i fotografiji skoro nikad nemaju ni potrebu ni mogućnost za konstruisanje. Drugi način podele je pravilo trećina. Mreža deli kadar u tri jednaka segmenta, kako vertikalno, tako i horizontalno i ove linije i njihovi preseki se koriste za postavljanje bitnih elemenata unutar fotografije.

4.1.4. Estetska načela

Dva osnovna principa dizajna su kontrast i balans. Kontrast naglašava razlike između grafičkih elemenata na slici, bilo da se radi o tonalnom kontrastu, kontrastu boja, forme i sl. Kontrast je razlika suprotnosti, i koristi se da bi se značajnije naglasilo ono što se želi istaći. Ravnoteža je blisko vezana za kontrast, i predstavlja aktivnu vezu između suprotnih elemenata. Ravnoteža predstavlja reša-

vanje tenzije, suprotstavljene sile su „uparene“ kako bi stvorile balans i osećaj harmonije. Postoje dve vrste ravnoteže. Jedna je simetrična ili statična (formalna), a druga dinamična (neformalna) ravnoteža. Izražajna slika nije uvek potpuno uravnotežena. Ovo podvlači mnoge dizajnerske odluke, ne samo očigledne (npr. gde postaviti centar pažnje) već i u smislu koliko tenzije ili ravnoteže stvoriti.



Sl.4. Jednostavnost, efektno osvetljenje sa jakim kontrastom figure naspram neutralne pozadine su neki od elemenata koji su upotrebljeni za isticanje motiva i privlačenje pažnje posmatrača



Sl.5. problem i rešenje kao deo propagande; kompozicija je dinamična, primenjen je kontrast, ritam, suprotstavljene dijagonalne i vertikalne linije

4.1.5. Elementi grafičkog oblikovanja

Osnovni elementi grafičkog oblikovanja su tačka, linija, površina, dinamička tenzija, ritam, tekstura. Najjednostavniji i najosnovniji element je tačka, po definiciji, vrlo mali deo celokupne slike i da bi dobila značaj mora da se istakne naspram okruženja, npr. tonalitetom ili bojom. Linija na fotografiji postaje očigledna pri susretanju kontrasta: boja, svetlih i tamnih površina, teksture ili oblika. Svojim oblikom, veličinom i jasnoćom svaka linija tačno određuje karakter oblika koji stvara, a na fotografiji se može opisati putem njene dužine i ugla u odnosu na ivice kadra. Za dinamički tenziju je bitno znati da su određeni grafički elementi, npr. dijagonale, ili određene kompozicije dinamičnije od drugih. Postoje razne tehnike postizanja dinamičke tenzije, a jedna od njih je mnoštvo dijagonala u različitim pravcima, suprotstavljene linije i svaka

struktura koja vodi pogled od centra ka ivicama, u raznim pravcima. Kada na sceni postoji nekoliko sličnih elemenata njihov raspored može, u specijalnim okolnostima stvoriti ritmičku vizuelnu strukturu.

4.2. OBLICI MANIPULACIJE FOTOGRAFIJOM NA PLAKATU

Veliki skok napred u upotrebi fotografije u dizajnu bila je montaža i intervencije na fotografiji – sečenje, obrezivanje i „prekrivanje“ bojom i tekstom. Što se tiče softvera, za grafičke dizajnere i fotografe prilično opšteprihvaćen standard za manipulaciju slikom je Adobe Photoshop. Photoshop pruža ogroman izbor alati za manipulaciju i obradu slike, pokrivajući prilično sve zahteve.

4.2.1. Fotomontaža

Motivisana velikim razvojem alata za obradu fotografije, kao i digitalne fotografije uopšte, fotomontaža se danas naglo počela razvijati i primenjivati. Nakon postavljenog koncepta i skice dizajna pristupa se potrazi za odgovarajućim fotografijama. Bitna stvar kod fotomontaže jeste vešto uklapanje elemenata, osvetljenja i boje različitih fotografija i delova u jedinstvenu kompoziciju. Slike se isecaju, postavljaju na različite slojeve, tako da se lako mogu pomerati i skalirati dok se ne dobije željeni rezultat.

4.2.2. Fotografija i crtež

Fotografija se često koristi u kombinaciji sa slobodnim crtežom i u takvim slučajevima fotografija je najčešće u prvom planu, tj ističe se osnovni motiv ilustracije putem fotografije, dok se detalji, odn. drugi plan, rešavaju putem slobodnog crteža.

Dizajner mora pažljivo kombinovati stilove slike kako bi podržao datu svrhu, koristeći osobine svakog da bi prigodno preneo nameravanu poruku i kako bi bili u uzajamnoj interakciji u jedinstvenom vizuelnom jeziku. Crtane ili slikane komponente u formi kolaža mogu da koegzistiraju sa isečenim ili cepanim delovima papira, obrezanim slikama, delovima objekta i slično.

Kolaž je krajnje intuitivan, ilustrativan prikaz koji uzima u obzir ne samo mogućnost prikaza različitih objekata u jednoj ravni, već i prirodu kombinovanih elemenata.



Sl.6. Primer kolažirane plakatske kompozicije. Dizajn plakata, MSc Radmila Zelić

4.3. FOTOGRAFIJA I TIPOGRAFIJA

Kod tipografije je bitno odrediti familiju pisma koja će se koristiti, pri čemu se mogu koristiti fontovi iz iste ili različite familije, i na taj način postići efikasno tipografsko rešenje i reflektovati promene raspoloženja. Osnovna tipografska podela ćirilčnih i latiničnih pisama obuhvata serifna i bezserifna pisma. Bezserifna pisma su čitljivija i autoritativnija, dok se serifna pisma koriste kada čitljivost nije u prvom planu, za eleganciju i suptilniji pristup. Koji će se font koristiti zavisi u velikoj meri od tematike celokupnog dizajna, kao i od osećaja koji želimo da proizvedemo. Postavljanje tipografije direktno na sliku omogućava brzo poređenje elemenata i nalaženje vizuelnog odnosa. Njihov uzajamni odnos i postavka otkrivaju sličnosti u obliku i veličini elemenata na oba. Sa druge strane, fotografija i tipografija mogu biti u uzajamnoj suprotnosti, što može biti jednako efikasna strategija za integraciju ova dva materijala.

5. ZAKLJUČAK

Grafički dizajner treba da poznaje osnovne karakteristike fotografije kao medija kako bi ih vešto iskoristio u cilju komunikacije. Dizajn će biti efektivniji i snažniji ako se odabere efektna, dobro komponovana slika, sa dobrim tonalnim spektrom, koja se efikasno kombinuje sa tipografijom, bojom i drugim ilustracijama. Ovo je vrlo bitno za dizajn plakata jer se on prezentira javnosti na najneposredniji način i traži pažnju prolaznika. Primenom kompjuterskog softvera mogu se postići najrazličitiji efekti i intervencije nad fotografijom i pruža se ogroman spektar mogućnosti za fotografe, kao i grafičke dizajnere da manipulišu slikom u bilo kom stupnju procesa, a granica je samo mašta i kreativnost pojedinca.

6. LITERATURA

- [1] Aynsley, Jeremy: *A Century of graphic design: Graphic design pioneers of the 20th century*, Octopus Publishing Group Ltd, London, 2001.
- [2] Nedeljković, Miodrag: *Marketinški priručnik*, Dnevnik novine i časopisi, Novi Sad, 2001.
- [3] Freeman, Michael: *The photographer's eye: Composition and design for better digital photos*, Focal Press, Oxford, 2007.

Adresa autora za kontakt:

MSc Radmila Zelić

radmilaz@hotmail.com

Prof. dr Dragoljub Novaković

novakd@uns.ac.rs

Asst. mr Uroš Nedeljković,

urosned@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

ISTRAŽIVANJA PROCESA ŠTAMPE PIVSKE ETIKETE NA ALUMINIJUMSKOJ HARTIJI

RESEARCH PROCESS OF PRINTING BEER LABEL ON ALUMINUM PAPER

Sofija Jovanović, Dragoljub Novaković, Sandra Dedijer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Rad se bavi dizajnom, pripremom i štampom pивske etikete na Alu-CAT 73g/m² hartiji. Prilikom dizajna i pripreme za štampu vodilo se računa o tehničkim zahtevima koje nalaže hartija i tehnika ofset štampe. Kao rezultat štampe dobijeni su petobojni otisci (bela, crvena, braon, crna i zlatna boja) na kojima su rađena kolorimetrijska i denzitometrijska ispitivanja. Rezultat sprovedenih ispitivanja pokazao je mogućnost reprodukcije punih tonova za korištene boje, u zavisnosti od tonske vrednosti pokrivne bele boje.

Ključne reči: Dizajn, ofset štampa, aluminijumska hartija

Abstract – The subject of this paper was design, pre-press and printing beer label on Alu-CAT 73g/m² paper. It was necessary to think about technical characteristics of paper and printing technology during design and pre-press operation. The result of printing is 5 color print (white, red, brown, black and gold color) which is being used for calorimetric and densitometric research. The final result of research showed the possibility of printing solid tones with used colors in correlation with tonal value of opaque white.

Keywords: Design, offset printing, aluminum paper

1. UVOD

Prilikom dizajniranja proizvoda, u grafičkoj struci, susreću se dva različita pristupa. Prvi pristup je sa aspekta umetnosti i lepog i odnosi se na konačan izgled grafičkog proizvoda. Drugi pristup je tehničke prirode i on obuhvata realizaciju grafičkog proizvoda, tj. kako od idejnog rešenja doći do završnog grafičkog proizvoda.

Oba pristupa sama za sebe su pogrešna. Grafički dizajn, sam za sebe, često ne predviđa mogućnosti materijala i tehničke mogućnosti proizvodnog sistema u kome treba da se realizuje proizvod. U koliko bi se obratila pažnja samo na tehničke karakteristike ne bi se dobio proizvod koji zadovoljava estetske postavke.

Jedan od grafičkih proizvoda koji upravo zahteva osvrt, kako na dizajn, tako i na tehničku izvedbu same štampe, jeste pivska etiketa štampana na Alu-CAT hartiji. Štampa na aluminijumskoj podlozi moguća je različitim vrstama štampe (flekso, ofset, duboka) ali zbog kvaliteta otiska koji mora biti zadovoljen kada je reč o pivskoj etiketi izbor prvo pada na ofset tehniku štampe. U ovom radu su objašnjene specifičnosti i zahtevi koje je potrebno ispuniti kako u pogledu dizajna tako i u pogledu tehničkih

zahteva, kako bi se na kraju dobio otisak zadovoljavajućeg kvaliteta.

Rad se bavi dizajnom, pripremom i štampom pивske etikete na Alu-CAT 73g/m² hartiji. Prilikom dizajna i pripreme za štampu vodilo se računa o tehničkim zahtevima koje nalaže hartija i tehnika štampe. Štampa je vršena u ofset tehnici štampe na KBA Performa 74 tabačnoj ofset mašini iz dva prolaza. Kao rezultat štampe dobijeni su petobojni otisci (bela, crvena, braon, crna i zlatna boja).

Jedan od osnovnih ciljeva rada je bio da se pokaže kako štampa mokro na suvo, na aluminijumskoj hartiji u ofset tehnici štampe, utiče na reprodukciju punog tona samih boja u zavisnosti od tonske vrednosti pokrivne bele boje. Na početku istraživanja razvijeno je rešenje dizajna pивske etikete tako da zadovoljava estetske i tehnološke standarde. Takođe, prilikom pripreme štampe, vođeno je računa o tehnološkim zahtevima hartije na kojoj se štampa, tehnici štampe i o tehničkim zahtevima samog grafičkog sistema na kome je štampa izvršena. Odgovarajućim mernim uređajima praćena je promena tonskih vrednosti na CtP pločama i otisku sa pokrivnom belom bojom. Takođe, odgovarajućim kolorimetrijskim merenjima, pokazano je kako različit procenat tonske vrednosti pokrivne bele boje utiče na promenu punog tona različitih posebnih boja i to braon, zlatne i crne.

2. EKSPERIMENT

U okviru eksperimentalnog dela rada razvijeno je rešenje dizajna prednje i leđne pивske etikete, napravljena je priprema za štampu u više varijanti, urađena je štampa etikete i urađena su denzitometrijska i kolorimetrijska merjenja na dobijenim otiscima.

2.1. Dizajn

Početak izrade idejnog rešenja za etiketu „Nektar” piva je izrada logotipa pojma. Funkcija logotipa je da obezbedi jedinstven i prepoznatljiv grafički identitet objekta predstavljanja. Ranije su dizajneri poklanjali pažnju simboli, odnosno značenju logotipa, a danas se po pravilu stavlja akcenat na prepoznatljivost. Cilj je da se znak lako zapamti i poveže sa objektom koji predstavlja. Dobar znak ispunjava sledeće uslove:

1. treba da je jedinstven i da ne podseća na neki drugi znak i time izaziva zabunu,
2. treba da je funkcionalan u raznim kontekstima, pre svega da zadrži svoju prepoznatljivost i grafičku celinu,
3. treba da bude grafički upotrebljiv i prepoznatljiv i prilikom znatnog umanjenja ili uvećanja
4. treba da bude primenljiv u dve (recimo crno-bela) ili više boja (ako je usvojena zaštitna boja znaka),
5. treba da bude upotrebljiv i u negativu,

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog - master rada čiji mentor je bio prof.dr Dragoljub Novaković.

6. treba da bude primenljiv u različitim tehnologijama prikaza, odnosno štampe na različitim materijalima i oblicima površine na kojoj se znak prikazuje. Konačna usvojena varijanta (Slika 1.) je logo sa lentom koja može da stoji samostalno nevezan za etiketu. Logo se sastoji od tri boje, što dozvoljava lakše svođenje na crno belu varijantu i negativ. Velika uvećanja i umanjenja ne utiču na čitljivost i izgled logoa.



Slika 1. Konačna varijanta loga

Posle definisanja logoa, sledi izrada idejnog rešenja etikete. Prilikom dizajna etikete posebno je vođeno računa o nekoliko tehnoloških parametara:

1. broj boja kojim se štampa etiketa
2. dimenzije etikete i oblik
3. sadržaj
4. materijal na kome se štampa

Konačan izgled dizajnirane etikete prikazan je na slici 2.



Slika 2. Konačan izgled prednje(levo) i leđne(desno) etikete

Glavna ideja pri razradi ovog rešenja je bila pojednostavljenje grafičkog procesa dobijanja etikete. Završna grafička obrada se za ovo rešenje sastoji iz jednog koraka umesto iz dva što znatno pojeftinjuje i skraćuje proizvodnju etikete, pored toga, troškovi alata za isecanje su smanjeni. Kada je usvojeno krajnje rešenje prednje etikete, realizovan je i dizajn leđne etikete. Uz unapred definisane elemente koje etiketa mora da ima (tekst, bar-kod, oznake za vrstu ambalaže, zapreminu) i elemente sa definisane prednje etikete, dobijeno je rešenje za leđnu etiketu koja je prikazana na slici 2 (desno).

2.2. Priprema za štampu

Osnovni cilj prilikom pripreme pивske etikete „Nektar“ je bio da se pokažu mogućnosti štampe na aluket hartiji, na četvorobojnoj mašini KBA Performa 74.

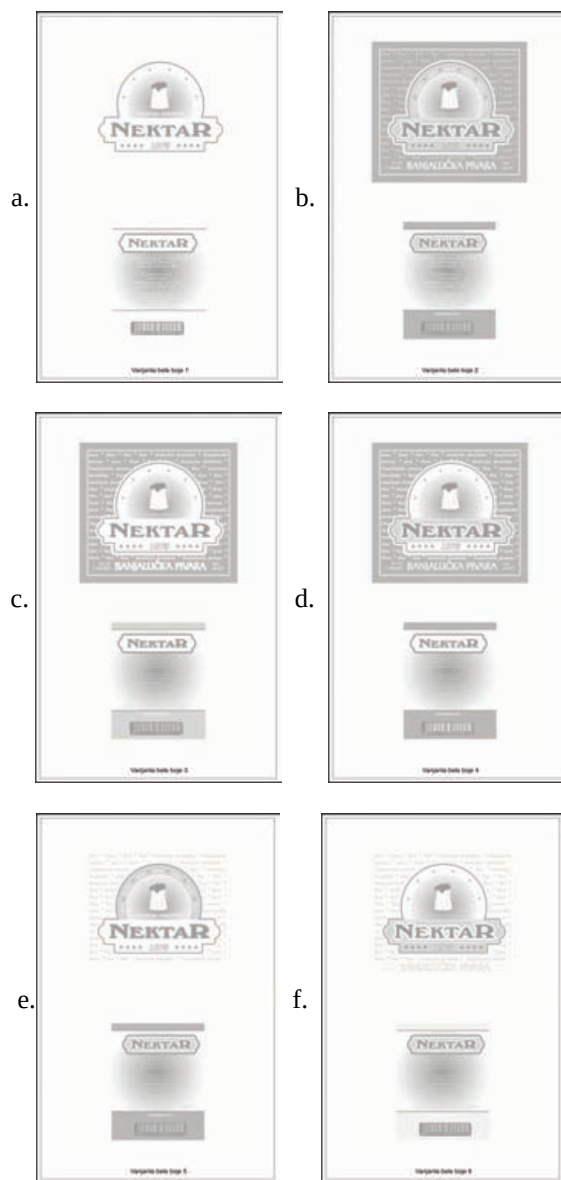
Osnovni podaci vezani za etiketu su:

1. Obrezan format: Prednja-100x90mm, Leđna-60x80mm
2. Štampa iz 5 boja: Zlato, Crvena, Braon, Crna i Bela
3. Podloga za štampu AluCat 73 g/m²

Priprema za štampu je projektovana tako da se sve boje (crvena, zlato, braon i crna) štampaju kao pune tonske vrednosti, (100% boje), a bela se štampa u različitim tonskim vrednostima. Cilj je bio pokazati uticaj tonske

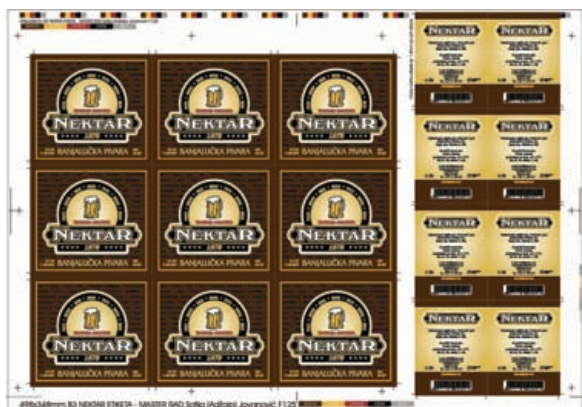
vrednosti bele boje na dizajn etikete koja se štampa na aluminijumskoj površini.

Polazna pretpostavka je da se, u koliko se štampa bela ispod drugih boja, smanjuje sjaj koji daje papir i tako se može uticati na dizajn etikete. U koliko se zna kako se podloga ponaša, već prilikom razrade idejnog rešenja mogu da se koriste svojstva podloge. Crvena, zlato, braon i crna vide se na slici 2, a varijante bele boje su prikazane na slici 3 a, b, c, d, e f.



Slika 3. Varijante bele boje - a, b, c, d, e, f

Druga faza pripreme podrazumevala je da se na osnovu dimenzija etikete, broja boja za štampu, materijala i tiraža izračuna optimalni format tabaka na kome se štampa. Obzirom da se radi o etiketi, prilikom proračuna tabaka neophodno je voditi računa o smeru vlakana hartije, kako ne bi došlo do odlepljivanja etikete sa boce. Smer izrade papira treba da bude normalan na visinu boce. [3] Na Slici 4. je prikazan montažni tabak za „Nektar“ etikete.



Slika4. Montaža sa crvenom, braon, crnom i zlatom bojom

2.3. Osvetljavanje ploča, štampa i završna grafička obrada

Faza pripreme za štampu nije gotova definisanjem idejnog rešenja i njegovom postavkom na tabak. Kada je to urađeno, neophodno je osvetliti ploče. Nakon osvetljavanja ploča sledi proces štampe.

Ploče koje su korišćene za štampu u ovom radu su *Brillia HD LH-PJE* (*Brillia High Definition Plates*). Ploče su osvetljene *Computer to Plate* tehnologijom sa *CtP Termal Plate T6300* uređajem.

Grafički sistem koji je korišćen za štampanje etikete je *KBA Performa 74*. Mašina se koristi za štampu na velikom broju materijala. To je sistem namenjen za štampanje tabaka maksimalnog formata 520x740mm. *KBA Performa 74* radi na principu ravne ofset štampe i to sa maksimalno 4 boje u jednom prolazu jednostrano [6]. Prema tehnološkom postupku izrade proizvoda, grafičku obradu „Nektar” etikete možemo svrstati u grupu grafičkih proizvoda dobijenih jednostavnim operacijama rezanjem [5].

2.4. Uređaji korišćeni za sprovedena ispitivanja

Prilikom vršenih merenja za potrebe ovog rada korišćeni su:

1. Techkon SpectroPlate namenjen merenju tonskih vrednosti i to na filmu, ploči ili otisku. Veliko uvećanje se može videti direktno na LCD uređaja ili na monitoru računara na koji je povezan uređaj. Uređaj je korišćen za merenje tonskih vrednosti na ploči i otisku sa belom bojom [7].

2. Eye-One od GretagMacbetha – spektrofotometar koji je korišćen za merenje $L^*a^*b^*$ vrednosti punih tonova.

2.5. Merenje tonske vrednosti i porasta tonske vrednosti na dobijenim otiscima

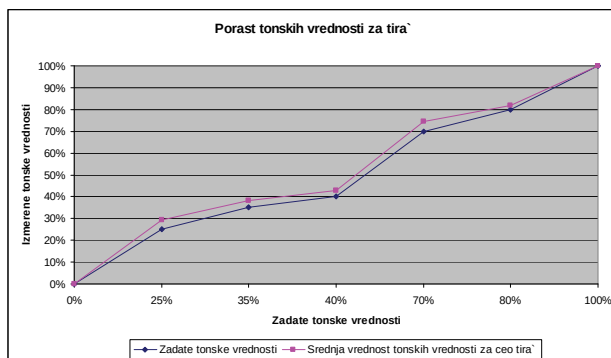
Porast tonske vrednosti je razlika između vidljive tačke merene na ploči i vidljive tačke merene ne štampanoj podlozi [4].

Nakon štampe na četvorbojnoj mašini *KBA Performa 74* sa Fuji - *Brillia HD LH-PJE* štamparskom formom, od 400 odštampanih otisaka, metodom slučajnog uzorka, izdvojeno je četiri serije po tri tabaka na kojima je merena tonska vrednost na otiscima sa samo belom bojom, pomoću *Techkon SpectroPlate* uređaja. Svako rastersko polje mereno je tri puta, a potom je nađena srednja vrednost. Dobijeni rezultati sprovedenih merenja su predstavljani u tabeli 1.

Tabela 1. Srednja vrednost tonskih vrednosti za ceo tiraž

Ref. Vred.	Sr.v. uzorka 1	Sr.v. uzorka 2	Sr.v. uzorka 3	Sr.v. uzorka 4	srednja vrednost tiraža
0 %	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
25 %	29.23%	30.13%	28.77%	28.67%	29.20%
35 %	38.93%	38.17%	38.73%	37.73%	38.39%
40 %	42.33%	42.70%	43.43%	42.37%	42.71%
70 %	73.73%	72.97%	74.97%	76.20%	74.47%
80 %	82.50%	80.07%	82.47%	83.13%	82.04%
100 %	100%	100%	100%	100%	100%

Na grafikonu 1 prikazana je kriva porasta tonske vrednosti za srednje vrednosti merenja za ceo tiraž. Ako se uzme u obzir srednju vrednost tiraža - može da se zaključi da odstupanja od zadatih vrednosti nisu linearna i da kod TV od 70 % se vidi skok u porastu tonskih vrednosti da bi dalje na TV od 80% ponovo došlo do laganog pada. Može se primetiti još i da nema rasipanja podataka za različita merenja na celom tiražu - krive se preklapaju a rasipanje se meri sa maksimalno 3.06% tonske vrednosti.



Grafikon 1. Porast tonske vrednosti za tiraž

2.6. Merenje tona boje

Određivanje tona boje se vrši pomoću CIE $L^*a^*b^*$ modela boja. CIE $L^*a^*b^*$ koristi ΔE - apsolutna razlika u boji - za predstavljanje boja. [2] Za potrebe merenja punog tona boje koristio se uređaj *GretagMagbeth Eye-One* i software *GretagMagbeth Eye-One Share*.

kombinacija	ΔE 1	ΔE 2	ΔE 3	ΔE 4
0%/35%	6.2	6.5	6.1	6.6
0%/70%	11.6	13.1	12.5	12.6
35%/70%	5.8	6.1	6.4	6.3

Tabela 2. Merenje razlike u boji ΔE za odštampanu braon boju u zavisnosti od tonske vrednosti pokrivne bele boje

U tabeli 2 su prikazani rezultati merenja za braon boju i to za razlike u boji ΔE punog tona za odštampanu boju u zavisnosti od tonske vrednosti pokrivne bele boje za sva četiri uzorka.

Može se uočiti da je izuzetno važno koji procenat bele boje se štampa ispod braon boje. ΔE za braon boju na mestima gde nema bele i ima bele u rasteru od 35% iznosi preko 6, što spada u masivnu razliku u boji. ΔE za braon boju ispod koje se ne štampa bela i ispod koje se štampa

boja u rasteru od 70% iznosi i preko 13. Može se primetiti još i da je zavisnost razlike u boji proporcionalna tonskoj vrednosti bele - što je veća tonska vrednost rastera u beloj boji ispod braon boje veća je razlika u samoj braon boji, odnosno percepiranom tonu i svetlini same boje.

U tabeli 3 su prikazani rezultati merenja za zlatnu boju i to za razlike u boji ΔE za odštampanu boju u zavisnosti od tonske vrednosti pokrivne bele boje za sva četiri uzorka.

kombinacija	ΔE 1	ΔE 2	ΔE 3	ΔE 4
0%/25%	25.2	24.4	25.7	24.6

Tabela 3. Merenje razlike u boji ΔE za odštampanu zlatnu boju u zavisnosti od tonske vrednosti pokrivne bele boje

U tabeli 3 je prikazana razlika u tonu zlatne boje u slučaju kada se ispod 100% rastera zlatne boje štampa bela boja. Iz tabela se može primetiti da samo 25% rastera izuzetno utiče na ton boje. ΔE je u svim merenjima preko 24.2 što govori o ogromnoj razlici u tonu. Može se zaključiti da male vrednosti rastera bele boje ispod zlata izuzetno utiču na promenu zlatne boje.

U tabeli 4 su prikazani rezultati merenja za crnu boju i to za razlike u boji ΔE za odštampane boje u zavisnosti od tonske vrednosti pokrivne bele boje za sva četiri uzorka.

kombinacija	ΔE 1	ΔE 2
0%/35%	2.1	2.4
0%/70%	1.5	3
35%/70%	1	3.5

Tabela 4. Merenje razlike u boji ΔE za odštampanu crnu boju u zavisnosti od tonske vrednosti pokrivne bele boje

U tabeli 4 su predstavljeni podaci vezani za crnu boju ispod koje su štampane različite tonske vrednosti bele boje. Merenje je rađeno na dva uzorka iz razloga što se na otisku nisu nalazila pogodna mesta za merenje a rezultati su ujednačeni. ΔE je ispod 3.5 što znači da nije velika razlika u samoj crnoj u zavisnosti od rasterske vrednosti bele štampane ispod nje.

3. ZAKLJUČAK

U okviru rada je kao prvo pokazano kako se od idejnog rešenja specifičnog grafičkog proizvoda dolazi do završnog rešenja, pri čemu je izvršena detaljna analiza svake od tehnoloških faza kroz koje proizvod prolazi, i to:

1. Faza dizajna
2. Faza pripreme za štampu
3. Faza štampe
4. Faza završne grafičke obrade

Sa druge strane u radu je izvršena i kvantitativna analiza kvaliteta reprodukcije praćena preko promene tonske vrednosti pokrivne bele boje. Dobijeni rezultati su pokazali da mehanički porast tonske vrednosti u okviru odštampanog tiraža je veći u nižim tonskim vrednostima, postepeno se smanjuje do nekih 40% rastera, posle toga dolazi ponovo do rasta TV do 70%, gde je porast i najveći. Posle 70 % može se opet primetiti pad porasta TV.

Rad se bavi i uticajem bele boje na promenu percepcije posebnih (*spot*) boja, štampanih u 100% nanosa preko

različitih TV bele boje. Polazna pretpostavka je da ako se ispod jedne *spot* boje štampaju različite tonske vrednosti bele boje da će se ton i svetlina te *spot* boje razlikovati. Rezultati su dati za štampu MOKRO NA SUVO - odnosno *spot* boje su štampane na suvu belu boju. Eksperimentalno je dokazano da za svetlije boje - kao što je zlato - male količine bele boje jako utiču na promenu tona i svetline gde je ΔE (apsolutna razlika u boji) preko 23 za tonske vrednosti bele od 35%, dok na tamnijim bojama kao što je braon boja, postoji znatna razlika u tonu ali manja nego kod svetlih nijansi, pa tako za raster bele od 25% ispod braon boje daje ΔE preko 6 što je i dalje masivna razlika u tonu i svetlini ali manja nego kod svetlih boja. Što se tiče crne boje, na kojoj su takođe rađena merenja, nisu dobijeni rezultati koji se mogu uzeti kao numerički pouzdani, ali se iz njih može videti da raster bele boje, u bilo kom procentu, minimalno utiče na ton crne.

Rezultati dobijeni u radu ukazali su da evidentno različiti procenti pokrivne bele utiču na promenu u percepciji svetlijih boja (njenom tonu i svetlini), dok za tamne boje, kao što je braon ili crna, procenat bele boje ima manji uticaj. Pravac daljeg istraživanja bio bi štampa mokro na mokro, odnosno, pokazati kako na promenu tona i svetline utiče procenat bele ako se štampa mokro na mokro.

4. LITERATURA

- [1] Novaković, D., Bingold, K.: *Tehnike štampe*, FTN, Grafičko inženjerstvo i dizajn, Novi Sad, 2003.
- [2] Pešterac Č.: *Reprodukciona tehnika - CD izdanje za predavanja školske 2001/2002. god*, Univerzitet u Novom Sadu, FTN, Grafičko inženjerstvo i dizajn
- [3] Gerić K.: *Grafički materijali*, FTN, Grafičko inženjerstvo i dizajn, Novi Sad 2005.
- [4] Novaković D., Karlović I., Pavlović Ž., Pešterac Č.: *Denzitometrija i kolorimetrija - univerzitetski udžbenik*, FTN, Grafičko inženjerstvo i dizajn, Novi Sad 2008.
- [5] Novaković D.: *Uvod u grafičke tehnologije - univerzitetski udžbenik*, FTN, Grafičko inženjerstvo i dizajn, Novi Sad 2008.
- [6] www.kba-print.de
- [7] www.sincal.net

Adresa autora za kontakt:

MSc Sofija Jovanović,

joco.sonja@gmail.com

Prof. dr Dragoljub Novaković

novakd@uns.ac.rs

Ass. Sandra Dedijer

dedijer@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

IMPLEMENTACIJA SISTEMA ZA KONTROLU I KOMUNIKACIJU SA BOJAMA U PROCESU ŠTAMPE**THE IMPLEMENTATION OF SYSTEM FOR CONTROL, DEFINING AND MAINTAINING COLOR IN THE PRINTING PROCESS**Nevena Skerlić, Dragoljub Novaković, Sandra Dedijer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Rezime – U radu je prikazan sistem za kontrolu, definisanje i arhiviranje boja primenjen u proizvodnom sistemu kompanije Tetra Pak u Srbiji. Osnovni cilj implementacije ovog sistema predstavlja postizanje uniformnosti pri štampi posebnih boja u tri osnovne karakteristike, tonu, svetlini i zasićenju. Analizirana je primena sistema na konkretnom primeru u realnom proizvodnom okruženju. Za analizu primene sistema izvršena su merenja bazirana na kolorimetrijskim vrednostima boje.

Ključne reči: štamparska boja, kontrola kvaliteta, GCC sistem

Abstract – In this paper is illustrated system for control, defining and maintaining of colors, applied in the manufacturing system of the company Tetra Pak in Serbia. The key aim for the implementation of this system is to achieve a uniform printing of the spot colors in three main features: hue, brightness and saturation. The appliance of the system is analyzed on the concrete model, in an actual manufacturing environment. Colorimetry-related measurements were made for the analysis of the system's appliance.

Keywords: printing ink, quality control, GCC system

1. UVOD

Boja i upoređivanje boja predstavlja kompleksnu temu u procesu štampe. Pre nego što proces štampanja može početi, treba prepoznati i rešiti probleme koji se mogu javiti pre ili u toku štampanja.

Štamparska mašina je kompleksan i vredan sistem pa svaka minimizacija greški uzrokovanih ljudskim faktorom ili zastojeima doprinosi većoj produktivnosti i značajnim uštedama troškova [2].

Jedan od efikasnih načina rešavanja ovih problema je primena sistema za kontrolu, definisanje i arhiviranje štamparskih boja. Na ovaj način ispunjavaju se zahtevi za većom produktivnošću, smanjuju se izgubljena vremena čekanja u štampi, smanjuje se utrošak štamparskih boja i podloga i postiže viši nivo kvaliteta štampe.

U nastavku rada predstavljena je implementacija GCC sistema za kontrolu, definisanje i arhiviranje boja u konkretnom proizvodnom sistemu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr Dragoljub Novaković.

2. GCC SISTEM

GCC sistem (*Global Colour Communication*), predstavlja globalni sistem za kontrolu, definisanje i arhiviranje boja koji se koristi u okviru Tetra Pak kompanije. GCC sistem se primenjuje u svim Tetra Pak-ovim fabrikama i ujedno omogućava preciznu komunikaciju između njih.

Svrha upotrebe GCC sistema predstavlja obezbeđivanje usaglašenosti između referentne boje definisane od strane kupca, i boje na odštampanom materijalu za pakovanje. Boja odobrena od strane GCC sistema imenuje se kao Standard boje (*Color Standard*), i informacije o njoj čuvaju se u lokalnoj bazi podataka [3].

Sistem predstavlja unificiran jezik u okviru kompanije koji minimizira kulturološke i geografske uticaje, kao i subjektivnu ocenu boje. Uniformnost upotrebljene boje, kako u tonu, svetlini i zasićenju, od presudnog je značaja za uspešno poslovanje, posebno ukoliko se prodajna mreža kupca razvije i njegoja firma preraste u globalnu kompaniju. Globalni kupci zahtevaju konstantan kvalitet otiska, nezavisno od toga gde je odštampan i proizveden materijal za pakovanje. Ukoliko se ne ispoštuju dati zahtevi, variranje u tonu, svetlini ili zasićenju boje, prouzrokuje reklamacije, povećan otpad, kao i nezadovoljstvo kupaca.

Današnje proizvodne sisteme karakterišu osobine kao što su fleksibilnost i strategije alokacije, samim tim svaka savremena fabrika mora ispuniti ove zahteve. Uspešnost alokacije jednog grafičkog sistema može zavisiti od sposobnosti brze komunikacije pri razmeni podataka o uniformnosti odštampane boje.

Na efikasnost proizvodnje značajno utiču vremena čekanja mašine na odobrenje štampe, smanjenje vremena čekanja mašine na rad znatno se može redukovati korišćenjem GCC sistema.

3. FAZE PRI DETERMINISANJU BOJE

Da bi se istakla kompleksnost primene GCC sistema merenja su izvršena na uzorcima iz tiraža novog dizajna, štampanog tehnikom flekso štampe. Ovakvi poslovi zahtevaju najviše vremena pri odobrenju za štampu, posebno ukoliko odobrenju lično ne prisustvuje kupac. Radni tok GCC sistema praktično se može podeliti na šest osnovnih faza (Slika 1):

I Definisanje boje

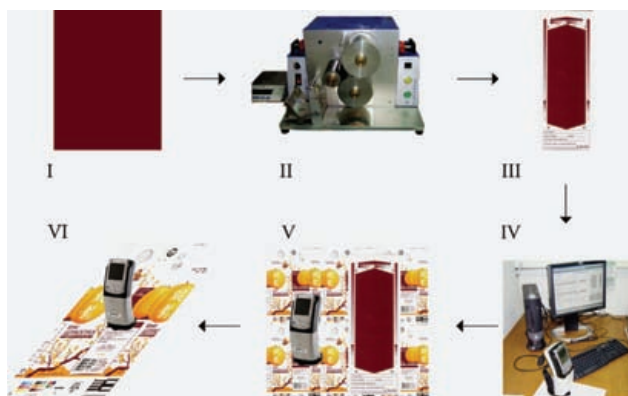
II Formulacija boje i izrada probnog otiska boje

III Vizuelna kontrola probnih otisaka boje

IV Merenje kolorimetrijskih vrednosti na probnom otisku

V Merenje kolorimetrijskih vrednosti pri odobrenju štampe

VI Kontrola uzorka iz štampe



Sl. 1. Faze u okviru GCC radnog toka

3.1. Definisanje boje

Boja koju želi kupac može biti bilo koji fizički uzorak boje bez imena ili identifikacionog broja, ali mora biti pogodan za merenje, odnosno u vidu uzorka odštampanog punim tonom, bez tonskih prelaza, mrlja i laminacije [3]. U ovom slučaju kupac je definisao boju u Pantone karti sa oznakom P1815.

Nakon definisanja referentnog uzorka boje, izvršena je provera baze podataka štamparije. Ustanovljeno je da referentni uzorak ne postoji kao definisani Standard boje. Imajući u vidu da se radi o novom dizajnu, odmah je usledio korak izdavanja akcije dobavljaču boje za izradu probnog otiska za boju.

3.2. Formulacija boje i izrada probnog otiska boje

Prvi korak u procesu formulacije predstavlja merenje na referentnom uzorku boje uz pomoć odgovarajućeg mernog instrumenta.

Boja je merena spektrofotometrom *Datacolor Check PLUS*. Instrument meri boju na standardizovan i kontrolisan način i ima mogućnost komunikacije sa softverom. Spektrofotometar je opremljen sa tri različita svetlosna izvora, D50, F11 i A, a očitavanje se vrši pod uglom od 2° [5]. Ovaj uređaj izračunava CIE Lab i CIE Lch koordinate za boje merene pod različitim izvorom svetla, i prikazuje vrstu osvetljenja koja može prouzrokovati primetan metamerizam.

Za formulaciju boje korišćen je softver *Gretag Macbeth Ink Formulation Manufacturer - Flexo and Gravure Printing*. Zbog pouzdanosti podataka izvršena su četiri merenja na četiri različite pozicije na uzorku. Softver je programiran da snima srednju vrednost merenja [6]. Na osnovu rezultata merenja definisane su moguće recepture za boju.

Izlazni podaci merenja referentnog uzorka boje prikazani su u CIE Lab i CIE Lch sistemu boja za tri različita svetlosna izvora (Tabela 1). Rezultat merenja prikazan je kroz pet parametara koje ovaj sistem koristi [1]:

- o L* - nivo svetline boje
- o a* i b* - hromatičnost boje; obojenost iz odnosa: zeleno u odnosu na crveno (kanal a) i plavo u odnosu na žuto (kanal b)

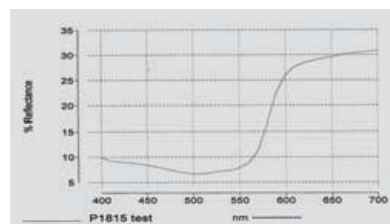
- o C* - hromatičnost boje

- o h - ton boje

Drugi izlazni podatak dobijen merenjem referentnog uzorka boje P1815 predstavlja spektralnu reflektancu (Slika 2).

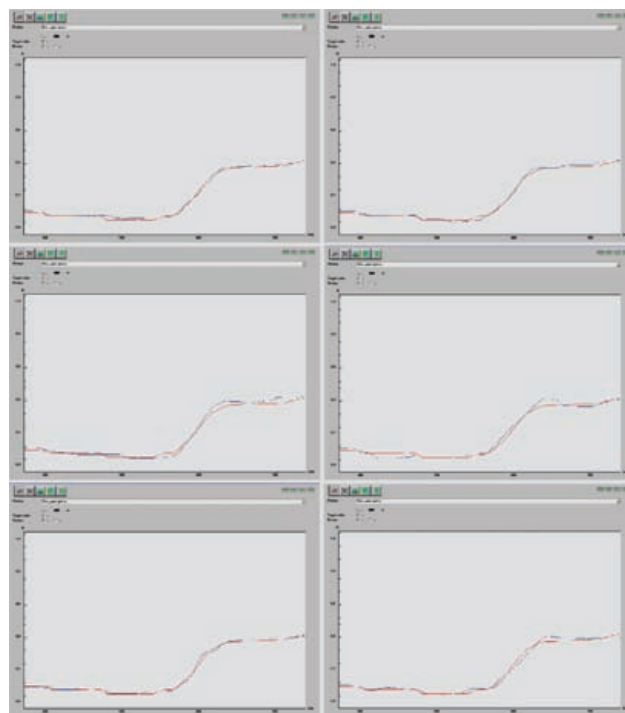
Tabela 1. Rezultat merenja referentnog uzorka boje

CIE Lab i CIE Lch SISTEM BOJA					
Osvetljenje/Ugao posmatranja	L*	a*	b*	C*	h
D50 2°	43.81	31.74	16.68	35.86	27.72
F11 2°	44.73	31.99	17.57	36.50	28.78
A 2°	46.86	30.86	22.30	38.08	35.86



Sl. 2. Spektralna reflektanca referentnog uzorka boje

Softver *Ink Formulation Manufacturer* prikazao je šest preporučenih receptura, predviđene razlike u boji (ΔE), i troškove proizvodnje za svaku od njih. Uzimajući u obzir ove podatke definisana je receptura za merenu boju (Tabela 2). Na slici 3 predstavljeni su dobijeni grafici na kojima je prikazan odnos spektralnih reflektanci recepture i ciljane boje, za svih šest preporučenih receptura. Crvenom bojom prikazana je spektralna reflektanca ciljane boje, dok su plavom bojom prikazane spektralne reflektance preporučenih receptura.



Sl. 3. Odnos spektralnih reflektanci receptura i ciljane boje

Tabela 2. Receptura boje

RECEPTURA	
P1815 MAGENTA / INKM/ STANDARDNA	
Naziv proizvoda: VH-P-1815 MAGENTA	
Tehnološki postupak: TEH.POST. ZA PROIZVODNJU BOJA	
Repromaterijal %	Tehnološke operacije
VH-R-9926 RUBIN: 10.9400	Šaržiranje: Kazanica
VH-R-9922 WRED: 73.3400	Dispergovanje: Disolver
VH-BK-985 BLACK: 15.7200	Cedenje: Sito
	Pakovanje: Vaga

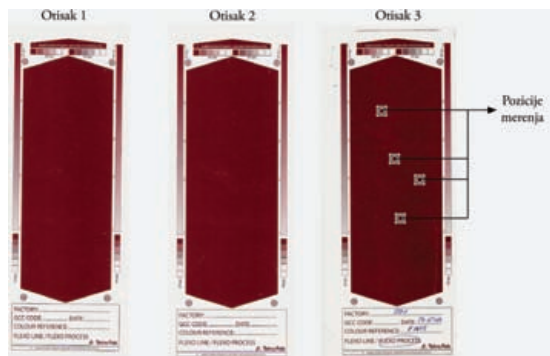
Nakon odabira recepture, u laboratoriji fabrike za proizvodnju boje napravljena je manja količina boje namenjena za štampu probnih otisaka. Korišćene su monopigmentne boje, kao i precizno definisana aparatura i materijali. Nakon formulacije boje odštampani su probni otisci pod kontrolisanim i jasno definisanim uslovima rada. Za štampu probnih otisaka boje korišćen je laboratorijski uređaj za probni otisak *FlexiProof 100*.

Pri štampanju probnog otiska ispoštovani su parametri koji su zadati od strane štamparije. Boja napravljena u laboratorijskim uslovima istog je kvaliteta i viskoziteta kao i boja kojom se štampa na štamparskoj mašini. Probni uzorak je odštampan na istoj podlozi (CLC/C kartonu), a korišćen je keramički raster valjak linijature 260 l/cm. Postupak štampanja na laboratorijskom uređaju izvršen je u tri koraka: naneta je razređena boja i na 20-oj sekundi odštampan prvi nanos boje koji je namenjen za bacanje. Sledeći nanos napravljen je na 40-oj sekundi i taj uzorak je sačuvan za arhivu u fabrici boja, a poslednji nanos na 60-oj sekundi poslat je štampariji.

3.3. Vizuelna kontrola probnih otisaka boje

Na slici 4 prikazani su odštampani probni otisci, kao i pozicije na kojima su vršena merenja. Merenja su izvršena na otisku sa rednim brojem tri koji je namenjen za slanje štampariji.

Na osnovu vizuelne kontrole donet je zaključak da odštampani laboratorijski otisci ispunjavaju zadate zahteve kvaliteta. Postignut je ujednačen kvalitet otiska, ujednačen pun ton, bez linija, mrlja ili nekih drugih neregularnosti. Ovakvi otisci pogodni su za merenje i omogućavaju dobijanje stabilnih i verodostojnih rezultata.



Sl. 4. Probni otisci boje

3.4 Merenje kolorimetrijskih vrednosti na probnom otisku

Nakon izrade probnih otiska izvršeno je merenje kolorimetrijskih vrednosti na probnom otisku koji je namenjen za slanje štampariji. Za merenje su korišćeni program *Datacolor Tools* i *Datacolor Check PLUS* spektrofotometar. Izvršena su četiri merenja na četiri različite pozicije, a rezultat merenja poređen je sa rezultatom merenja referentnog uzorka boje.

Kao izlaz iz četvrte faze štamparije je dostavljen izrađeni probni otisak boje i izveštaj kontrole kvaliteta boje (Tabela 3). Izveštaj sadrži podatke o kolorimetrijskim merenjima pod različitim izvorima svetlosti (D50, F11 i A). Odluka da li je izmereni uzorak prošao kontrolu ili ne, doneta je na osnovu merenja pod osvetljenjem D50, a uzeti su u obzir i drugi svetlosni izvori. Na osnovu

dobijenih podataka izveden je zaključak da veoma niske vrednosti izmerene razlike u boji neće prouzrokovati pojavu metamerizma.

Merena boja je svetlija, više zasićena i više plava u odnosu na referentni uzorak boje. Ove razlike su neprimetne i prihvatljive, probni otisak boje ispunio je neophodni zahtev kvaliteta ($\Delta E = 0.33 < 1.5$).

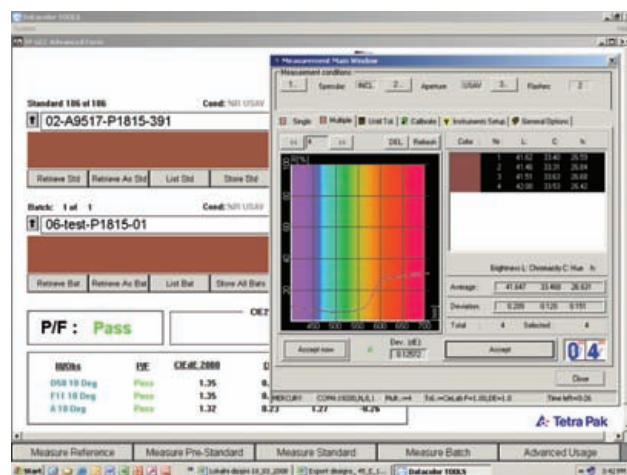
Tabela 3. Izveštaj kontrole kvaliteta (Referentnu uzorak- Probni otisak boje)

CIE Lab i CIE LCh SISTEM BOJA						
	Osvetljenje/ Ugao posmatranja	L*	a*	b*	C*	h
REFERENTNI UZORAK BOJE	D50 2°	43.81	31.74	16.68	35.86	27.72
	F11 2°	44.73	31.99	17.57	36.50	28.78
	A 2°	46.86	30.86	22.30	38.08	35.86
PROBNI OTISAK BOJE	D50 2°	44.13	32.44	16.85	36.56	27.45
	F11 2°	45.06	32.70	17.72	37.20	28.45
	A 2°	47.24	31.47	22.61	38.75	35.70

IZVEŠTAJ KONTROLE KVALITETA					
Osvetljenje/ Ugao posmatranja	Rezultat	CIE ΔE 2000	ΔL	ΔC	Δh
D50 2°	Odobreno	0.33	0.15	0.27	-0.12
F11 2°	Odobreno	0.34	0.16	0.26	-0.15
A 2°	Odobreno	0.32	0.19	0.25	-0.07

3.5. Merenje kolorimetrijskih vrednosti pri odobrenju štampe

Prvi korak u petoj fazi predstavlja definisanje Standarda boje (proces merenja kolorimetrijskih vrednosti i čuvanja digitalnih podataka o boji) [4]. Standard boje je definisan na prvom merodavnom uzorku iz štampe i na osnovu njega je postignuta ostvarljivost i ponovljivost kvaliteta boje u celokupnom tiražu. Merenje je izvršeno po predhodno iznetoj proceduri, a rezultat merenja prikazan je na slici 5.



Sl. 5. Rezultat merenja pri definisanju Standarda boje

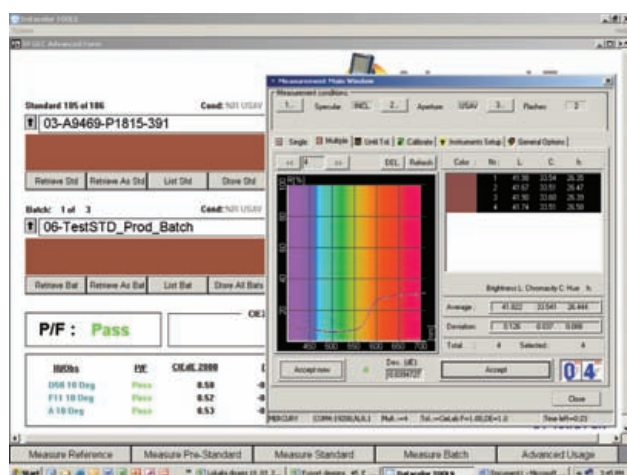
Izlaz iz pete faze radnog toka predstavlja definisan Standard boje i izveštaj kontrole kvaliteta Standarda (Tabela 4). Na osnovu ovih podataka izveden je zaključak da su dobijene vrednosti razlike u boji niže od propisane maksimalne tolerancije ($\Delta E < 1.5$). Boja na odštampanom uzorku ispunila je neophodni zahtev kvaliteta, i definisana je kao Standard boje. Standard boje je svetliji, više zasićen i više plav u odnosu na probni otisak boje, razlike su neprimetne i prihvatljive, i na osnovu ovih podataka može se odobriti štampa tiraža.

Tabela 4. Izveštaj kontrole kvaliteta (Probni otisak boje-Standard boje)

CIE Lab i CIE LCh SISTEM BOJA						
	Osvetljenje/ Ugao posmatranja	L*	a*	b*	C*	h
PROBNI OTISAK BOJE	D50 2°	42.71	27.92	15.71	32.04	29.36
	F11 2°	43.80	27.06	17.11	32.02	32.30
	A 2°	45.74	26.72	21.25	34.14	38.49
STANDARD BOJE	D50 2°	42.86	31.00	16.86	35.29	28.54
	F11 2°	44.14	30.05	18.48	35.27	31.59
	A 2°	46.21	29.54	23.01	37.45	37.92
IZVEŠTAJ KONTROLE KVALITETA						
Osvetljenje/ Ugao posmatranja	Rezultat	CIE ΔE 2000	ΔL	ΔC	Δh	
D50 2°	Odobreno	1.35	0.07	1.31	-0.34	
F11 2°	Odobreno	1.35	0.16	1.31	-0.30	
A 2°	Odobreno	1.32	0.23	1.27	-0.26	

3.6 Kontrola uzorka iz štampe

Kontrola kvaliteta reprodukcije boje u štampi izvršena je nakon pete odštampane rolne. Uzorak iz štampe poreden je sa Standardom boje iz baze podataka. Merenje je izvršeno na punoj širini uzorka da bi se eliminisale eventualne varijacije duž širine štampe. Dobijeni rezultati prikazani su na slici 6.



Sl. 6. Rezultat merenja uzorka iz štampe

Izveštaj kontrole kvaliteta uzorka iz štampe prikazan je u tabeli 5. Podaci o kolorimetrijskim merenjima ukazuju da je boja na štampanom uzorku ispunila neophodni zahtev kvaliteta.

Tabela 5. Izveštaj kontrole kvaliteta (Standard boje-Uzorak iz štampe)

CIE Lab i CIE LCh SISTEM BOJA						
	Osvetljenje/ Ugao posmatranja	L*	a*	b*	C*	h
STANDARD BOJE	D50 2°	42.89	31.07	16.94	35.39	28.60
	F11 2°	44.17	30.10	18.57	35.37	31.67
	A 2°	46.25	29.60	23.11	37.56	37.98
UZORAK IZ ŠTAMPE	D50 2°	42.03	30.37	16.84	34.73	29.01
	F11 2°	43.30	29.39	18.47	34.71	32.15
	A 2°	45.32	28.98	22.87	36.92	38.29
IZVEŠTAJ KONTROLE KVALITETA						
Osvetljenje/ Ugao posmatranja	Rezultat	CIE ΔE 2000	ΔL	ΔC	Δh	
D50 2°	Odobreno	0.50	-0.39	-0.26	-0.17	
F11 2°	Odobreno	0.52	-0.41	-0.26	-0.21	
A 2°	Odobreno	0.53	-0.45	-0.24	-0.14	

Na osnovu dobijenih vrednosti može se ustanoviti da je štampani uzorak tamniji, manje zasićen i više žut u odnosu na Standard boje. Razlike su neprimetne i prihvatljive, i nije potrebno vršiti nikakve dodatne korekcije štamparske boje.

4. ZAKLJUČAK

Implementacijom GCC sistema u proizvodni sistem štampanje postignut je visok nivo kvaliteta i efikasnosti štampe. Ostvarena je ušteda u vremenu i materijalu i redukovana je količina otpada. Ukoliko se izvrši poređenje ovih parametara pri štampi posmatranog tiraža i proseka u poslednjih šest meseci kada nije korišćen GCC sistem, može se izvesti zaključak da je vreme odobrenja za štampu smanjeno za 23 min, utrošeno je 150 m rolne manje, a količina boje redukovana je za 1,26 kg.

Upotrebom GCC sistema potencijalni rizik je sveden na mogućnost otpada od najviše jedne rolne, ispunjen je postavljen zahtev za većom produktivnošću, i obezbeđena je usaglašenosti između referentne boje definisane od strane kupca, i boje na odštampanom materijalu.

5. LITERATURA

- [1] Ohta, N., Robertson, R. A.: Colorimetry, Fundamentals and applications, John Wiley and Sons Ltd, 2005.
- [2] André M. Verhoeven: Standardizacija i kontrolisanje ulaznih materijala, posebno papira i štamparske boje, IGT Testing Systems, Beograd, 2008.
- [3] Tetra Pak Development & Engineering: Tetra Pak Global Colour Communication, Version 2.1, Lund, 2007.
- [4] Tetra Pak Converting Manufacturing Technologies: Design information and specifications, Lund, 2008.
- [5] <http://www.datacolor.com/spectrophotometers/check-ii/>, 05.09.2009.
- [6] http://www.xrite.com/documents/literature/gmb/en/InkFormulation_355746_en.pdf, 11.09.2009.

Adresa autora za kontakt:

Nevena Skerlić
nevenaskerlic@gmail.com
 Prof. dr Dragoljub Novaković
novakd@uns.ac.rs
 Ass. MSc Sandra Dedijer,
dedijer@uns.ac.rs
 Grafičko inženjerstvo i dizajn
 Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

TESTIRANJE KOMPRESIBILNIH TRAKA ZA FLEKSO ŠTAMPU

TESTING OF COMPRESSIBLE TAPES FOR FLEXO PRINTING

Boris Obrenović, Dragoljub Novaković, Sandra Dedijer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Kompresibilna traka u flexo štampi ima osnovnu funkciju da ublažava pritisak štamparske forme na centralni cilindar koji nosi podlogu za štampu (pritisni cilindar), prilikom štampanja i da preuzima vibracije i deformacije koje se javljaju tokom procesa štampe. Cilj ovog istraživanja bio je da se utvrdi uticaj kompresibilnog sloja na kvalitet otiska u flexo štampi. Nekoliko različitih tipova kompresibilnih slojeva (na bazi poliuretanske i polipropilenske kompresibilne pene) je korišćeno pod istim uslovima kako bi se ustanovio njihov uticaj na kvalitet otiska. CtP flexo polimerne štamparske ploče i anilox valjak (340L /cm vol. $5.5\text{cm}^3/\text{m}^2$) su korišćeni. Odštampani uzorci (na belom polietilenu) su izmereni spektrofotometrom (GretagMacbeth SpectroEye Spectrophotometer / Densitometer), i aritmetička sredina je uzeta kao finalni rezultat.

Ključne reči: kompresibilni sloj, kompresibilna traka, flexo, štampa, optička gustina, rasterska tačka, prirast

Abstract – Compressible tape has its main function to reduce and to amortize vibration pressure between printing plate and impression cylinder during printing. The aim of this research was to establish the influence of compressible layer on quality of imprint in flexo printing. Several different types of compressible tapes were used (polypropylene and polyurethane based) in order to show their influence on printed samples under certain printing conditions. CtP flexo photopolymer printing plate and the finest anilox (340L/cm vol. $5.5\text{cm}^3/\text{m}^2$) were used.

Printed samples (white polyethylene substrate) were measured with spectrophotometer (GretagMacbeth SpectroEye Spectrophotometer / Densitometer), and arithmetical middle was taken as final result.

Keywords: compressible layer, adhesiv tape, flexo, printing, density, screan dot, dot gain

1. UVOD

Kompresibilna traka ima osnovnu funkciju da ublažava udarce štamparske forme o centralni cilindar nosioc podloge za štampu, prilikom štampanja i da preuzima vibracije i deformacije koje se javljaju tokom procesa štampe.

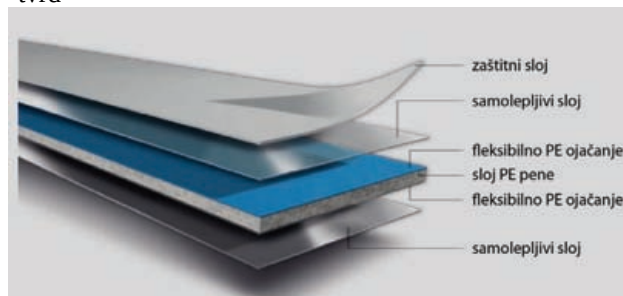
U slučaju da se fotopolimerna štamparska forma direktno montira na cilindar nosač štamparske forme, nesumljivo bi došlo do oštećenja štamparske forme, tj. štampanja delova forme u veoma kratkom vremenskom periodu.

NAPOMENA: Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr Dragoljub Novaković.

Posledično, česta zamena oštećenih štamparskih formi bi bila neizbežna, a što bi dovelo do konstantnih zastoja u štampi i do rapidnog povećanja troškova s obzirom na dobro poznatu činjenicu da je cena jedne fotopolimerne štamparske forme značajan faktor u ukupnoj ceni finalnog proizvoda.

Zahvaljujući kompresibilnoj traci slika 1.1 koja se montira ispod štamparske forme ovi negativni efekti se izbegavaju i omogućuje se nesmetano štampanje velikih tiraža uz obezbeđen kvalitetan otisak. Štampanje finih tonskih prelaza i punih tonova zahteva različite tvrdoće kompresibilnog sloja pa tako svi proizvođači uglavnom nude tri osnovne vrste sloja:

- mek
- srednje tvrd
- tvrd



Slika 1.1: Struktura kompresibilne trake

Srednje tvrde kompresibilne trake i meke kompresibilne trake, obezbeđuju veću fleksibilnost štamparske forme tokom procesa štampe. Zahvaljujući ovoj karakteristici meke kompresibilne trake se koriste za prenos finih tonova, dok se srednje tvrde kompresibilne trake koriste kod poslova gde na jednoj štamparskoj formi imamo ujednačen odnos punih tonova i raster polja.

Tvrde kompresibilni slojevi obezbeđuju povećan prenos boje na podlogu za štampu, stoga se koriste kod štampe punih tonova.

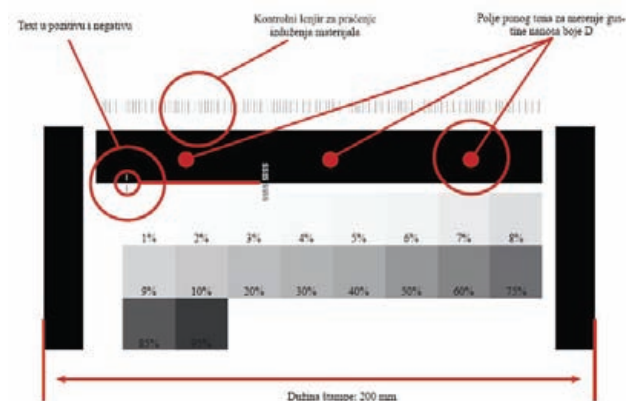
2. POSTUPAK TESTIRANJA

Ispitivanja koja su prikazana u ovom radu obuhvatila su ispitivanje kompresibilnih traka različitih proizvođača, preko odgovarajućih otisaka i odgovarajuće test forme.

Testiranje je sprovedeno u štampariji Comex u Šapcu. Štampa je vršena na Comexi FW2110 štamparskoj mašini pri brzini od 200 m/min.

Korišćena je DuPont DPI 45 fotopolimerna štamparska forma koja je osvetljena na CtP uređaju CDI Spark 4835, ESKO. Za test je odabran najfiniji anilox (340L/cm vol. $5.5\text{cm}^3/\text{m}^2$) koji bi pokazao i najmanje greške. Beli polietilen je korišćen kao podloga za štampu, štampano je magentom proizvođača Torda - Zvezda, pri čemu je viskozitet konstantno održavan na 19sec Ford #4.

Za eksperiment je formirana test forma sa elementima koji su omogućili adekvatno merenje željenih veličina: polje punog tona, raster tonske vrednosti, kontrolni lenjir za praćenje izduženja otiska i tekst u pozitivu i negativu. Na slici 2.1 prikazan je izgled test forme koja je korišćena pri sprovođenju ovog ispitivanja.

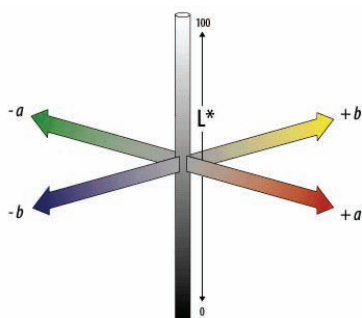


Slika 2.1: Test forma

3. LAB VREDNOSTI

Lab prostor boja osmišljen je sa ciljem da bude nezavisan od uređaja. Lab predstavlja skraćenicu tri komponente koje su sadržane unutar ovog prostora boja, to su L=osvetljenje (*Lightness*), **a** i **b** komponente koje predstavljaju hromatske opsege ovog prostora boja.

Komponenta **a** sadrži u sebi opseg boja između zelene i crvene (**-a**, **+a**), dok **b** komponenta obuhvata opseg boja od plave do žute (**-b**, **+b**). Osvetljenje L se izražava na osnovu skale koja počinje od nule što je najtamniji deo ove skale, pa sve do 100 ili najsvetlijeg dela slika 3.1. Vrednosti kojima se predstavljaju komponente **a** i **b** vrednuju se od -120 do +120 kako za zeleno-crveni tako i za plavo-žuti opseg boja.



Slika 3.1: Lab prostor boja

Na osnovu sledećih formula se izračunavaju Lab vrednosti:

$$L^* = 116 [f(Y/Y_n)] - 16$$

$$a^* = 500 [f(X/X_n) - f(Y/Y_n)]$$

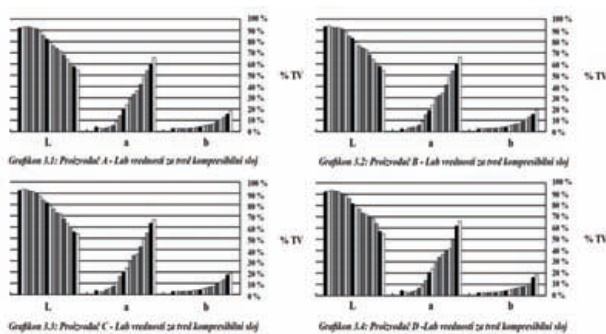
$$b^* = 200 [f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)]$$

gde je:

$$f(X/X_n) = (X/X_n)^{1/3} \text{ za } X/X_n > 0.00856;$$

$$f(X/X_n) = 7.7867 (X/X_n) + 16/116 \text{ za } X/X_n \leq 0.00856;$$

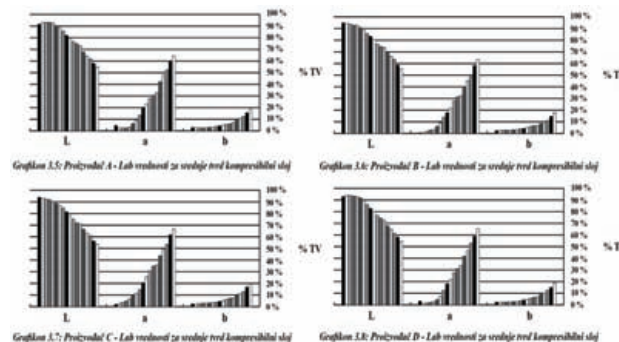
U delu koji sledi grafički su predstavljene izmerene Lab vrednosti (Grafikoni 3.1, 3.2, 3.3, 3.4) na poljima rastera tvrdih kompresibilnih slojeva svih proizvođača.



Poređenjem rezultata Lab vrednosti izmerenih na uzorcima odštampanim sa tvrdim kompresibilnim trakama došli smo do zaključka da su odstupanja vrednosti rezultata dobijenih korišćenjem kompresibilnih slojeva četiri proizvođača minimalna.

Razlike u prenosu boje na podlogu za štampu kao i u porastu tonskih vrednosti svakako postoje i te razlike su uočljive kod proizvođača D u odnosu na ostale. Dobar balans u prenosu tonova, praćen porastom vrednosti **a** i **b**, odnosno opadanjem stepena svetline (L) zapažen je kod proizvođača B što ga izdvaja od ostalih proizvođača.

Izmerene vrednosti (Grafikoni 3.5, 3.6, 3.7, 3.8) na otiscima dobijenim korišćenjem srednje tvrdih kompresibilnih slojeva u odnosu na tvrde kompresibilne slojeve jasnije ukazuju na postojanje razlika između kompresibilnih slojeva različitih proizvođača u pogledu kvaliteta reprodukcije, tj. prenosa tonova. Na poljima sa nižim tonskim vrednostima utvrđeno je da kompresibilni slojevi proizvođača A, C i D u poređenju sa kompresibilnim slojem proizvođača B imaju niže vrednosti Lab, što ih vizuelno čini tamnijim i ukazuje na lošiju reprodukciju. Poređenjem rezultata vidi se da kompresibilni sloj proizvođača B u poljima nižih tonskih vrednosti daje optimalniji prenos boje na podlogu za štampu sa manjim porastom rasterske tačke.

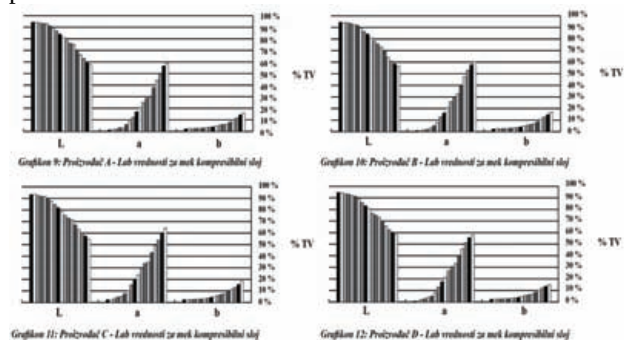


Rezultati merenja (Grafikoni 3.9, 3.10, 3.11, 3.12) prenosa boje na poljima rastera od 1% do 90% za meke kompresibilne slojeve izdvajaju kompresibilni sloj proizvođača C (Grafikon 3.7) zbog lošeg balansa u prenosu tonova.

Kompresibilni slojevi proizvođača A, B i D (Grafikoni 3.5, 3.6, 3.8) imaju linearnu porast vrednosti **a** i **b**, odnosno linearno opadanje vrednost svetline L.

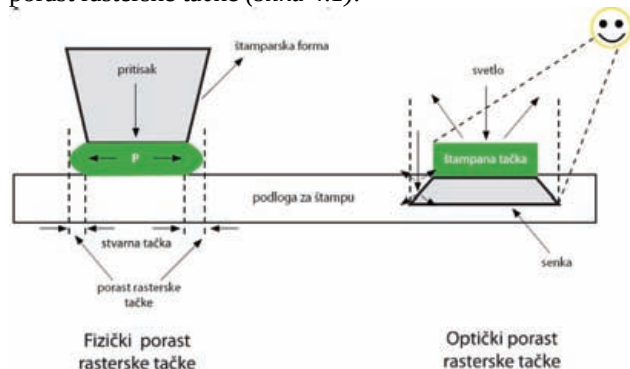
Meki kompresibilni sloj proizvođača B (Grafik 3.10) kao i kod srednje tvrdih kompresibilnih slojeva odstupaju po kvalitetu prenosa nižih tonskih vrednosti u odnosu na A i

D, kod kojih se uočava skokovit porast Lab vrednosti sa porastom tonskih vrednosti.



4. PORAST RASTER TONSKIH VREDNOSTI

Porast rasterske tačke predstavlja porast obima rasterske tačke. Porast rasterske tačke je razlika veličine između rasterske tačke na štamparskoj formi i odštampane rasterske tačke na podlozi za štampu. Faktori koji utiču na porast rasterske tačke su struktura i vrsta podloge za štampu kao i uslovi štampe i reologija boje. Postoje dva tipa porasta rasterske tačke: fizički i optički porast rasterske tačke (slika 4.1).



Slika 4.1: Šematski prikaz fizičkog i optičkog porasta rasterske tačke

Fizički ili kako se još naziva **mehanički porast rasterske tačke**, pojavljuje se kada se rasterske tačke prenesu na podlogu za štampu a preneti boja se pod pritiskom istiskuje oko rasterske tačke uzrokujući porast veličine rasterske tačke. Istiskivanje boje se dešava pod pritiskom koji se stvara između štamparske forme i cilindra nosioca podloge za štampu, ili kada je površinska energija podloge za štampu relativno veća od površinske energije boje.

Optički prirast rasterske tačke je optički efekat, gde se površina rasterske tačke ponaša kao da je veća nego što zaista jeste. Ovaj fenomen je izazvan interakcijom svetla (**svetlosna absorpcija i svetlosna refleksija**) sa štampanim materijalom. Nakon otiskivanja rasterskih tačaka na podlogu, svetlo koje pada oko rasterske tačke se rasipa i biva absorbovano od strane rasterske tačke.

Generalno, porast rasterske tačke se izračunava na osnovu raster tonske vrednosti, proračunava se pomoću **Murray-Davies** jednačine, koja daje procenat površine rasterske tačke F_D :

$$F_D(\%) = 1 - 10^{-D_R} / 1 - 10^{-D_V} * 100\%$$

gde je:

- F_D procenat površine rasterske tačke

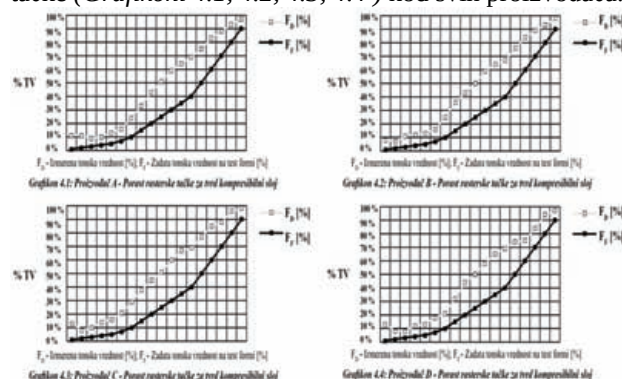
- D_R gustinu nanosa boje na raster poljima

- D_V optičku gustinu na polju punog tona.

Porast rasterske tačke Z , se računa kao razlika između F_D površine odštampane rasterske tačke i nominalnog procenta površine rasterske tačke na štamparskoj formi, F_F

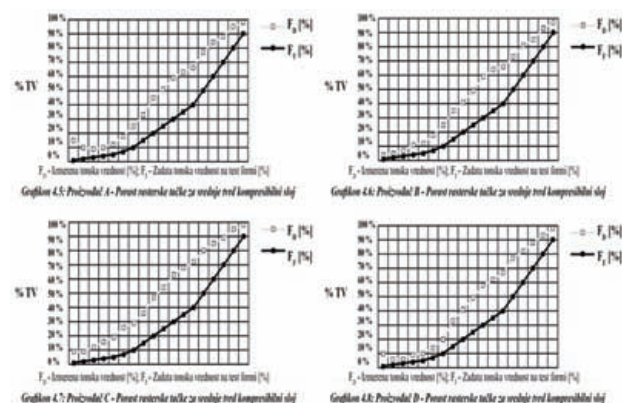
$$Z(\%) = F_D(\%) - F_F(\%)$$

Tvrđi kompresibilni slojevi zbog svojih karakteristika projektovanih za reprodukciju punih tonova ne mogu reprodukovati oreolsku rastersku tačku. Rasterska tačka sa tzv. oreolom u nižim RTV prima na sebe malu količinu boje, dok procentualno svojoj veličini ostaje 70 - 80 % ne prekrivena. Zbog te karakteristike kod svih testiranih kompresibilnih slojeva uočena je nemogućnost reprodukcije nižih RTV (raster tonskih vrednosti). Tako je na poljima od 1% do 10% izmeren veći porast rasterske tačke (Grafikoni 4.1, 4.2, 4.3, 4.4) kod svih proizvođača.



Srednje tvrđi kompresibilni slojevi zbog svoje namene da prenosu podjednako dobro pune tonove i slike dobijene iz rastera, imaju kontinualan rast duž krive porasta. Ova činjenica odslikava njihovu sposobnost amortizacije pritiska tokom štampe.

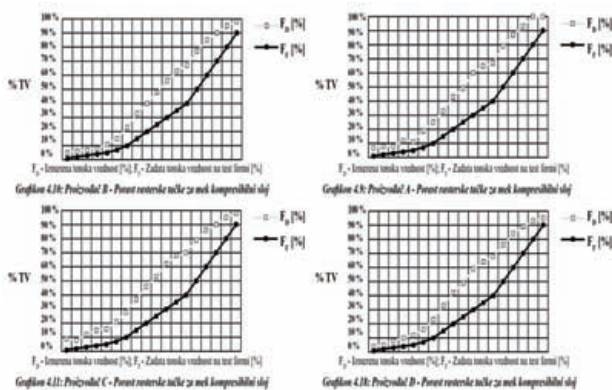
Poliuretanska pena koja se nalazi u srednjem, amortizujućem sloju kod proizvođača C (Grafikon 4.7), čini da se kompresibilni sloj proizvođača C ponaša tvrđe u odnosu na kompresibilne slojeve ostala tri proizvođača sa polietilenskom penom.



Izmerene vrednosti porasta rasterske tačke na uzorcima odštampanim sa mekanim kompresibilnim trakama, pokazuju (Grafikoni 4.9, 4.10, 4.11, 4.12) da kompresibilna traka proizvođača C (Grafik 4.11) tvrđa od ostalih, i samim time prenosi veću količinu boje na

rasterske tačke, što je nepogodno za kvalitetnu reprodukciju finih tonova.

Odličan prenos boje na poljima niže tonske vrednosti, odnosno nizak porast uočen je kod proizvođača B i D što je glavna odlika mekanih kompresibilnih slojeva, gde se u nižim vrednostima rasterska tačka treba reprodukovati u oblik oreola, kako bi se vizuelno mogli predstaviti raster tonovi.



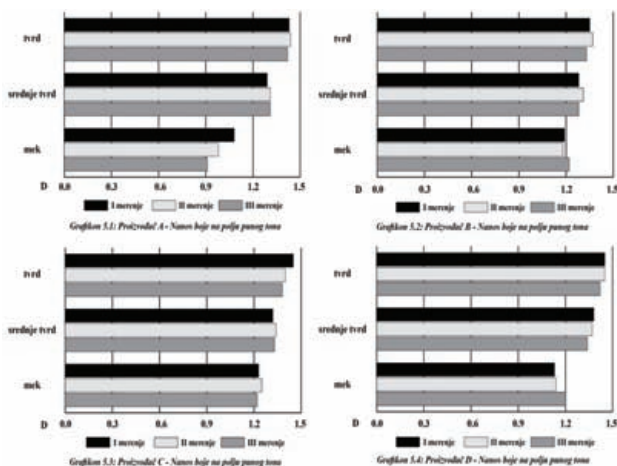
5. GUSTINA NANOSA BOJE

Gustina nanosa boje (D - density) je kvantitativni nanos boje na podlozi za štampu. Veće vrednosti D označavaju veći nanos boje na podlozi za štampu. Gustina nanosa boje se meri uređajem koji se naziva denzitometar slika 5.1.



Slika 5.1: Denzitometar

Za merenje gustine nanosa boje na podlozi za štampu, na test formi formirana je linija punog tona. Merenja su vršena na tri kontrolne tačke duž linije punog tona. Izmerene vrednosti su sumirane i aritmetička sredina je uzeta kao referentan rezultat gustine nanosa boje na polju punog tona (Grafikoni 5.1, 5.2, 5.3, 5.4) svakog kompresibilnog sloja svih proizvođača.



Sa tri merenja na polju punog tona hteo se utvrditi ekvivalentan prenos boje na podlogu za štampu duž celog obima cilindra nosioca štamparske forme. Tri merne tačke, početna, središnja i krajnja se nalaze na različitim pozicijama duž obima cilindra nocioca štamparske forme, neujednačenost debljine kompresibilnog sloja manifestovala bi se različitim nanosom boje, što i jeste bio slučaj kod ovog merenja.

Razlike zapažene na osnovu uzorkovanih vrednosti na tri merne tačke duž obima cilindra su zanemarljive, ali ipak postoje.

6. ZAKLJUČAK

Za sprovedeno testiranje kompresibilnih traka različitih proizvođača, testirane su trake četiri različita proizvođača. Od toga tri proizvođača su imala kompresibilne slojeve na bazi polietilena, a četvrti proizvođač na bazi poliuretana. Tokom eksperimenta došlo se do zaključka da su razlike u izmerenim rezultatima minimalne. Traka proizvođač C sa poliuretanskim slojem je tvrđa u odnosu na ostale što se može primetiti na osnovu viših vrednosti rezultata nanosa boje, porasta rasterske tačke u nižim tonskim vrednostima, kao i izmerenim LAB vrednostima.

7. LITERATURA

- [1] Pešterac Č.: Reprodukciona tehnika, Fakultet tehničkih nauka, Grafičko inženjerstvo i dizajn, Novi Sad, 2004.
- [2] Grupa autora : Flexography Principles and Practices - 5th edition, Foundation of Flexographic Technical Association, Inc., USA, 1999. (www.fta-ffta.org)
- [3] Novaković D.: Grafički procesi, Fakultet tehničkih nauka, Grafičko inženjerstvo i dizajn, Novi Sad, 2005.
- [4] http://www.rodsmith.org.uk/photographic%20glossary/rods%20photographic%20glossaryL_clip_image001.jpg
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Lab_color_space
- [6] <http://www.teamflexo.com/news.asp>
- [7] http://www.hsh.si/Nasa_stran%20ang/denzitometer/gmb_spectroeye-3.jpg

Adresa autora za kontakt:

MSc Boris Obrenović,
boris.obrenovic@gmail.com

Prof. dr Dragoljub Novaković
novakd@uns.ns.ac.yu

Ass. MSc Sandra Dedijer,
dedijer@uns.ns.ac.yu

Grafičko inženjerstvo i dizajn
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.

RAZVOJ I IMPLEMENTACIJA SOFTVERSKOG MODULA ZA POMOĆ OSOBAMA SA POREMEĆAJEM VIĐENJA BOJA

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF THE SOFTWARE MODULE FOR HELPING PEOPLE WITH COLOUR VISION DEFICIENCIES

Neda Milić, Dragoljub Novaković, Igor Karlović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Cilj rada jeste razvoj softverskog modula za simulaciju uobičajenih tipova poremećaja viđenja boja (protanopije, deuteranopije i tritanopije), koji bi grafičkim i web dizajnerima omogućio da provere kako njihovi radovi izgledaju osobama sa ovim poremećajima. Osim simulacije, softverski modul daje mogućnost i obrade slike koja rezultira povećanim brojem „detalja“ koje vide osobe sa protanopijom i deuteranopijom, bez značajne redukcije „prirodnosti“ slike za posmatrače sa normalnim viđenjem boja.

Ključne reči: razvoj, simulacija, softver, poremećaji viđenja boja

Abstract – the aim of this study is development of the software module which simulates common forms of colour vision deficiency (protanopia, deuteranopia and tritanopia), in order to enable graphic and web designers to check how their work looks to colour blind people. The other important aim of this developed plug-in is image processing which results in increased number of details that people with protanopia and deuteranopia can see, without significant reducing naturalness of the image for 'normal' viewers.

Keywords: development, simulation, software, colour vision deficiency

1. UVOD

Impozantan broj informacija iz okoline primamo posredstvom čula vida (oko 90%).

U našem svakodnevnom životu, okruženi smo slikama u boji - na televiziji, u štampi, monitorima računara, fotografijama, filmovima... Dok se ove slike u boji uzimaju "zdravo za gotovo" od strane većine čitalaca i posmatrača, osobe sa poremećajem viđenja boja (PVB) imaju poteškoća u raspoznavanju određenih kombinacija boja, a kao posledica toga, i otežano tumačenje primljenih informacija u boji. Gubitak informacija usled PVB utiče na kvalitet života ovih osoba, a negativan uticaj je najuočljiviji u slučaju neadekvatnih saobraćajnih i geografskih mapa, tehničkih priručnika, bezbednosnih uputstava itd.

Da bismo razumeli poremećaje viđenja boja, moramo razumeti prvo ljudski sistem viđenja.

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master-diplomskog rada čiji mentor je bio prof. dr Dragoljub Novaković.

2. SISTEM VIĐENJA BOJA

Mrežnjača ljudskog oka je svetlosno osetljiva i sadrži dve vrste fotoreceptora: čepiće i štapiće. Štapići su izuzetno osetljivi na svetlost i prvenstveno korisni za viđenje pod uslovima veoma slabog osvetljenja, nazvano kao *skotopsko viđenje*. Kod skotopskog viđenja, mogu biti opažene samo nijanse sive- nema viđenja boje. Viđenje boje omogućavaju čepići (*fotopsko viđenje*).

Posmatrači sa normalnim viđenjem boje imaju tri različita tipa čepića, sa fotoosetljivim pigmentima, koji se razlikuju po svojim karakteristikama spektralne absorpcije i, usled toga, po svojim spektralnim osetljivostima. Fotoosetljiva materija u čepićima-rodopsin se pri svetlosnom nadražaju hemijski razlaže što uzrokuje pojavu natrijumske naelektrisanja, kojim se, preko nervnih puteva, nadražuje kora velikog mozga. Obraden nadražaj u mozgu definiše se kao boja.

Tri tipa čepića nazivaju se, obično, S, M i L čepići, a odnose se, respektivno, na tipove čepića osetljive na kratke, srednje i duge talasne dužine svetlosti [1].

3. KLASIFIKACIJA PVB

Poremećaji viđenja boje pogađaju značajan procenat populacije- približno 8% muške i 0.5% ženske populacije. PVB mogu biti nasledni i stečeni, a možemo ih klasifikovati u tri grupe:

1) Monohromazija

Monohromazija se pojavljuje kada nedostaju dva ili sva tri tipa čepića i kada je viđenje boje i svetlosti svedeno na jednu dimenziju [2].

2) Dihromazija

Dihromazija je umereno ozbiljan PVB kod kojeg postoji nedostatak ili nefunkcionalnost jednog od tri tipa čepića- nedostaje jedan od pigmenata. Protanopija, deuteranopija i tritanopija su dihromatični poremećaji uzrokovani potpunim odsustvom L, M i S čepića, respektivno [2].

3) Anomalna trihromazija

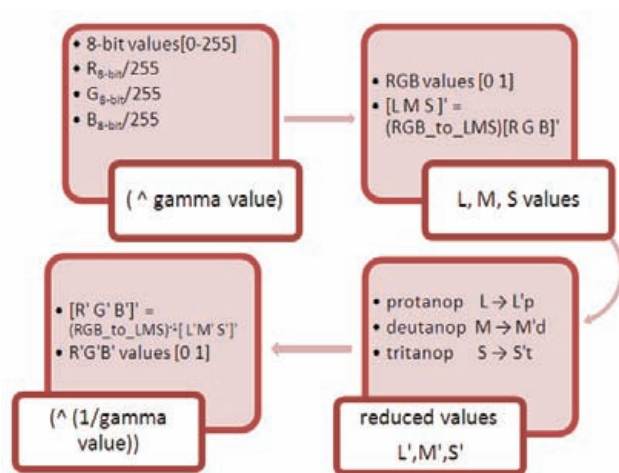
Anomalna trihromazija je učestali tip PVB, koji se javlja kada je izmenjena spektralna osetljivost jednog od tri tipa čepića. Rezultat nije gubitak trihromazije (normalno viđenja boje), već njeno oštećenje [2].

3. SIMULACIJA PVB

Tri tipa dihromazije su simulirana pretvaranjem RGB prostora boja "normalnog" posmatrača u njegove dihromatske verzije na osnovu široko prihvaćenog algoritma autora Bretel i Vienot [3] [4].

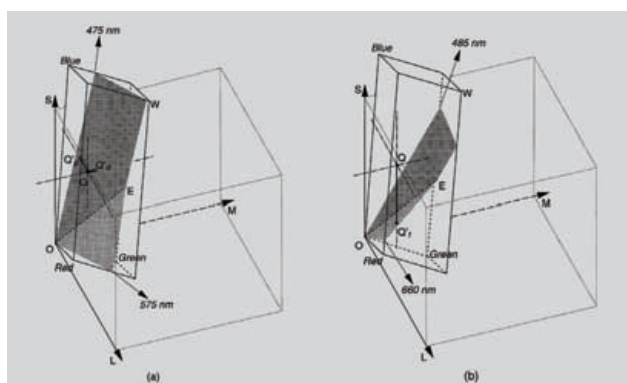
Algoritam je baziran na LMS prostoru (slika 2) u kojem ortogonalne ose L, M i S predstavljaju kvantitativne iznose odziva L, M i S čepića, respektivno. Kako dihomati imaju potpuni nedostatak jednog od tipova čepića, za njih su "problematične" one boje koje se razlikuju samo po relativnom iznosu nedostajućeg tipa čepića. U ovom algoritmu napravljeno je nekoliko pretpostavki koje je tiču tonova boja koji izgledaju isto i dihomatima i osobama sa normalnim viđenjem boja:

- 1) Neutralne boje izgledaju isto i "normalnim" posmatračima i dihomatima (duž OE-slika 2);
 - 2) Stimulus od 575 nm se opaža kao isti ton žute i stimulus od 475 nm se opaža kao isti ton plave od strane trihomata, protanopa i deuteranopa (slika 2a);
 - 3) Stimulus od 660 nm se opaža kao isti ton crvene i stimulus od 485 nm kao ista plavo-zelena od strane trihomata i tritanopa (slika 2b);
- Algoritam simulacije tipova dihomazije prikazan je na slici 1.



Slika 1. Algoritam simulacije tipova dihomazije

Na slici 2 prikazana je geometrijska reprezentacija algoritma za simulaciju dihomatskog viđenja.



Slika 2. Geometrijska reprezentacija algoritma za simulaciju dihomatskog viđenja (Dve osenčene poluravni predstavljaju redukovani gamut boja za: a) protanopijsko i deuteranopijsko viđenje, b) tritanopijsko viđenje.)

L, M i S koordinate boja, odnosno komponente [L M S]' matrice, dobijaju se množenjem matrice [R G B]' sa odgovarajućom matricom [RGB_to_LMS]_{3x3}.

U zavisnosti od toga koji tip dihomazije želimo da simuliramo, vrši se transformacija one koordinate LMS prostora koja izostaje kod tog tipa dihomazije, dok ostale dve koordinate ostaju neizmenjene:

$$\text{- protanopija: } L' = -(b M + c S) / a; \quad (1)$$

$$\text{- deuteranopija: } M' = -(a L + c S) / b; \quad (2)$$

$$\text{- tritanopija: } S' = -(a L + b M) / c; \quad (3)$$

Koeficijenti iz prethodnih transformacija se dobijaju sledećim jednačinama i pravilima:

$$a = M_E S_A - S_E M_A, \quad (4)$$

$$b = S_E L_A - L_E S_A, \quad (5)$$

$$c = L_E M_A - M_E L_A, \quad (6)$$

1^o[protanopija]: ako je $S / M < S_E / M_E$, onda $\lambda_A = 575\text{nm}$; inače $\lambda_A = 475\text{nm}$;

2^o[deuteranopija]: ako je $S / L < S_E / L_E$, onda $\lambda_A = 575\text{nm}$; inače $\lambda_A = 475\text{nm}$;

3^o[tritanopija]: ako je $M / L < M_E / L_E$, onda $\lambda_A = 660\text{nm}$; inače $\lambda_A = 485\text{nm}$.

Nove RGB koordinate dihomata dobijaju se sada množenjem matrice sa transformisanim LMS koordinatama, [L' M' S']', sa inverznom matricom matrice [RGB_to_LMS]_{3x3}.

4. DALTONIZACIJA ILI REKOLORING

„Daltonizacija je procedura adaptacije boja na slici radi poboljšanja prikaza slike za posmatrače sa poremećajem viđenja boja.“ [7].

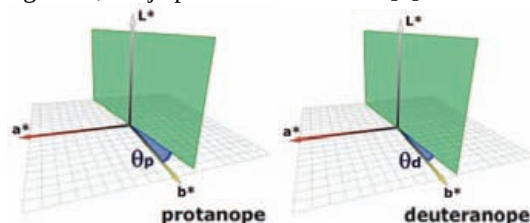
Ovaj algoritam daltonizacije sastoji se iz tri nezavisna koraka i bazira se na L*a*b* i/ili LCH prostoru boja (prikazanim na slici 4):

1) povećavanje crveno-zeleno kontrasta (a* koordinata);

Iz upoređivanja vrednosti L*a*b* originalne slike i slike koja simulira protanopijsko i deuteranopijsko viđenje boja, primećeno je da su L* (dimenzija tamno/svetlo) i b* (dimenzija plavo/žuto) vrednosti dihomata veoma bliske vrednostima normalnih posmatrača, dok se originalne i opažene a*(dimenzija crveno/zeleno) vrednosti značajno razlikuju. Povećavanjem crveno-zelenog kontrasta, veće su šanse da će protanopi i deuteranopi videti crveno-zelene kombinacije boja.

2) promena dimenzije plavo-žuto (b* koordinata);

Gamut boja dihomata može biti aproksimiran jednom ravni koja prolazi kroz L* osu L*a*b* prostora i normalna je na ravan a*b*, a u odnosu na osu a* nalazi se pod uglom θ , što je prikazano na slici 3 [6].



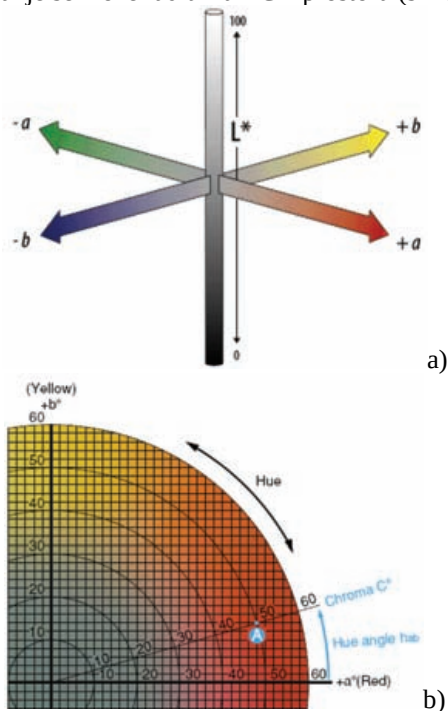
Slika 3. Gamuti boja dihomata u L*a*b* prostoru

Ako se ova ravan zarotira prema osi b* za $\phi(\theta)$, promeniće se tonovi boja na slici, ali tako da će svi pikseli koji su imali istu vrednost tona na originalnoj slici, imati istu različitu vrednost tona posle rotacije [5].

Kako se vrednost koordinate Hue u LCH prostoru dobija iz jednačine:

$$H = \tan^{-1}(b^*/a^*), \quad (7)$$

podešavanje se može raditi i u LCH prostoru (slika 4).



Slika 4. a) Lab prostor boja
b) Hue koordinata u LCH prostoru boja

3) promena dimenzije svetlo-tamno (L^* koordinata);

Da li će biti potrebe da se menja koordinata L^* zavisi od sadržaja slike.

5. RAZVOJ I IMPLEMENTACIJA MODULA

5.1 Programski alat

Modul (plug-in) je razvijen za softver *Adobe Photoshop* i ostale kompatibilne grafičke softvere, koristeći *open-source* Filter Meister razvojno okruženje. Modul je pisan FF+ programskim jezikom, koji predstavlja vrstu C programskog jezika [8].

Struktura programa je sledeća :

```
%ffp
ForEveryTile: {
    int r_pocetno, g_pocetno, b_pocetno;
    double rgamma, ggamma, bgamma;
    ..... [deklarisanje promenljivih] .....
    for (y = y_start; y < y_end; y++) {
        for (x = x_start; x < x_end; x++) {
            r_pocetno = src(x,y,0);
            g_pocetno = src(x,y,1);
            b_pocetno = src(x,y,2);
```

```
.....
Naredba1;
Naredba2;
.....
NaredbaN;
```

```
pset ( x, y, 0, r_krajnje);
pset ( x, y, 1, g_krajnje);
```

```
pset ( x, y, 2, b_krajnje);
```

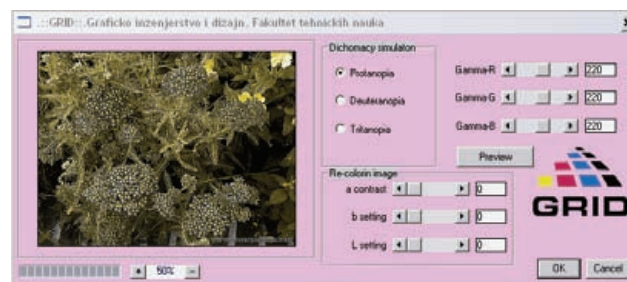
```
}}
return true;}
%eof
```

5.2. Prikaz razvijenog rešenja modula

Na slici 5 prikazan je interfejs modula za simulaciju i daltonizaciju (rekoloring).

Modul ima sledeće interfejsne elemente:

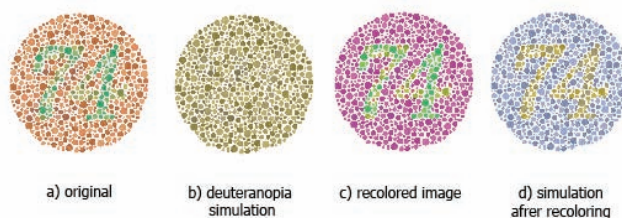
- Prozor za prikaz (*Prview window*) u kojem se nalazi slika sa kojom modul trenutno radi;
- Odeljak (*groupbox*) '*Dichromacy simulation*' u kojem se nalaze opcionalna dugmad (*radio buttons*) za odabir jednog od tri tipa simulacije: protanopije, deuteranopije ili tritanopije;
- Klizače (*scrollbars*) kojima korisnik podešava gamma vrednosti R, G i B kanala zasebno;
- Odeljak (*groupbox*) '*Recoloring image*' u kojem se, takođe, nalaze tri klizača (*scrollbars*) kojima korisnik menja parametre podešavanja objašnjenih u delu 4;
- Dugmad (*buttons*) '*Prview*', '*OK*', '*Cancel*' koja, repektivno, omogućavaju prikaz rezultata obrade učitane slike, primenjivanje obrade na učitanoj slici i izlazak iz modula bez izmena učitane slike.



Slika 5. Izgled prozora modula (filtera)

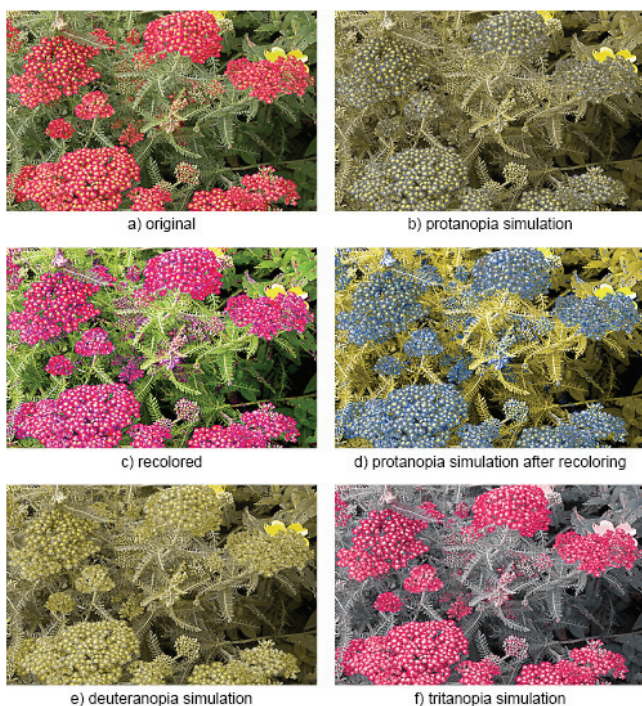
5.3. Rezultati i diskusija dobijenih rešenja

Primeri simulacije i daltonizacije slika obrađenih razvijenim modulom prikazani su na slikama 6 i 7. Dobijene slike koje simuliraju protanopiju, deuteranopiju i tritanopiju vizuelno se poklapaju sa rezultatima dobijenim Vischeck-ovom on-line simulacijom PVB (www.vischeck.com) [7].



Slika 6. Rezultati simulacije i rekoloringa (Išihara test: deuteranopi ne vide broj 74 kao "normalni" početne slike)

Kao što možemo uočiti sa slike 7, rezultati simulacije protanopije i deuteranopije su veoma slični. Stoga je opravdana ideja da se koristi isti rekoloring metod za podešavanje originalnih slika kako osobama sa protanopijom, tako i osobama sa deuteranopijom.



slika 7: Rezultati simulacije i rekoloringa

Isto tako se uočava da protanopi i deuteranopi opažaju znatno više detalja na slici nakon rekoloringa – daltonizacije (slike 6 i 7).

Svaki metod daltonizacije do sada smanjivao je prirodnost originalnih slika, što je slučaj i sa ovim implementiranim metodom. Međutim, sa odgovarajućom kombinacijom parametara, slika nakon daltonizacije može i dalje ostati “prijatna za oko” posmatračima sa normalnim viđenjem boje. Optimalne vrednosti parametara zavise od sadržaja originalne slike.

Planirano je testiranje razvijenog modula od strane osoba sa PVB kako bi se dobila povratna informacije i, u slučaju potrebe, izvršile korekcije u korišćenim algoritmima. Najbolju kontrolnu grupu činili bi unilateralni dihomati (osobe koje na jednom oku imaju normalno trihromatsko, a na drugom dihomatsko viđenje boje).

5.4. Dodatne mogućnosti

Razvojem i implementacijom dodatnog modula omogućena je dodatna pomoć grafičkim i web dizajnerima pri odabiru šema boja za web prezentaciju, multimedijalnu prezentaciju itd. Na osnovu R,G,B vrednosti dve odabrane boje računa se „odnos kontrasta“ (*Contrast Ratio*) te dve boje i „razlika boja“ (*Colour difference*). Na osnovu izračunatih vrednosti i upoređivanja sa predefinisanim vrednostima, modul daje preporuku dizajneru o tome da li je prihvatljivo da te dve odabrane boje stoje jedna pored druge i/ili da li rizično za čitljivost da tekst jedne odabrane boje bude na podlozi odabrane druge boje. Ovo je odlična preventivna mera za sve tipove poremećaja viđenja boje.

6. ZAKLJUČAK

Kako osobe sa PVB zapravo vide od izuzetnog je značaja za razumevanje vizuelnih problema sa kojima se te osobe svakodnevno susreću. Deo softverskog modula

za simulaciju tipova dihomazije omogućava „normalnom“ posmatraču da vidi svet iz perspektive ovih individua - „da vidi svet njihovim očima“.

Dizajneri mogu imati koristi od ovakve vizuelizacije pri odabiru kombinacija boja za svoje radove tako da one budu „sigurne“ za bilo koju osobu (ovaj princip grafičkog i web dizajna se naziva „dizajn za sve“).

Deo softverskog modula za rekoloring omogućava nam da balansiramo između redukcije prirodnosti originalnih slika i povećavanja detalja opaženih od strane osoba sa protanopijom i deuteranopijom.

Razvijeni edukativni modul može biti korišćen da poveća svest o poremećajima viđenja boja kroz vizuelnu prezentaciju.

Ulaženjem dublje u problematiku poremećaja viđenja boja može se doći do gradijentne skale koja bi pomogla očnim specijalistima u identifikaciji unilateralnih i bilateralnih poremećaja viđenja boja.

7. LITERATURA

- [1] Sharma, G.: *Digital Color Imaging*, CRC Press LLC, New York, 2003.
- [2] Cassin, B., Solomon S.: *Dictionary of Eye Terminology*, Triad Publishing Company, Gainesville, 1990.
- [3] Brettel, H., Vienot, F., Mollon, J.: *Computerized simulation of color appearance for dichromats*, *Journal of the Optical Society of America A*, vol. 14, no. 10, 1997.
- [4] Brettel, H., Vienot, F., Mollon, J.: *Digital Video Colourmaps for Checking the Legibility of Displays by Dichromats*, Inc. Col. Res. Appl., vol. 24, no.4, 1999.
- [5] J.B. Huang, Y. C. Tzeng, Se-In Wu, S.Wang: *Information Preserving Color Transformation for Protanopia and Deuteranopia*, *Proceedings of 19th IPPR Conference on Computer Vision, Graphics and Image Processing*, 2006.
- [6] Kuhn, G.R., Oliveira, M., L.A.Fernandes: “An Efficient Naturalness-Preserving Image-Recoloring Method for Dichromats”, *IEEE TRANSACTIONS ON VISUALIZATION AND COMPUTER GRAPHICS*, VOL. 14, NO. 6, NOVEMBER/DECEMBER 2008.
- [7] Vischeck site, www.vischeck.com (last request: 08-09-2009)
- [8] Filter Meister site, www.filtermeister.com, (last request: 11-09-2009).

Adresa autora za kontakt

MSc Neda Milić

nedamilic@yahoo.com

Prof. dr Dragoljub Novaković

novakd@uns.ac.rs

Asst. mr Igor Karlović,

karlovic@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

**PROSTORNI MODEL ENTERIJERA NOVOSADSKJE GIMNAZIJE
„JOVAN JOVANOVIĆ ZMAJ”****3D MODEL OF INTERIOR OF NOVI SAD GYMNASIUM
„JOVAN JOVANOVIĆ ZMAJ”**Borjan Divljanović, Ratko Obradović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – U radu je prikazan postupak 3D modeliranja enterijera upotrebom odgovarajućeg grafičkog paketa (Autodesk 3ds max 2009). Cilj je bio definisati sve postupke, da bi se došlo do krajnjeg rezultata (slika i animirani film).

Ključne reči: 3D modeliranje, animacija, enterijer

Abstract – In this paper a method for 3D modeling of interior is shown. For this modeling a graphical software Autodesk 3ds max 2009 is used. The aim of the method is definition of all procedures which are necessary for pictures and animated film creating.

Key words: 3D modeling, animation, interior

1. UVOD

Zašto danas na svakom koraku čujemo reči 3D modeliranje ili animiranje? Odgovor leži svuda oko nas. Svet kakav danas gledamo teži digitalizaciji. Stvorili smo masovni medij koji nam pruža mnoge mogućnosti. Polako selimo poslovanje i privatni život u taj virtualni svet. Dakako, reč je o Internetu. Ono što pokreće 3D industriju je priča koju pratimo kroz filmove i interakcije koje doživljavamo kroz računarske igre. Dolazimo u fazu u kojoj je gotovo nemoguće prepoznati razliku između fotografije i modelirane slike. Ogromna prednost korišćenja tehnologije za 3D modeliranje i animaciju je to što nam za stvaranje filma više nije potrebno finansijsko bogatstvo, već samo znanje i vreme.

2. KARAKTERISTIKE OBJEKTA

Srpska velika pravoslavna gimnazija je osnovana na Svetog Savu 1810. godine u Novom Sadu [8], gradu koji je od 1748. god. uživao status slobodnog grada u Austrijskoj Monarhiji, a bio i najznačajniji ekonomski i kulturni centar Srba na ovim prostorima. Novosadska gimnazija je imala veliki značaj za srpski narod u južnoj Ugarskoj, kao čuvar srpskog jezika i pisma, nacionalnog duha, kulture i umetnosti. Gimnazija je podeljena u blokove A, B, C i D a svaki od blokova ima prizemlje, sprat i potkrovlje. Unutrašnjost obiluje mnoštvom gipsanih gravura koje su koncentrisane od ulaza pa sve do svečane sale. Svečana sala je posebno remek delo koje je u potpunosti sačuvano, kao i najveći deo objekta. Od materijala, ako se izuzmu okrečene površine, najviše dominiraju drvo i mermer.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr Ratko Obradović.

3. REALIZACIJA PROJEKTA**3.1. Planiranje realizacije projekta**

Uvidom u postojeće projekte ustanovljeno je da usled mnogobrojnih renoviranja nedostaju projekti poprečnih preseka, koji su ključni za određivanje mera koje se odnose na visinu pojedinačnih segmenata objekta. Zbog ovako otežavajućih okolnosti, problemu se moralo pristupiti iz korena što je podrazumevalo više etapa u prikupljanju informacija:

1. analiza i određivanje mera na osnovu postojećih građevinskih projekata,
2. dodatna merenja na terenu,
3. fotografisanje unutrašnjosti objekta,
4. analiza prikupljenih informacija i njihova dopuna u slučaju nedostatka istih.

Potrebno je napomenuti da se sve mere i fotografije prikupljaju samo na onim segmentima objekta koji su planirani za obradu u ovom projektu, a to je centralni deo gimnazije.

Drugi deo realizacije projekta se odnosi na modeliranje i mapiranje dobijenog 3D enterijera Gimnazije „Jovan Jovanović Zmaj”. Realizacija ovog dela projekta je zamišljena radom po segmentima. To podrazumeva modeliranje osnove centralnog dela (zid, pod i plafon) u koju bi se naknadno uvozili gotovi segmenti navedenog objekta (prozor, vrata, klupa...). Pod pojmom „gotov objekat” se podrazumeva i primena materijala a ne samo modeliranje. Ove operacije se odvijaju sledećim redom:

1. priprema mapa i definisanje materijala koji se primenjuju,
2. modeliranje osnove centralnog dela gimnazije i mapiranje,
3. modeliranje i mapiranje pojedinačnih segmenata objekta
4. uvoz 3D modela u osnovu i njihovo pozicioniranje.

Ovo je svakako najbitniji deo projekta koji u mnogome diktira krajnji rezultat.

Poslednji, i ne manje važan deo, se odnosi na podešavanje osvetljenja dobijenog 3D modela, renderovanje i dobijanje slika i filma u odgovarajućem formatu. Operacije se odvijaju sledećim redom:

1. definisanje parametara osvetljenja,
2. podešavanje kamere (putanja, trajanje kretanja, ključni kadrovi...),
3. finalno renderovanje,
4. dodatna obrada slika i filma (u slučaju potrebe).

Za sve navedene operacije potrebno je definisati dostupne resurse i njihovu namenu u projektu. Pod navedenim se podrazumevaju hardverske i softverske komponente.

3.2. Prikupljanje informacija

Prvi dan na terenu je obuhvatio analizu građevinskih projekata koji su korisni za izradu ovog rada. Planove je trebalo detaljno pregledati i ustanoviti nedostatak informacija. Uporedo sa projektima, vizuelno je kontrolisano i trenutno stanje enterijera. Ovde se pojavilo nekoliko nepodudaranja koja su kasnije u razgovoru sa osobljem škole rešena. Iako mere nisu bile ucrtane na postojećoj dokumentaciji bilo ih je moguće izračunati na osnovu razmere u kojima je crtana.

Drugog dana na terenu je bilo potrebno izmeriti sve visine gimnazije, počev od ulaza pa sve do sprata. Visina tavanice je dostizala i do 5m što je znatno otežavalo merenje. Visina objekta je zahvaljujući složenosti arhitekture građevine stalno varirala i bio je potreban veliki broj merenja.

Fotografisanje enterijera je obavljeno profesionalnim digitalnim aparatom *SONY α DSLR-A900*. Prva grupa fotografija je bila posvećena izgledu enterijera. Druga grupa fotografija se odnosila na korišćene materijale.

Upoređivanje fotografija i projekta se pokazala kao najbolja metoda za kontrolu. Na fotografijama je uočen određen broj predmeta koji nije ušao u merni proces kao i nedostatak određenog broja mera koje se tiču pozicioniranja.

3.3. Geometrijsko modeliranje i mapiranje enterijera

Srž celog projekta predstavlja modeliranje i mapiranje enterijera. U zavisnosti od te dve operacije zavisi veći deo krajnjeg rezultata. Prednost programskog alata kao što je *Autodesk 3ds max*, je u tome što imate više načina da bi došli do željenog rezultata [2]. Naravno cilj je izabrati najbrži i najjednostavniji.

Modeliranje objekata u računarskoj grafici predstavlja formiranje objekata (modela) računarom [2]. Kako je formiran model logička celina, on se dalje može upotrebiti za izradu konstruktivne dokumentacije, različite grafičke prikaze, tehnološku pripremu proizvodnje (CAP/CAPP/CAM [1]) i konačno za inženjerske analize. Geometrijski model ima svoju fizičku formu, apstraktnu formu u obliku crteža, informacionu formu (hijerarhija elemenata) i unutrašnju formu u bazi podataka. Računarska grafika koristi tri vrste geometrijskih modela: žičani model, površinski model i zapreminski model.



Slika 1. 3D model enterijera nakon modeliranja i mapiranja (renderovana slika)

Elemente površine korisnik zadaje definisanjem materijala objekta. Materijalnost definiše boju materijala, teksturu (površinsku formu), providnost (engl. *transparency*) i završnu obradu površina. Površina materijala se zadaje paletama materijala koje uključuju: uzorak mape (površine, engl. *pattern map*) materijala, mapu neravnina materijala (engl. *bump map*), ili oba. Uzorak mape materijala je raster slika koja izabranim površinama objekata, dodeljuje materijalnost.

U toku modeliranja i mapiranja, potrebno je voditi računa o upotrebljenim resursima (memorijski prostor računara), a ne samo o vizuelnoj dopadljivosti. U toku rada stalno ste u situaciji da birate između ovo dvoje. Da li je izbor bio dobar ili ne, možete da vidite tek na krajnjim rezultatima.

3.4. Podešavanje osvetljenja

Vernost grafičkog prikaza 3D objekata zahteva upotrebu svetlosnih izvora u prostoru prikazivanja (*Viewport*), sceni, koja prikazuje te sadržaje. Dobro vidljiv objekat i estetski sadržaj postižu se na principima pravilnog izbora i raspoređivanja svetlosnih izvora, merom dobre podešivosti jačine, boje, pravca i difuzije svetla. Broj svetlosnih izvora povećava osvetljenost scene pri čemu se velikim brojem različitih svetala stvara izgled prirodnog osvetljenja. Osvetljavanje objekata podrazumeva izvršenje algoritma izračunavanja osvetljenosti površina, refleksije svetla sa okolnih objekata, definisanje izgleda površina objekata sa aspekta materijalnosti površina (hrapavosti, transparentnosti, boje, teksture).



Slika 2. 3D model enterijera nakon podešavanja osvetljenja (renderovana slika)

3.4. Animacija

Animacija se stvara povezanom grupom slika. Pri tome se paralelno izvršavaju dva procesiranja: geometrijsko procesiranje naredne slike (frejma) i renderovanje tekuće slike. Procesor renderovanja bira se prema korisničkom zahtevu za određenu kategoriju realističkog prikaza. To podrazumeva prikazivanje elementarnih poligona u prosto formi (samo definicijom boje površine), zatim definisanje tekstura (materijalnosti površina) objekata, zatim primenu prirodnih (atmosferskih) efekata i primenu kombinovanih prikaza sa sklonjenim delovima vidljivih površina. Elementarno renderovanje na bazi podataka o geometrijskoj poziciji, određuje osvetljenost svakog poligona koji čini vidljivi deo scene. Renderovanje susednih poligona i njihovih zajedničkih ivica može

usloviti izdvajanje trouglova u zajedničkim ravnim površinama. To se uočava po trougaonim stazama. Radi toga su razvijene metode ravnog senčenja (engl. *flat shading*), čime poligoni (trouglovi) dobijaju istu boju u zajedničkim ravnim geometrijskim površinama. Druga metoda za korekciju realističnog prelaza poligona je interpolacija boje susednih trouglova u zoni dodirnih ivica. Ova metoda koristi informacije bitmapiranih sadržaja dodirnih zona ili tipičnih teksturnih bitmapa na bazi kojih se vrši kontinualna interpolacija prelaznih zona. Ova metoda je poznata po engleskom terminu *gouraud* senčenja.

3.4. Dodatna obrada slika

Sve vrhunske kompanije koje se bave 3D grafikom vrše naknadnu obradu renderovanih slika u nekom od programskih alata predviđenim za to. U našem slučaju koristili smo *Photoshop* CS3. Razlog za dodatnu obradu leži u činjenici da smanjeni kvalitet renderovanja možete da popravite na ovaj način. Osim toga renderovane slike imaju tragove koji odaju generisanje putem računara. Ti tragovi se mogu delimično eliminisati a slika time približiti realnom prikazu. U ovakvim slučajevima kada se radi o doradi slika, najbolje je koristiti već proverenu metodu.



Slika 3. 3D model enterijera nakon dodatne obrade slike (renderovana slika)

4. ZAKLJUČAK

Neke nedostatke slika smo popravili upotrebom *Photo-shop*-a, ali dubljom analizom slika ipak se uočavaju određeni nedostaci. Da bi prikrili loše piksele koristili smo *Blur*, što je u nekoj meri umanjilo oštrinu ivica pojedinih predmeta unutar enterijera. Najveći problem se pojavljuje na predmetima sa više detalja koji se nalaze u daljini (spomenici, lusteri) gde su, zbog manjka piksela, izgubljeni neki detalji. Drugi problem se javljao kod refleksije svetlosti, koja je zbog manje preciznosti renderovanja dobijala malo oštrije ivice nego što bi trebalo.

Drugi deo projekta je kao rezultat imao animirani film. Uprkos mnogim pokušajima da se ovaj film renderuje sa podešenim osvetljenjem nismo došli do željenog rezultata. Vreme renderovanja je bilo neprihvatljivo veliko, pa čak i na veoma niskim vrednostima rezolucije. Pokušaj da to renderovanje sprovedemo na nešto jačem računaru nije donelo značajnija poboljšanja. Zbog toga

smo ukinuli podešeno osvetljenje. Drugi problem je bio prvobitno predviđeno trajanje animacije od jednog minuta. To vreme smo morali da upolovimo na trideset sekundi, a renderovanja je trajalo 19 sati. Dobili smo kraći animirani film koji bez osvetljenja nije mogao adekvatno da prikaže unutrašnju atmosferu škole. Smanjenjem vremena i broja frejmova uticali smo da kvalitet filma bude manji nego što smo želeli.

Problem leži u resursima računara. Zbog njihove ograničenosti nismo bili u mogućnosti da podignemo kvalitet renderovanja na veći nivo, kao i neke parametre vezane za osvetljenje. Veliki broj proba sa raznim parametrima je ipak dao relativno dobre rezultate ako se uzme u obzir brzina i kvalitet.

Gledajući u celini, napravljen je veliki broj promena i ustupaka u toku rada. Sve je to uticalo da krajnji rezultat ne bude najbolji mogući. Ipak, celokupna ocena je da se projekat može okarakterisati kao više nego uspešan. Ceo ovaj rad može prikazati daleko bolje rezultate jer je glavna prepreka bila nedostatak dovoljno snažnog računara, koji bi to odradio u realnom vremenskom periodu.

Rad na ovakvim projektima otvara mogućnost saradnje sa inženjerima građevine, mašinstva, elektrotehnike, arhitekture i drugim. Primena se ogleda u simuliranju inženjerskih ideja putem 3D modela. Takva vrsta primene prisutna je već na prostorima Srbije.

5. LITERATURA

- [1] Jovanović, M.: **CAD projektovanje računarom - autorizovana predavanja**, Beograd, 2006.
- [2] Obradović, R., Pinčjer, I., Nikolić, I., Vladić, G.: **Dizajn prostornih oblika - odabrani primeri**, Novi Sad, 2009.
- [3] Obradović, R.: **Deskriptivno geometrijske metode u kompjuterskoj grafici: međusobni preseči rotacionih površi korišćenjem pomoćnih lopti i pomoćnih ravni - doktorska disertacija**, Novi Sad, 2000.
- [4] <http://www.cadtutor.net>
- [5] <http://www.mrbluesummers.com>
- [6] <http://www.cgarena.com>
- [7] <http://crea.net385.org>
- [8] <http://sr.wikipedia.org>

Kratka biografija:



Borjan Divljanović rođen je u Sarajevu 1983. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna odbranio je 2009.god.



Ratko Obradović rođen je u Novom Sadu 1965. Doktorirao je na Prirodno matematičkom fakultetu 2000. god., a od 2006. je u zvanju vanrednog profesora. Oblasti interesovanja su kompjuterska geometrija, kompjuterska grafika i konstruktivna geometrija.

ISTRAŽIVANJE SMANJENJA OPTEREĆENJA UČENIKA TEŽINOM UDŽBENIKA INVESTIGATION OF REDUCING WEIGHT OF SCHOOL TEXTBOOKS

Dunja Mitrović, Dragoljub Novaković, Magdolna Apro, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj - Udžbenik za osnovnu i srednju školu je osnovno sredstvo učenja, čija je ključna uloga ne samo transmisivna (prenošenje znanja) već razvojno-formativna. Sprovedeno je istraživanje u osnovnim školama u Novom Sadu, koje je pokazalo da više od polovine ispitanih učenika smatra da im je školska torba teška i oseća bol u leđima i, ramenima. Nošenje torbe težine veće od 10% telesne mase učenika predstavlja problem. Osnovni cilj rada bilo je istraživanje mogućnosti smanjenja težine školskih knjiga primenom voluminoznih papira za udžbenike.

Ključne reči: težina udžbenika, težina školske torbe, voluminozni papir, ofsetni papir

Abstract - School text book for elementary and high school is the primary means of learning, whose key role is not only transmissible (transfer of knowledge), but development-formative. Research was conducted in elementary schools in Novi Sad, which has shown that more than half of tested students think that they carry heavy school bag, and have felt pain in their back and shoulders. Carrying bags weighing more than 10% of the body mass of students is a problem. The main goal of this paper was to investigate the possibilities of reducing the weight of school books using bulk paper.

Key words: weight of school text book, weight of school backpack, bulk paper, offset paper

1. UVOD

Udžbenici za osnovnu i srednju školu predstavljaju osnovno sredstvo prenošenja znanja. Pored sadržaja, vizuelni doživljaj udžbenika mora biti u skladu sa pedagoškim zahtevima jer ona u velikoj meri utiče na psihički doživljaj učenja, naročito kod dece nižeg uzrasta. Adekvatnim likovno-grafičkim oblikovanjem i tipografskim rešenjima izdavači školskih udžbenika pospešuju pozitivne efekte vizuelnog doživljavanja knjige. U nastojanju da stvaraju što lepše udžbenike često biraju papire sa boljim štamparskim karakteristikama na uštrb mehaničkih i drugih karakteristika. Jedna od tih karakteristika jeste težina papira. Ako se uzima u obzir činjenica da u svetu sve veću pažnju dobijaju zdravstveni problemi učenika osnovnih škola koji se javljaju usled nošenja teških školskih torbi, težina udžbenika bi trebalo da bude jedan od najvažnijih faktora pri izboru materijala [1,2]. Dosadašnje analize i ispitivanja u okviru zdravstvene zaštite dece pokazala su da se sve veći broj učenika

osnovnih škola uzrasta od prvog do četvrtog razreda javlja lekaru zbog bolova u leđima koji su najčešće posledica krivljenja kičme usled nepravilnog držanja tela i nošenja preteške torbe. Rezultati takvih medicinskih istraživanja ukazali su da maksimalna težina školske torbe ne bi smela prelaziti 10%, (u nekim literaturama 15%) težine đaka, ali nažalost u mnogim zemljama to nije slučaj [1,3,4]. U razvijenim evropskim zemljama sprovedena su razna istraživanja o povezanosti težine udžbenika i težine školskih torbi i pokrenute su inicijative za rešavanje problema preopterećenja đaka. Kao jedan od predloga načina smanjenja težine školske torbe je upotreba voluminoznih papira za izradu udžbenika. Osobina voluminoznih papira je da za istu debljinu imaju umanjenju težinu što omogućuje da težina školskih knjiga bude i do 25% smanjena. Primena takvih papira u izradi školskog programa danas u većini razvijenih zemalja predstavlja standard, bilo to zakonom propisano ili ne [2,5].

2. DEFINISANJE PROBLEMA

Ministarstvo prosvete Republike Srbije nema propisane zakone o udžbeničkom standardu kojima bi definisali tehničke zahteve za izradu udžbenika. Tako je moguće da se izdavačke kuće same opredele za vrstu poveza i izbor materijala koji će se koristiti za izradu udžbenika. Na odabir materijala najčešće utiče cena finalnog proizvoda, kvalitet štampe, kvalitet poveza i neki drugi faktori i samo mali broj izdavačkih kuća vodi računa o težini udžbenika. Kako bi se utvrdilo postojanje problema preopterećenja đaka u Srbiji, odnosno potrebe za smanjenjem težine školskih knjiga neophodno je izvršiti analizu stanja u osnovnim školama i ispitivanje mogućnosti primene voluminoznog papira za izradu udžbenika. Analizom stanja pored prikupljanja pratećih podataka (npr: broj udžbenika koji učenici nose dnevno, način dolaska u školu, subjektivni doživljaj težine školske torbe, itd.) došlo bi do statističkih informacija o procentualnoj vrednosti težine školske torbe u odnosu na telesnu težinu učenika, dok bi ispitivanje mogućnosti primene voluminoznog papira za izradu udžbenika dovelo do informacija o smanjenju težine školskih knjiga, a time i školskih torbi.

3. METOD RADA

Za prikupljanje podataka o procentualnoj vrednosti težine školske torbe u odnosu na telesnu težinu učenika, primenjena je metoda merenja težine učenika sa i bez školske torbe na leđima. Za utvrđivanje pozitivne korelacije primene voluminoznog papira i smanjenje težine udžbenika, primenjena je tehnika upoređivanja težine postojećih udžbenika sa modelima (identični po opremi sa postojećim udžbenicima). Merenje težine

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz diplomskog - master rada čiji mentor je bio prof. dr Dragoljub Novaković.

učenika sa i bez školske torbe je izvršeno na digitalnoj vagi Soehnel Pino. Podaci vezani za navike, mogućnosti i subjektivni doživljaj đaka, odnosno informacije o škola-
ma, o preduzetim merama za olakšanje tereta đaka na nivou škole su prikupljeni anketiranjem učenika i njihovih učitelja, odnosno drugih prosvetnih radnika. Struktura ankete, postavljena pitanja (koja su bila i otvorenog i zatvorenog tipa) kao i plan izvođenja prikupljanja podataka o procentualnoj vrednosti težine školske torbe je formiran na bazi ankete i plana istraživanja sprovedeno na Malti u 2000 [4].

3.1. Grupa ispitanika

Merenje težine školskih torbi je bilo sprovedeno u osnovnim školama, Žarko Zrenjanin iz Novog Sada i Ljudevit Štur iz Kisača. Grupa ispitanika se sastojala od 210 učenika od prvog do četvrtog razreda, i to po dva odeljenja u školi Žarko Zrenjanin i po jedno odeljenje u školi Ljudevit Štur. Ukupan broj učenika po razredima je bio ujednačen i približno je iznosio četvrtinu ukupnog broja ispitanika. Polna struktura ispitanika je bila ravnomerna, što je odgovaralo polnoj strukturi školske populacije. Svi učenici, pored merenja težine bili su uključeni i u anketiranje zajedno sa ukupno 57 prosvetnih radnika iz spomenutih škola, izabrani metodom slučajnog odabira.

3.2. Modeli udžbenika

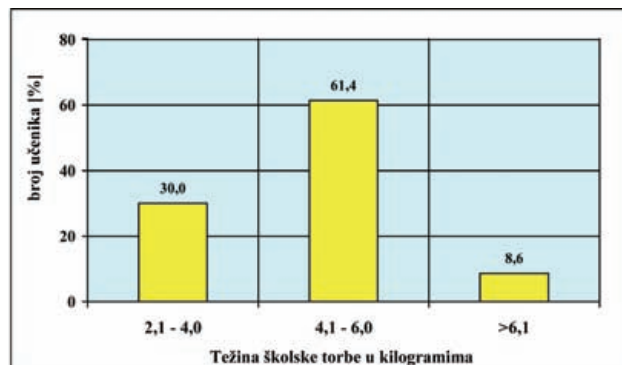
Modeli udžbenika izrađeni su na osnovu postojećih udžbenika za osnovne škole. Prilikom odabira primera udžbenika vodilo se računa da po mogućnosti udžbenici budu za različite razrede, predmete, u različitim formatima i od različitih izdavača. Tako su izabrana dva udžbenika za drugi razred od izdavačke kuće označene kao 1, i to za predmet matematika (a i b). Izabrana tri udžbenika od izdavačke kuće označene kao 2 su bili za predmete likovna kultura (za treći razred), matematika (za četvrti razred, drugi deo) i srpski jezik (čitanka za četvrti razred osnovne škole. Svi izabrani udžbenici su bili po povezu brošure, a u zavisnosti od izdavačke kuće upotrebljeni su različiti papiri i kartoni za izradu knjižnog bloka i korica (izdavačka kuća 1: 100 g/m² ofsetni papir, Maestro Print, 250 g/m² bristol karton, Rainbow paper limeted, Eduka: 80 g/m² ofsetni papir, Tauro, M-Real, 260 g/m² karton, Carta Solid, M-real). Izdavačka kuća 1 za izradu udžbenika zahteva papire sa većom gramaturom, kako bi se izbeglo probijanje štampanog teksta na drugu stranu lista, što otežava čitanje udžbenika. Izdavačka kuća 2 najčešće za svoje udžbenike koristi papire sa gramaturom od 80 g/m², ne obazirajući se na problem neadekvatnog opaciteta, tj. neprozirnosti papira.

Modeli su izrađeni tehnikom bešavnog poveza sa kartonskim koricama identični po formatu i obimu strana postojećih udžbenika u laboratoriji departmana Grafičkog inženjerstva i dizajna. Za knjižne blokove modela je korišćen neštamp, voluminozni papir Snowbulk, od proizvođača Hellefoss, sa gramaturom od 70 g/m², dok je za korice uzet hromi karton (UMKA COLOR) sa gramaturom od 250 g/m². Izrada modela je realizovana na mašini za bešavni povez tipa BQ-270, proizvođača Horizon. Pripremno i završno rezanje papira, kartona, kao gotovih modela je vršeno na mašini za rezanje naslage

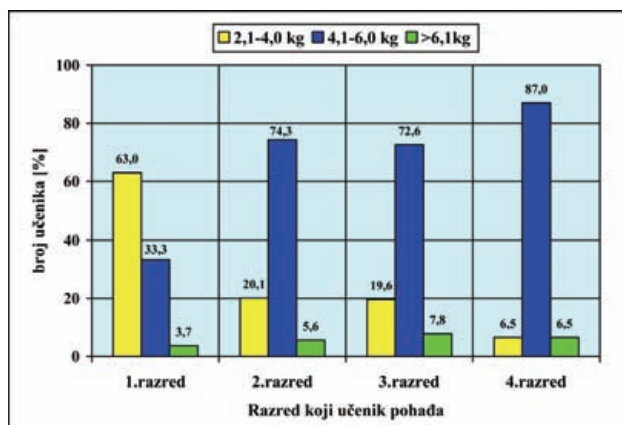
materijala Perfecta 76 TVC. Za merenje težine udžbenika je korišćena digitalna vaga Soehnle Level 66200.

4. PRIKAZ I ANALIZA REZULTATA

Izmerena težina školskih torbi kreće se u rasponu od 2,2 do 7,6 kg, a prosečna težina školske torbe u ispitivanom uzorku iznosi 4,61 kg. Procentualna raspodela broja učenika po težini torbe je prikazana na slici 1.



Slika 1. Procentualna raspodela učenika po težini školskih torbi

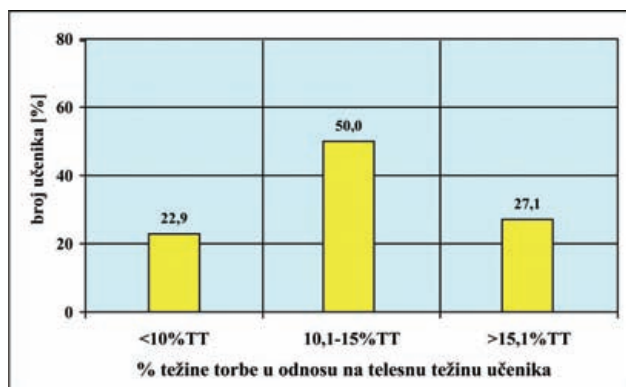


Slika 2. Procentualna raspodela učenika prema težini školskih torbi i razredu koji pohađaju

Težina školskih torbi varira u zavisnosti od razreda koji učenici pohađaju, tj. povećava se sa razredom, što se poklapa sa činjenicom da je za više razrede predviđeno više predmeta, a samim tim i potreba za većim brojem udžbenika po danu. Na slici 2 je dat grafički prikaz težine školske torbe i razred koji učenik pohađa.

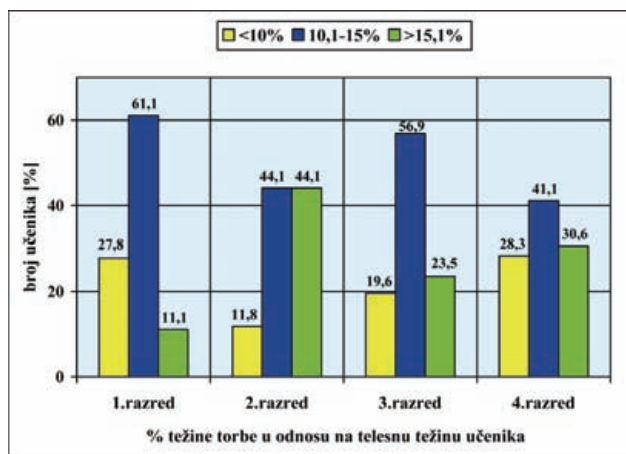
Težina torbe izražena kao procenat težine tela učenika kreće se u rasponu od 2,1% do 31,8%. Prosečna težina torbe izražena kao procenat težine tela učenika je 13,1%, što se poklapa sa rezultatima iz literaturnih izvora.

Na slici 3 dat je grafički prikaz procentualnog učešća učenika prema procentualnoj težini školske torbe u odnosu na težinu tela učenika. Sa dijagrama se vidi da je više od 75% učenika nosi težu torbu od 10% svoje težine. Tačno polovina (50%) učenika nosi školsku torbu težu od 10% svoje telesne težine, dok 27,1% ispitanika nosi torbu težu od 15% svoje telesne težine.



Slika 3. Grafički prikaz procentualne težine školske torbe u odnosu na težinu tela učenika prema broju učenika

Podaci o težini torbe kao procenat telesne težine učenika izraženo po razredima pokazuju da su učenici drugog razreda najviše izloženi prekomernoj težini školske torbe, više od 10% svoje težine nosi 88,2% anketiranih učenika, i to jednako po 44,1% ispitanika u posmatranom intervalu.



Slika 4. Grafički prikaz procentualne težine školske torbe u odnosu na težinu tela učenika po razredima

Dodatne informacije dobijene na osnovu anketa ukazuju na ozbiljnost problema preopterećenja učenika težinom školske torbe. Većina učenika (81,9% anketiranih dece) ide peške u školu i nosi sve potrebne udžbenike prema rasporedu (95,7% ispitanih). Na pitanja da li im je školska torba teška više od polovine, tačnije 65,7% ispitanika je to potvrdio. Posmatrajući razrednu strukturu, osećaj teške torbe sa porastom uzrasta postaje sve značajniji (u prvom razredu svega 55,55% učenika je izjasnio pozitivno, dok u četvrtom razredu taj procenat iznosio 86,96%). Na pitanje da li imaju bolove u leđima 51,4% učenika odgovorio je sa da, i upoređivanjem njihovih odgovora utvrđeno je da 87,03% anketiranih učenika istovremeno misli da im je torba teška.

Podaci dobijeni anketiranjem prosvetnih radnika ukazuju na to da oni nisu dovoljno informisani o problemima koje izaziva teška školska torba. Iz tog razloga veći broj prosvetnih radnika, tačnije 31,6% anketiranih samo planira, dok skoro polovina (47,4%) čak i ne planira da preduzima neke mere kako bi rešilo problem. Oni

prosvetni radnici koji pokušavaju da preduzmu mere kako bi doprineli rešenju pomenutog problema (a njih ima svega 12, što bi predstavljalo 21,1% ispitanika), najčešće to čine razgovorom sa roditeljima na sastancima.

Rezultati uporedne analize težine postojećih udžbenika i njima odgovarajućih modela ukazuju na to da postoji pozitivna tendencija smanjenja težine udžbenika pri upotrebe voluminoznog papira. U tabeli 1 i 2 su dati rezultati merenja težine modela i odgovarajućih primera udžbenika po izdavačkim kućama.

Tabela 1. Upoređivanje težine udžbenika izdavačke kuće 1 i modela istih

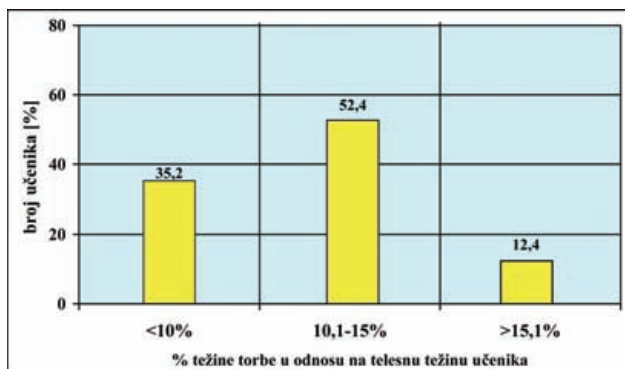
Format udžbenika [mm]	Težina udžbenika [g]	Težina modela udžbenika [g]	Razlika u težini [g]	Razlika u težini [%]
220 x 237	468	367	101	21,58
230 x 245	577	460	117	20,27
250 x 287	366	286	80	21,86

Tabela 2. Upoređivanje težine udžbenika izdavačke kuće 2 i odgovarajućih modela

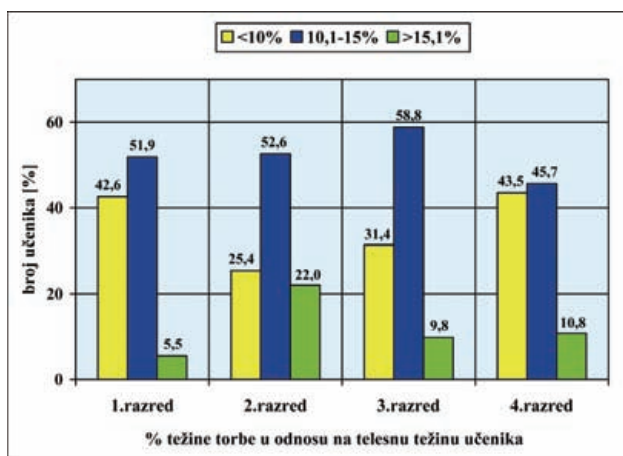
Format udžbenika [mm]	Težina udžbenika [g]	Težina modela udžbenika [g]	Razlika u težini [g]	Razlika u težini [%]
250 x 292	348	317	31	8,91
250 x 293	335	310	25	7,46

Iz dobijenih rezultata vidi se da je za udžbenike izdavačke kuće 1 postignuto smanjenje težine približno od 22%, dok su udžbenici izdavačke kuće 2 postali lakši za svega 9%. Uzrok razlici u postignutim rezultatima smanjenja težine udžbenika od različitih izdavačkih kuća leži u tome da je gramatura korišćenih papira za izradu udžbenika različita. S obzirom na utvrđene probleme probijanja štampanog teksta i ilustracija kod udžbenika izdavačke kuće 1 dobijeni rezultati su uslovno prihvaćeni.

Uticaj promene težine udžbenika na težinu cele školske torbe je utvrđen na bazi prosečne težine školske torbe, prosečnog broja knjiga po danu i prosečne težine korišćenih udžbenika. Prosečna školska torba je 4,61 kg teška, a prosečan broj udžbenika sa prosečnom težinom iznosi 79,9% njene težine, tj. 3,68 kg (podaci o prosečnom broju knjiga koji učenici nose za jedan dan je prikupljen anketiranjem i iznosi 8,8 knjiga, dok prosečnu težinu udžbenika od 418,8 g je utvrđena na osnovu izmerenih težina korišćenih udžbenika sa pretpostavkom da izabrani udžbenici verodostojno preslikavaju strukturu udžbenika na tržištu). Primenom voluminoznog papira udžbenici su u proseku za 16,9% postali lakši, obezbeđujući smanjenje težine prosečne školske torbe od 13,5%. Radi prikaza veličine uticaja postignutog sniženja težine školskih torbi proračunate su nove vrednosti procenta težine torbi u odnosu na telesnu težinu đaka. Na slici 5 je dat grafički prikaz nove raspodele učenika po težini školskih torbi kao procenat težine tela učenika za celu grupu ispitanika, dok je na slici 6 dat prikaz nove raspodele prema razredima.



Slika 5. Grafički prikaz procentualne težine školske torbe u odnosu na težinu tela učenika sa smanjenom težinom udžbenika



Slika 6. Grafički prikaz procentualne težine školske torbe u odnosu na težinu tela učenika sa smanjenom težinom udžbenika po razredima

Upoređujući dobijene rezultate sa smanjenom težinom udžbenika sa rezultatima polazne težine školskih torbi (slika 3 i 5) može se uočiti da broj učenika sa torbama težim od 15% od svoje telesne težine prepolovljen, tj. umesto 27,1% anketiranih iznosi samo 12,4%. Takva tendencija je uočena i pri upoređivanju rezultata prikazanih po razredima (slika 4 i 6). Ovakvi rezultati ukazuju na to da bi primena voluminoznih papira u velikoj meri mogla doprineti unapređenju stanja i sa ostalim merama sprovedenih u školama moglo bi se sniziti težina školskih torbi i ispod 10% telesne težine učenika.

5. ZAKLJUČAK

Analizom stanja u osnovnim školama u Novom Sadu i Kisaču dobijeni su rezultati koji ukazuju na problem težine školskih torbi kod učenika. Prilikom utvrđivanja ciljne grupe, prednost su imali učenici nižih razreda (od prvog do četvrtog), jer po dostupnoj literaturi o medicinskim istraživanjima, kod tog uzrasta je najviše izražena pojava krivljenja kičme usled nepravilnog držanja tela i nošenja preteške torbe.

U radu izložen problem preteških školskih torbi dobija na ozbiljnosti prilikom upoređivanja dobijenih rezultata sa rezultatima istraživanja sprovedenih u drugim zemljama Evrope i sveta.

Upotreba voluminoznih papira za izradu udžbenika može doprineti smanjenju ukupne težine školskih torbi i to značajno uz primenu drugih mera, na primer formiranja rasporeda prema težini udžbenika.

Pored mogućnosti smanjenja težine udžbenika, voluminozni papiri, iako su nepremazni, imaju dobra štamparska svojstva i mogu se obrađivati u svim operacijama završne grafičke obrade, međutim za bolje poznavanje i primenu voluminoznih papira potrebno je ispitivati ponašanje papira pri štampi pod raznim uslovima, otpornost papira na cepanje, na kidanje, savijanje, listanje, brisanje gumicom i sl.

Svakako, mogućnosti istraživanja u okviru rada su bile ograničene, tako da je za dobijanje sveobuhvatnih statističkih rezultata neophodno izvršiti opširnije istraživanje uključivanjem više osnovnih škola kako na regionalnom, tako i na nacionalnom nivou.

6. LITERATURA

- [1] John J. Triano, DC, PhD, *Backpacks and Back Pain in Children*, September 19, 2000.
- [2] Magyar Grafika, *Követ cipelnek a magyar gyerekek az iskolatáskában*, 2004/6, HU ISSN 0479-480X.
- [3] Smith, D., Leggat P., *Back Pain in the Young: A Review of Studies Conducted Among School Children and University Student*, Current Pediatric Reviews, 2007, 3, 69-77, Preuzeto sa sajta: www.bentham.org/cpr/sample/cpr3-1/D0009PR.pdf (septembar 2009.)
- [4] Education Division, Department Of Planning And Development, Committee On The Handling Of Heavy School Bags, Report, 2000, Malta, Preuzeto sa sajta(septembar2009.): www.education.gov.mt/ministry/doc/pdf/schoolbags.pdf

- [5] Perić B., Poznavanje celuloze i papira, Priručnik za komercijaliste, Beograd, Građevinska knjiga 2004.

Adresa autora za kontakt:

MSc Dunja Mitrović

dunjamit@gmail.com

Prof. dr Dragoljub Novaković

novakd@uns.ac.rs

MSc Magdolna Apro

apro@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.

BEŽIČNA RAZMENA PODATAKA O DETEKCIJI ZAPRLJANOSTI U PNEUMATSKIM SISTEMIMA**WIRELESS DATA EXCHANGE OF LEVEL OF DIRTINESS IN COMPRESSED AIR SYSTEMS**Nenad Lekić, Dragan Šešlija, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MEHATRONIKA**

Kratak sadržaj – Redovnim održavanjem filtera vazduha pod pritiskom obezbeđuje se vazduh neophodnog kvaliteta za odvijanje procesa rada i pri tom se ne vrši smanjenje pritiska u mreži. Međutim usled nepravilnog korišćenja filteri mogu naneti više štete sistemu vazduha pod pritiskom nego koriste. Zaprljani filteri stvaraju pad pritiska, čime se povećavaju troškovi, te je zbog toga neophodno redovno menjati filterske uloške. U ovom radu je predstavljen bežični sistem očitavanja stanja filterskih elemenata sa više lokacija u sistemu vazduha pod pritiskom. Na osnovu očitavanja stanja moguće je ustanoviti stepen zaprljanosti filterskog uloška i hitnost njegove zamene.

Abstract – With a regular maintenance of compressed air filters, compressed air in distribution network is appropriate quality and there is no pressure drop. But when are filters used in irregular way, they can cause much more damage to the system than benefit. Dirty filters can affect pressure drop and therefore increase of expenses, so it is necessary to change filter elements periodically. This paper presents wireless system for checking current condition of filter elements from several points in compressed air system. On the basis of those data it is easy to find out the level of dirtiness of filter element and urgency of their replacement.

Cljučne reči: Bežična razmena podataka, Filtera, Sistem vazduha pod pritiskom

1. UVOD

Ukoliko se pravilno koristi, vazduh pod pritiskom je jedan od najisplativijih oblika energije, međutim, usled nepravilnog korišćenja javljaju se veliki gubici i troškovi se značajno uvećavaju. U tom smislu veoma je važno obezbediti minimalan pad pritiska, koji se po pravilu javlja usled menjanja toka vazdušne struje, suženja na cevima, komponenti za regulisanje kvaliteta vazduha pod pritiskom, kao što su (naknadni hladnjaci, sušaci, filteri), itd.

Filteri za vazduh pod pritiskom moraju da budu efikasni u odstranjivanju navedenih zagađivača [1]. Filteri manje efikasnosti prouzrokuju manji pad pritiska, ali propuštaju više nečistoća. Za efikasan rad pneumatskog sistema potrebno je pronaći optimalan odnos efikasnosti filtera i pada pritiska na njemu. Za vreme rada sistema vazduha pod pritiskom u filterima se nagomilavaju kontaminanti

što dovodi do pada pritiska na njima. Ukoliko se filterski uložak blagovremeno ne zameni pad pritiska će porasti do te mere da će doći do razaranja filterskog medijuma i nečistoće će ulaziti u sistem vazduha pod pritiskom. Kontrola pada pritiska vrši se merenjem pritiska na ulazu i izlazu filtera i na osnovu očitane razlike pritiska donosi se odluka o neophodnosti zamene filterskog uloška. Preporuka većine proizvođača filtera je da se filterski uložak treba zameniti najkasnije kada troškovi pada pritiska na njemu prevaziđu troškove njegove zamene.

U ovom radu je predloženo rešenje utvrđivanja stanja filterskih uložaka uz pomoć daljinske metode očitavanja pada pritiska na filteru. Pad pritiska se meri pomoću diferencijalnog manometra, koji je postavljen je na filter vazduha pod pritiskom u okviru pripreme grupe sistema za distribuciju vazduha pod pritiskom.

Sistem bežične razmene podataka o detekciji zaprljanosti u pneumatskim sistemima obuhvata jedinicu za bežični prenos, koja je povezana sa diferencijalnim manometrom postavljenim na pripremljenoj grupi, i baznu jedinicu koja prikuplja informacije sa svih diferencijalnih manometara. Realizovana verzija omogućava:

- očitavanje 10 pozicija (10 diferencijalnih manometara),
- prenos očitanih vrednosti sa bazne jedinice na računar, uz korišćenje COM porta,
- Visual Basic aplikaciju za prikaz podataka na računaru, prenetih sa bazne jedinice.

2. IDEJNO REŠENJE

Pad pritiska na filteru meri se pomoću diferencijalnog manometra. Diferencijalni manometar poseduje dva priključka za pritisak, p_1 -ulazni pritisak i p_2 -izlazni pritisak. Diferencijalni manometar ima dva digitalna izlaza (A i B) i na osnovu signala na njima moguće je doneti zaključak o trenutnom stanju filterskog elemenata:

- razlika pritiska manja od p_1 i $p_2 \rightarrow$ oba izlaza su na logičkoj nuli (0V) $\rightarrow$ filter je čist,
- razlika pritiska veća od p_1 , a manja od $p_2 \rightarrow$ izlaz A je na logičkoj jedinici (24V), izlaz B na logičkoj nuli $\rightarrow$ filter je prilično zaprljan,
- razlika pritiska veća i od p_1 i od $p_2 \rightarrow$ oba izlaza su na logičkoj jedinici $\rightarrow$ filter mora da se menja.

Sistem za bežičnu razmenu podataka o detekciji zaprljanosti u pneumatskim sistemima predstavljaju dva uređaja koji međusobno ostvaruju dvosmernu bežičnu komunikaciju pomoću gotovih radio modula: jedinica za bežični prenos i bazna jedinica.

Jedinica za bežični prenos se postavlja neposredno pored diferencijalnog manometra i na njoj se nalaze dva ulaza na koje se priključuju digitalni izlazi diferencijalnog

NAPOMENA:

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

manometra. Na zahtev, koji šalje bazna jedinica, jedinica za bežični prenos proverava stanje manometra i očitano stanje šalje baznoj jedinici.

Bazna jedinica predstavlja prenosivi uređaj, tako da ima punjivo baterijsko napajanje. Na njoj se nalaze tasteri za:

- slanje zahteva jedinici za bežični prenos za očitavanje senzora,
- slanje podataka na računar,
- upravljanje menijem na displeju.

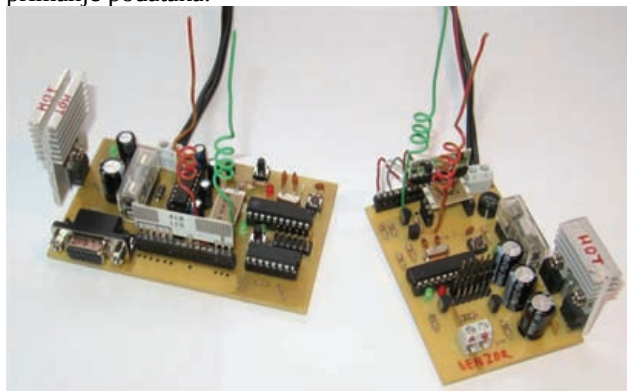
Aplikacija koja se pokreće na računaru ima mogućnost prikaz trenutnog stanja senzora ali po potrebi i mogućnost čuvanja očitanih stanja sa tačnim vremenom očitavanja.

3. REALIZACIJA IDEJNOG REŠENJA

Realizovan sistem se sastoji od jedne bazne jedinice (Slika 1 levo), jedne jedinice za bežični prenos, odnosno predajne jedinice (Slika 1 desno) i Visual Basic aplikacije.

3.1. Jedinica za bežični prenos

Jedinica za bežični prenos se sastoji od modula za napajanje, upravljačkog modula i modula za slanje i primanje podataka.



Slika 1. Bazna jedinica i jedinica za bežični prenos

Uloga modula za napajanje jeste da obezbedi stabilan napon od 5V potreban za rad upravljačkog modula i modula za slanje i primanje podataka. Na ulaz ovog modula se dovodi jednosmerni napon od 24V.

Upravljački modul služi za prikupljanje informacija sa senzora, njihovu obradu i prosleđivanje do bazne jedinice preko modula za prijem i slanje podataka.

Modul za primanje i slanje podataka obezbeđuje bežičnu komunikaciju sa baznom jedinicom i sastoji se od AM prijemnika i predajnika. Za efikasan bežični prenos potrebno je i prijemniku i predajniku dodati po jednu antenu dužine 160 mm što je dužina za $\frac{1}{4}$ talasne dužine signala na 433 MHz. Prijemnik radi na frekvenciji od 433 MHz, a predajnik na 418 MHz, kako bi međusobne smetnje bile što manje.

3.2. Bazna jedinica

Bazna jedinica se takođe sastoji od tri modula: modula za napajanje, upravljačkog modula i modula za prijem i slanje podataka.

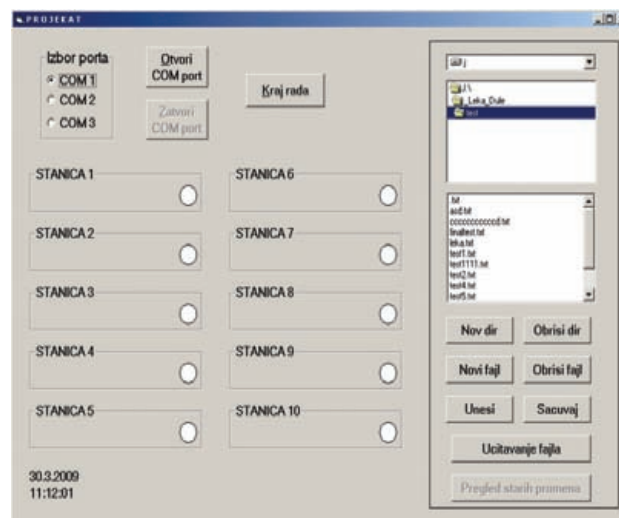
Uloga modula za napajanje je kao kod prethodne jedinice da obezbedi stabilan napon od 5V potreban za rad upravljačkog modula i modula za slanje i primanje podataka. S obzirom na to da je ova jedinica mobilna potrebno je obezbediti baterijsko napajanje za njen rad.

Upravljački modul ima zadatak da na komandu korisnika uređaja pošalje zahtev za očitavanje stanja senzora modulu za prijem i slanje podataka, da primi od ovog modula vraćena stanja i prosledi ih na računar takođe na komandu korisnika uređaja.

Modul za primanje i slanje podataka obezbeđuje komunikaciju sa jedinicom za bežičnu komunikaciju i sastoji se od AM prijemnika i predajnika i koji se u odnosu na prethodnu jedinicu razlikuju samo po frekvenciji na kojoj rade. Prijemnik ove jedinice radi u paru sa predajnikom jedinice za bežičnu komunikaciju, pa je njegova radna frekvencija takođe 418 MHz. Predajnik ove jedinice radi u paru sa prijemnikom jedinice za bežičnu komunikaciju pa je njegova radna frekvencija takođe 433 MHz. Predajnik ima zadatak da zahtev za očitavanje stanja senzora upravljačkog modula prosledi jedinici za bežičnu komunikaciju. Prijemnik prihvata stanja vraćena od strane jedinice za bežičnu komunikaciju i prosleđuje ih upravljačkom modulu. Modul za primanje i slanje podataka takođe obezbeđuje prosleđivanje očitanih stanja iz upravljačkog modula na računar preko serijske komunikacije. Serijska komunikacija je ostvarena korišćenjem RS232 protokola.

4. VISUAL BASIC APLIKACIJA

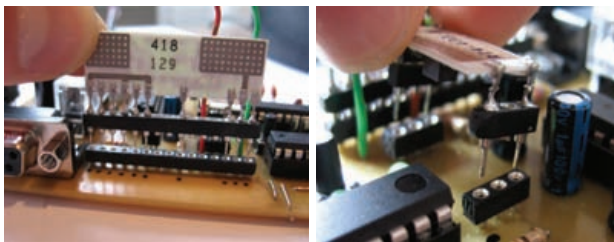
Aplikacija koja je urađena za vizuelno nadgledanje stanja stanica na računaru i njihovo čuvanje urađena je da bude veoma jednostavna da bi korisniku olakšala rad. Glavni meni programa prikazan je na slici 2.



Slika 2. Prikaz glavnog menija u VB aplikaciji

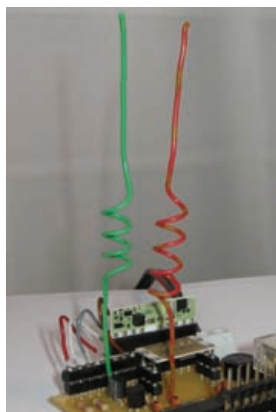
5. PROBLEMI PRI IZRADI I TESTIRANJU UREĐAJA

Prilikom izrade uređaja prvi problem koji se javio je montaža samih radio modula na štampanu pločicu. Za ove radio module se ne proizvode podnožja i predviđeno je da se direktno leme na štampanu pločicu. U slučaju da dođe do kvara na ovim modulima njihova zamena je komplikovana. Iz tog razloga su napravljena podnožja za njih od profesionalnih podnožja za mikrokontrolere (Slika 3.) i na taj način je omogućena laka montaža (demonožja) radio modula.



Slika 3. Izgled napravljenih podnožja za radio module

Sledeći problem bio je da uređaj nije dobro radio bez antene (kako stoji u uputstvu proizvođača) već je bilo neophodno dodavanje antene dužine 16cm, što predstavlja standardnu dužinu antene za frekvenciju od 433MHz (1/4 talasne dužine) (Slika 4.).



Slika 4. Prikaz ugrađenih antena

Najveći problem pri realizaciji ovog projekta je bilo ostvarivanje dvosmerne komunikacije između jedinice za bežični prenos i bazne jedinice.

Iako su korišćena dva para radio modula koji rade na različitim frekvencijama, 418 i 433 MHz, dolazilo je do mešanja signala. Pretpostavlja se da je do ovoga dolazilo zbog toga što su signali bliski jedni drugima.

Ovaj problem je rešen tako što je istovremeno korišćen samo jedan par predajnika i prijemnika. Prvo se uključuje par radio modula na 433MHz i šalje zahtev za očitavanje jedinici na koju je priključen senzor. Nakon toga se isključuje modul na 433 MHz i uključuje modul na 418 MHz kojom se obavlja povratna komunikacija. Na ovaj način je isključena mogućnost mešanja signala.

Ispostavilo se da korišćeni radio moduli imaju manji domet nego što je specificirano i veoma su podložni negativnim uticajima okoline. Bitno je napomenuti da wireless mreža ometa rad korišćenih radio modula. Još jednu smetnju iz okoline predstavljaju signali koji se koriste kod auto-alarma. Takođe dolazi do mešanja

signala frekvencije 418 i 433 MHz pa je neophodno isključivati prijemnik prilikom slanja i predajnik prilikom primanja podataka u okviru jedne jedinice.

6. ZAKLJUČAK

Predloženo rešenje bežičnog nadzora stanja filterskih elemenata vrlo jednostavno, efikasno i jeftino. Korišćene komponente bazne i jedinica za bežični prenos su lako dostupne na tržištu. Takođe je i primenjeni način komunikacije veoma pogodan, budući da je RS232 komunikaciju moguće ostvariti uz mala ulaganja i jednostavnu opremu.

Realizovani sistem bežične razmene podataka o detekciji zaprljanosti u pneumatskim sistemima je veoma jednostavno uvesti u već postojeći industrijski sistem. Jednostavan je kako za izradu tako i za upotrebu.

Jednostavnim pozivanjem predajnih stanica, očitava se trenutno stanje filtera, na osnovu pada pritiska. Na osnovu pada pritiska donose se odluke o koracima održavanja koje je potrebno preduzeti kako bi se sistem održao u granicama projektovanih odstupanja.

Pravci daljeg rada odnose se na:

- ugradnju displeja za prikaz očitanih stanja senzora,
- zamenu korišćenih radio modula novim efikasnijim,
- ostvarivanje komunikacije sa računarom preko USB porta umesto serijskog.

7. LITERATURA

- [1] U.S. Department of energy, energy efficiency and renewable energy, Improving Compressed Air System Performance: A Sourcebook for Industry, Washington, DC, 2003.

Kratka biografija:



Nenad Lekić rođen je u Ključu (RBiH) 1985. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehatronike – Mehatronika, robotika i automatizacija odbranio je 2009.god.



Dragan Šešlija rođen je 12.09.1955. godine u Kikindi, SAP Vojvodina, SR Srbija. Doktorirao je 1997. na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti robotike, a od 2007. je redovni profesor na istom fakultetu. Oblast interesovanja: sistemi vazduha pod pritiskom, automatizacija procesa rada, robotika, itd.

**PRIMENA RFID TEHNOLOGIJE I VIDEO NADZORA
ZA UPRAVLJANJE PRISTUPOM****APPLICATION OF RFID TECHNOLOGY AND VIDEO SURVEILLANCE
FOR ACCESS CONTROL**Nemanja Ljubinković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MEHATRONIKA**

Kratak sadržaj – U radu se analiziraju različite metode upravljanja pristupom i video nadzora. Biće prikazana realizacija sistema za upravljanje pristupom i video nadzor prostorije.

Abstract – *The methods of access controlling and video surveillance systems are analyzed in this paper. The realization of a specific system for access control and video surveillance will be explained.*

Ključne reči: *Upravljanje pristupom, video nadzor, RFID tehnologija.*

1. UVOD

Nadzor predstavlja posmatranje ponašanja i aktivnosti, najčešće na diskretan način. U ovom radu obrađuje se nadzor koji se obavlja pomoću video kamera, odnosno video nadzor.

Sistem za upravljanje pristupom je svaki sistem koji upravlja pristupom određenom objektu. Ovi sistemi mogu biti različiti i zavise od tehničkih i ekonomskih zahteva, broja korisnika i bezbednosnih uslova. Bez obzira na namenu sistema za upravljanje pristupom, on se sastoji od čitača koji je postavljen na pristupnoj tački, odgovarajućih akreditiva, odnosno nosilaca informacija za identifikaciju osobe ili vozila, i upravljačkog sistema. Sistem koji je realizovan u ovom radu omogućava video nadzor sa bilo kog računara koji je u lokalnoj mreži, sa računarom na koji je priključena kamera, kao i upravljanje pristupom prostoriji. Sistem se sastoji od RFID (eng. *Radio Frequency IDentification*) čitača, veb kamere, i računara kao upravljačke jedinice [1, 2]. Podaci za identifikaciju osoba nalaze se na RFID karticama. Kada korisnik prinese karticu čitaču, očitava se ID (jedinostveni identifikacioni broj svake kartice), a upravljački sistem na osnovu toga da li se očitani ID nalazi u bazi podataka, omogućava pristup prostoriji. Za realizaciju video nadzora korišćen je *Webcam XP* softver, a za upravljanje pristupom realizovana je aplikacija u programskom jeziku Visual Basic 6.0. Prema zahtevu zadatka realizovan je i interfejs za unos novih korisnika u bazu podataka.

2. VIDEO NADZOR

Reč nadzor potiče od francuske reči *surveillance* što u bukvalnom prevodu znači "nadgledanje". Takođe, pod nadzorom se podrazumeva kontrola elektronski prenosivih informacija (kao što je internet saobraćaj ili

telefonski poziv). U ovom radu analizira se nadzor koji se obavlja pomoću video kamera, odnosno video nadzor.

2.1. Digitalni video nadzor

Digitalni video nadzor funkcioniše na sledeći način: digitalna kamera snima prizor koji je ispred nje, emituje video sadržaj kao digitalizovan signal putem LAN (eng. *Local Area Network*) mreže, a on se prenosi računaru ili serveru koji obrađuje ove podatke. U zavisnosti od mogućnosti softverskog paketa, moguće je vršiti razne operacije nad primljenim sadržajem: od nadzora na samo jednom računaru, do slanja video sadržaja na internet stranu milionima korisnika. Napredni IP (eng. *Internet Protocol*) video nadzor koristi CCD (eng. *Charge Coupled Device*) kamere koje karakteriše procesiranje signala (video sadržaja) u paketima putem LAN mreže koristeći UTP (eng. *Unshielded Twisted Pair*) kablove Cat5 (eng. *Category 5*) umesto koaksijalnih. Ova vrsta kabla ima bolji protok (kroz jedan standardni UTP Cat5 kabal može da se propusti signal sa 220 kamera) i standardnu TCP/IP (eng. *Transmission Control Protocol / Internet Protocol*) komunikaciju. Ako je bitna bezbednost, digitalni nadzor ima prednost u enkripciji podataka što podrazumeva maksimalnu zaštitu tokom njihovog prenosa. Ovako nešto nije moguće sa analognim video nadzorom. U novije vreme pojavile su se digitalne kamere sa integrisanim serverima koje su potpuno samostalni uređaji. One prenose signal direktno do krajnje lokacije za nadgledanje i čuvanje podataka.

2.2. Veb kamera

Veb kamere su uređaji za snimanje koji su spojeni na računare, najčešće preko USB (eng. *Universal Serial Bus*) porta, ili, ako su spojene na mrežu, preko interneta. Ovi uređaji se najviše koriste za video telefoniranje, ali su takođe primenljivi i u druge svrhe kao što su snimanje video sadržaja ili slika. Obavljanje tih funkcija omogućeno je upotrebom raznih softverskih alata. Veb kamere se obično sastoje od objektiva, senzora slike i prapratne elektronike. Dostupni su različiti objektivni, a najčešći su oni plastični koji omogućavaju podešavanje fokusa okretanjem u levu ili desnu stranu. Osim ovih, dostupne su i kamere sa fiksiranim objektivom. Senzori slike mogu biti na bazi CMOS tehnologije (eng. *Complementary Metal Oxide Semiconductor*) ili na bazi CCD tehnologije. CMOS tehnologija je bila dominantna tokom godina, ali zbog niske cene, CCD tehnologija je sve više zamenjuje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog - master rada čiji mentor je bio prof. dr Stevan Stankovski.

3. UPRAVLJANJE PRISTUPOM

Upravljanje pristupom predstavlja mogućnost da se dozvoli ili zabrani korišćenje određenog resursa. Mehanizmi za upravljanje pristupom mogu se koristiti za fizičke resurse (pristup zgradi, prostoriji ili nekom drugom objektu), logičke resurse (pristup bankovnim računima), kao i takozvane digitalne resurse (npr. , privatni tekstualni dokument na računaru). U ovom radu biće prikazani mehanizmi koji se odnose na upravljanje pristupom fizičkim resursima.

Najjednostavniji oblik upravljanja pristupom je putem mehaničkih uređaja kao što su brave i kjučevi. Tokom istorije je ovakav oblik upravljanja pristupom davao je mogućnost zaštite objekata, odnosno pristup jedino licima koja imaju ključ. Međutim takav sistem ima brojne mane. Na primer, on ne omogućava ograničavanje pristupa na određen datum i vreme. Takođe, mehanički ključ je lako iskopirati, i na taj način može doći pojave neželjenih lica u prostorijama. Ovi problemi, kao i mnogi drugi, rešeni su savremenim sistemima upravljanja pristupom. Ovakvi sistemi sadrže informacije o tome ko ulazi ili izlazi, gde ulazi ili izlazi, i kada ulazi ili izlazi. Da bi se postiglo ovakvo, složenije pravljanje pristupom, koriste se razni sistemi za elektronsko upravljanje pristupom. Upravljačke jedinice, u tom slučaju, su računar ili kontroler ili oba istovremeno. Umesto mehaničkih ključeva, za dozvolu pristupa se koristi neki od akreditiva (eng. *credential*).

Pristupna tačka (mesto na kom se vrši upravljanje pristupom) mogu biti bilo kakva fizička barijera gde dozvolom za pristup može elektronski da se upravlja (vrata, rampa za parking, lift, itd.). Tipično je da pristupna tačka budu elektronski upravljana vrata. Najosnovniji sistem je sistem sa elektronskom bravom koju otključava čovek pomoću tastera. Sledeći korak predstavlja automatizaciju ovakvog sistema, odnosno zamenu operatera čitačem akreditiva. Čitač može biti, na primer, tastatura na kojoj se ukucava šifra, čitač kartica ili biometrijski čitač. Čitači obično ne donose odluku o dozvoli pristupa, već samo prikupljaju podatke (na primer, serijski broj kartice) i šalju ih upravljačkoj jedinici sistema, koja obrađuje podatke i odlučuje o davanju dozvole za pristup, ukoliko je ona potrebna, ili beleži prolazak određenog fizičkog lica ili vozila (na primer, "telepass" na autoputevima).

4. RFID TEHNOLOGIJA

RFID tehnologija se koristi u sistemima za automatsko prikupljanje podataka (eng. *Automated Data Collection – ADC*) koji omogućavaju da se bežičnim putem prihvate i prenose podaci [3, 4]. Upotrebom radio talasa, podaci se prihvataju i premeštaju bežičnim putem, od i do odgovarajuće poslovne aktivnosti u realnom vremenu. U širem smislu, u RFID sisteme spadaju svi sistemi koji koriste radio talase za prikupljanje informacija za identifikaciju objekata ili osoba, dok se u užem smislu pod RFID sistemom smatra sistem koji se sastoji od RFID čitača, antene, sistema za obradu podataka i RFID tagova (elektronskih etiketa) koji su nosioci informacija za

identifikaciju. Pojam RFID sistem obično predstavlja RFID sistem u užem smislu.

Osnovne komponente RFID sistema su: tag (transponder, elektronska etiketa), čitač (integrator), antena, upravljački sistem i komunikaciona infrastruktura koja povezuje sve navedene komponente (ovu obaveznu komponentu sačinjavaju obe vrste mreža (žičana i bežična) i infrastruktura potrebna da se prethodno navedene komponente povežu i ostvare uspešnu komunikaciju). Osim ovih osnovnih komponenti, u RFID sistemu mogu da postoje i razni dodatni senzori i aktuatori.

Jedna od najznačajnijih karakteristika RFID sistema jeste radna frekvencija. Radna frekvencija je frekvencija na kojoj čitač vrši emitovanje. Frekvencija emitovanja taga se zanemaruje. U većini slučajeva je ista kao i frekvencija čitača. Međutim, snaga emitovanja taga može biti nekoliko desetina puta manja od snage čitača.

Različite frekvencije emitovanja su klasifikovane u četiri osnovne grupe:

- nisko - frekventne (LF), sa opsegom 30 - 300 kHz,
- visoko – frekventne/radio frekventne (HF/RF), sa frekvencijom 3 – 300 MHz,
- ultra visoke(UHF) frekvencije sa opsegom 300MHz – 3 GHz i
- mikrotalase > 3 GHz

Dalja podela RFID sistema, prema opsegu, moguća je na još 3 grupe:

- kratko dometne (0 – 1 cm),
- srednje dometne (0 – 1 m) i
- daleko dometne (> 1 m) sisteme.

5. REALIZACIJA UPRAVLJANJA PRISTUPOM SA DIGITALNIM VIDEO NADZOROM

5.1 Opis sistema

U ovom radu realizovan je sigurnosni sistem koji omogućava upravljanje pristupom određenoj prostoriji uz video nadzor tačke ulaska u realnom vremenu. Na samom ulazu u prostoriju nalazi se RFID čitač koji očitava podatke sa korisničke kartice i šalje podatke računaru koji pomoću aplikacije proverava da li korisnik ima pravo pristupa. Ako korisnik ima pristup prostoriji, računar šalje komandu kontroleru pomoću koje se aktivira izlaz kontrolera i omogućava otključavanje brave. U suprotnom, ne dešava se ništa sve dok se ne prinese kartica čiji je ID u bazi podataka. Nadzor video kamerom je implementiran u sistem radi sprečavanja zloupotrebe prava ulaska u prostoriju, odnosno ulaska dva ili više korisnika pomoću jedne kartice.

Za realizaciju sistema korišćen je *U reader* model RFID čitača pasivnih tagova proizvođača Summit Automation Co. , programabilno logički kontroler FC34 proizvođača

Festo i model kamere Webcam 961307 – 0914 proizvođača Labtec (slika 1.). Upravljačka jedinica je PC računar, upravljački softver za Veb kameru je Webcam XP, a za obradu podataka sa čitača napisana je aplikacija u programskom jeziku Visual Basic 6.0 [5, 6, 7].



Slika 1. Labtec Veb kamera

U reader model RFID čitača (slika 2.) podržava standard ISO 14443A. Radi na učestanosti od 13.56 MHz. Razdaljina sa koje je moguće očitavanje taga je do 10 cm (u zavisnosti od taga). Na računar se povezuje preko USB porta. Sadrži čip ISO 15693 HITAG ICODE. Napravljen je od plastike, masa mu je 200 g, a dimenzije 11.5 cm * 5.5 cm * 3.5 cm (dužina, širina, visina). Radna temperatura čitača je od -10 do 60 °C, a radna vlažnost vazduha 10 ~ 90 %. Napajanje se obavlja preko USB porta (5 V / 200 mA (max)). Protok podataka sa računarom je 12 Mbps (USB 2.0).



Slika 2. U Reader model RFID čitača

Kao upravljačka jedinica koristi se PC računar. Za povezivanje uređaja na računar koriste se 2 USB porta i TCP/IP port. Na USB portove su priključeni RFID čitač i kamera, dok je na TCP/IP port priključen kontroler.

5.2. Webcam XP softver

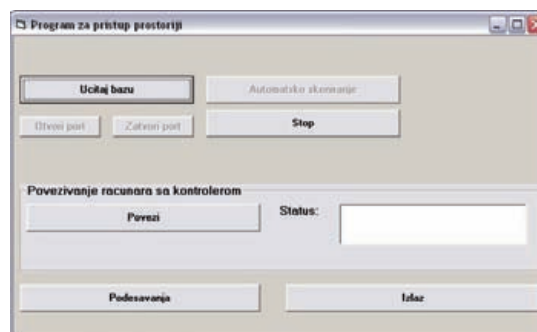
Webcam XP je softver namenjen video nadzoru i snimanju video sadržaja pomoću veb i IP (eng. *Internet Protocol*) kamera. On pruža jedinstvene mogućnosti i lakoću rukovanja, a samim tim je idealan alat za realizaciju ovog sistema. Webcam XP pruža mogućnost slanja podataka koji potiču sa kamera koje su povezane sa Internet korisnicima. Ova mogućnost se zove Broadcasting (prenos video sadržaja). Kada je prenos video sadržaja moguć, korisnici koji znaju IP adresu računara ili URL (eng. *Uniform Resource Locator*) internet strane mogu se povezati na tu internet stranu ili računar i videti sadržaj koji prenose povezane kamere. Izgled Webcam XP softvera dat je na slici 3.



Slika 3. Izgled Webcam XP softvera

5.3. Interfejs upravljačkog sistema

Na slici 4 prikazan je interfejs programa za upravljanje pristupom. Nakon pokretanja programa, potrebno je učitati željenu bazu podataka i povezati računar sa kontrolerom. Baza se učitava klikom na dugme “Učitaj bazu”, nakon čega se otvara dijalog za odabir željene baze podataka.



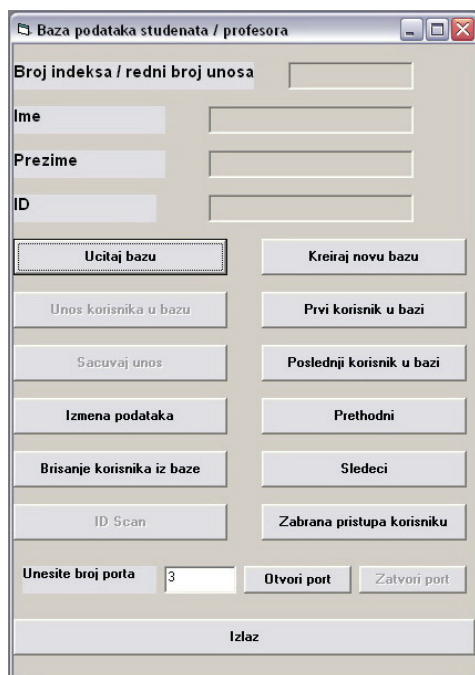
Slika 4. Interfejs upravljačkog sistema

Klikom na dugme “Poveži” ostvaruje se TCP/IP komunikacija računara sa kontrolerom, dok se klikom na dugme “Otvori port” omogućava komunikacija računara sa RFID čitačem. Nakon toga, dugme “Automatsko skeniranje” postaje dostupno korisniku. Klikom na “Automatsko skeniranje” RFID čitač automatski očitava kartice, a program proverava da li su korisnici kartica u bazi i na osnovu toga šalje komandu kontroleru.

5.4. Interfejs za operacije nad bazom podataka

Na slici 5 prikazan je interfejs programa koji omogućava izvođenje različitih operacija nad bazom podataka studenata koja se koristi u okviru programa za upravljanje pristupom.

Kao što se može videti na slici 5, moguće je kreirati novu bazu, uneti nove korisnike u bazu, vršiti pregled korisnika u bazi, menjati podatke postojećih korisnika, itd.



Slika 5. Interfejs programa za operacije nad bazom podataka

6. ZAKLJUČAK

Realizacija sistema za upravljanje pristupom korišćenjem RFID tehnologije i video nadzora, zahtevala je istraživanje i testiranje raznih vrsta softverskih alata za digitalni video nadzor, kao i realizaciju upravljačkog softvera za pristup u programskom jeziku Visual Basic 6.0.

Sistem za upravljanje pristupom i video nadzor je fizički realizovan i istestiran. Kroz fazu testiranja obavljene su neke promene i poboljšanja samog sistema. Prvobitna varijanta video nadzora je bila pomoću IP video kamere, ali je zbog neophodnosti računara kao upravljačke jedinice za upravljanje pristupom izbor sveden na Veb kameru koja ima višestruko nižu cenu, a sasvim zadovoljava potrebe navedenog zadatka po pitanju kvaliteta slike i drugih važnih činilaca.

Osnovna prednost celokupnog sistema pored relativno niske cene u odnosu na slične proizvode na tržištu jeste i njegova fleksibilnost. Upotrebom razvijenih aplikacija za upravljanje pristupom i unos korisnika u bazu podataka, moguće je konstantno menjati postojeće podatke, dodavati nove, omogućavati pristup različitim licima u različitim terminima itd.

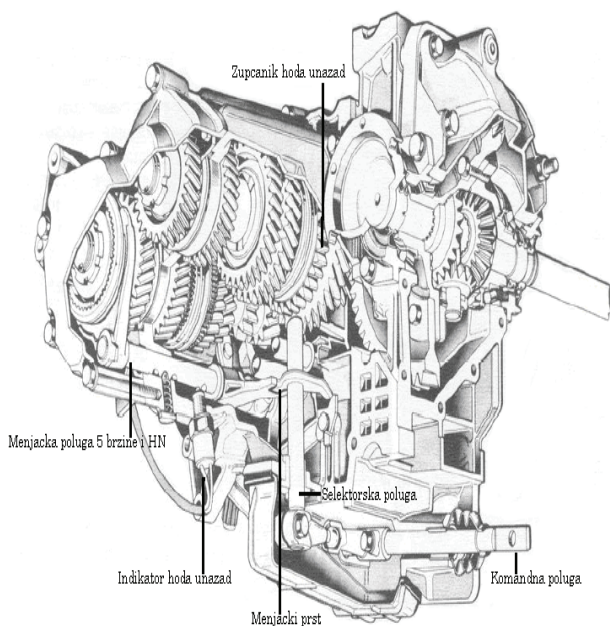
Takođe, softver koji je korišćen za video nadzor pruža mogućnosti koje u ovom radu nije bilo potrebno koristiti, kao što su nadgledanje sa više kamera u isto vreme, detekcija pokreta, snimanje video sadržaja, itd. U budućem radu, upravljački softver za upravljanje pristupom na bazi RFID tehnologije, mogao bi da prikazuje prisutstvo korisnika u prostoriji, kao i da beleži tačna vremena ulaska i izlaska korisnika iz prostorije. Zbog svih tih mogućnosti, očekuje se da će ovaj sistem vremenom biti znatno unapređen.

7. LITERATURA

- [1] <http://en.wikipedia.org>
- [2] <http://www.rfidjournal.com>
- [3] Himanashu Bhatt, Bill Glover "RFID Essentials", O'Reilly, 2006.
- [4] Sandip Lahiri, "RFID Sourcebook", PrenticeHall PTR, 2005
- [5] Greg Perry, "Teach Yourself Visual Basic 6 in 21 days", SAMS, 2004
- [6] Peter Norton, "Visual Basic 6", SAMS, 2004
- [7] Steven Holzner, "Visual Basic 6 Black Book", The Coriolis Group, 1998

Kratka biografija:

Nemanja Ljubinković rođen je u Sremskoj Mitovici 1985. godine. Diplomski–master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehatronike odbranio je 2009. godine.



Slika 2. Delimičan presek manuelnog menjača tipa MA5

Sam proces promene stepena prenosa je određen tako da se izvrši različito za svaku brzinu ponaosob a takođe je različit i sled kretanja komandne poluge za isti stepen prenosa ukoliko se promena vrši iz višeg u niži i ukoliko se promena vrši iz nižeg u viši stepen prenosa.

U sledećem primeru je dat redosled kretnji komandne poluge ukoliko se želi izvršiti promena stepena prenosa od neutralnog položaja preko prvog zatim drugog, trećeg, četvrtog i petog stepena prenosa i na kraju hod unazad.

- menjač je u neutralnom položaju.
- rotacija, suprotno od smera kazaljke na satu.
- translacija za polovinu dužine hoda od upravljačke poluge.
 - birački prst je pomeren i uključen je prvi stepen prenosa.
- translacija za polovinu hoda ka menjaču, ponovo neutralan položaj.
- nastavak translacije za istu dužinu hoda.
 - birački prst je pomeren i uključen je drugi stepen prenosa.
- translacija od menjača za polovinu dužine hoda.
- rotacija u smeru kretanja kazaljki na satu.
- translacija od menjača za polovinu dužine hoda
 - birački prst je pomeren i uključen je treći stepen prenosa.
- translacija za polovinu dužine hoda upravljačke poluge ka menjaču, neutralan položaj.
- translacija za polovinu dužine hoda upravljačke poluge ka menjaču.
 - četvrti stepen prenosa.
- translacija za polovinu hoda upravljačke poluge od menjača, neutralan položaj.
- rotacija u smeru kretanja kazaljki na satu.
- translacija za polovinu dužine hoda upravljačke poluge od menjača.
 - peti stepen prenosa.

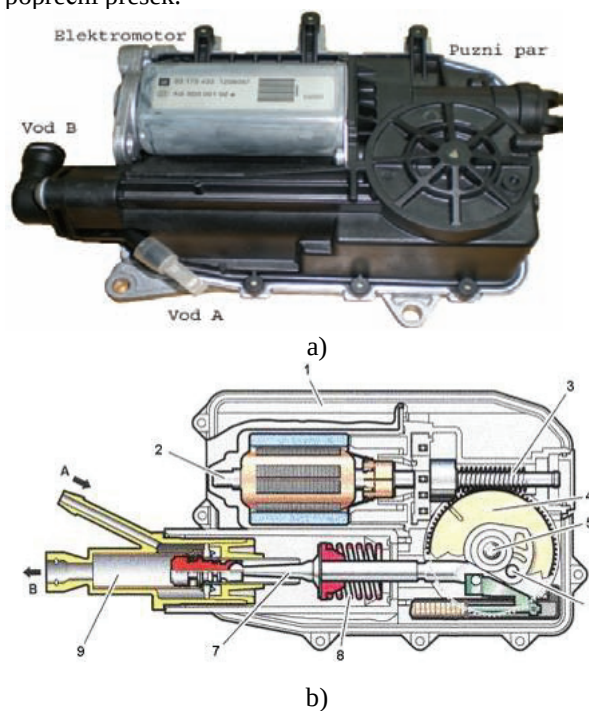
- translacija za polovinu dužine hoda upravljačke poluge menjača ka menjaču.
- rotacija u suprotnom smeru od kretanja kazaljki na satu.
- rotacija u smeru kretanja kazaljki na satu.
- translacija za polovinu dužine hoda upravljačke poluge ka menjaču.
 - hod unazad.

3. OPIS RADA ECM SPOJNICE

Spojnica koja je ovde korišćena je preuzeta iz modela Opel Corsa Easytronic proizvođača LuK GmbH & Co. Ovo rešenje spojnice, vrlo robusno i dokazano u praksi, se sastoji od nekoliko elemenata:

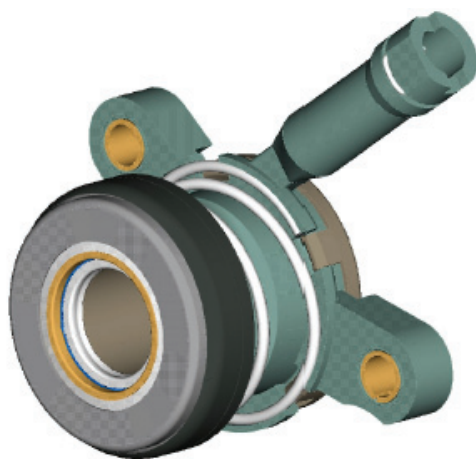
- Inteligentni aktuator - elektrohidraulična jedinica sa odgovarajućim kontrolerom.
- Hidraulično pokretan potisni ležaj.
- Hidraulični vodovi.

Inteligentni aktuator predstavlja elektrohidrauličnu jedinicu sposobnu da rotaciono kretanje elektromotora pretvori u translatorno koje se dalje pretvara u potisno kretanje fluida koje pokreće potisni ležaj. Na slici 3 a), b) su prikazani izgled inteligentnog aktuatora i njegov poprečni presek.



Slika 3. a) Prikaz izgleda inteligentnog aktuatora, b) poprečni presek inteligentnog aktuatora

Hidraulično pokretan potisni ležaj, prikazan na slici 4.a) i b), služi da izvrši potiskivanje listića spojnice koristeći pri tom energiju fluida dobijene iz inteligentnog aktuatora.



a)



b)

Slika 4. Potisni ležaj a) Cad projekcija i b) Stvaran izgled

4. PROGRAM

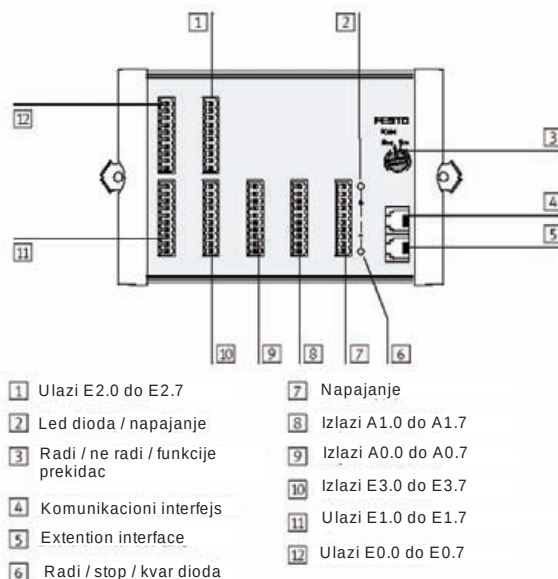
Da bi ceo sistem bio objedinjen, neophodan je program koji je u stanju da prati i u realnom vremenu organizuje sve faktore koji utiču na ispravan rad sistema, takođe program mora biti sposoban da prevaziđe sve nepravilnosti koje se mogu javiti prilikom eksploatacije sistema.

Program koji je za ovaj sistem napisan je raden u programskom jeziku IPC FEC FC600 koji se koristi za programiranje kontrolera FC 600 koji je korišćen za realizaciju ovog sistema, slika 5.

U ovom radu sam program neće biti prikazan zbog svoje obimnosti ali će biti date smernice i objašnjenja kako je program koncipiran i koje su bile najveće prepreke za njegovo uspešno ostvarenje i funkcionisanje.

Najveći problem prilikom izrade ovog programa je bilo ispravno određivanje redosleda akcija neophodnih za neometano uključivanje određenog stepena prenosa. Ukoliko bi se nekim slučajem desilo da se neko od kretanja previdi ili preskoči, skoro uvek dolazi do katastrofalnog ishoda i kompletne štete na sistemu.

Takođe još jedan od velikih problema ispravnog funkcionisanja programa je bila velika količina elektromagnetnog zračenja u prostoru u kome bi se nalazio Festo kontroler FC 600 koji je korišćen u ovu svrhu ali ovaj problem je prevaziđen robusnim zaštitama kućišta koje poseduje ova jedinica.



Slika 5. Festo kontroler FC 600

5. OPIS KONSTRUKCIJE KUĆIŠTA I MEHANIZMA AUTOMATIZOVANOG SISTEMA PROMENE STEPENA PRENOSA MANUELNOG MENJAČA

Da bi se ostvarile dva potpuno različita vida kretanje, rotaciono i translatorno, prilikom upravljanja komandnom polugom menjača bilo je neophodno koristiti dva elektromotora: jedan za rotaciono a jedan za translatorno kretanje. Oba motora se nalaze u zajedničkom kućištu, prikazanom na slici 6. Kućište je preko nosača povezano sa prirubnicom oklopa diferencijala i na taj način ostvaruje vezu sa ostatkom mehanizma vozila a da pri tome ne dolazi do promena u međusobnim odstojanjima između pojedinih delova, što je od izuzetnog značaja prilikom kretanja u sistemima koja imaju ovako male hodove. Delovi prikazani na slici 6 su: 1. Zadnji poklopac kućišta, 2. Kućište, 3. Nosač kućišta, 4. Uzdužni nosač.

Mehanizam koji omogućava da se rotaciono kretanje elektromotora pretvori u translatorno, je prikazan na slici 7. Ovaj mehanizam je ujedno zadužen i za rotaciona kretanja prilikom upravljanja komandnom polugom.

Mehanizam se sastoji od nekoliko međusobno pokretnih i zavisnih delova:

- Okrugla zupčasta letva
- Ravna zupčasta letva
- Poluga
- Nosači

Okrugla zupčasta letva je spojena sa komandnom polugom na jednom kraju a uzupčena sa zupčanicom elektromotora na drugom i radi potpuno isto kao i obična zupčasta letva sa tom razlikom da ukoliko se ova zupčasta letva zarotira duž svoje ose za bilo koji ugao ona i dalje može da prenosi kretanje.

Ravna zupčasta letva je spojena zglobovom vezom sa polugom koja je dalje spojena sa okruglom zupčastom letvom kliznom vezom. Ukoliko dođe do pomeranja ravne zupčaste letve pomeriće se i poluga a samim tim će se zakrenuti i okrugla zupčasta letva, što će dalje rezultirati rotacionim kretanjem komandne poluge.

PRIKAZ REŠENJA AUTOMATIZACIJE MENJAČA AUTOMOBILA YUGO FLORIDA 1.3

DESCRIPTION OF SOLUTION FOR MANUAL GEARBOX AUTOMATION OF CAR YUGO FLORIDA 1.3

Aleksandar Poznić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – Sistem opisan u ovom radu predstavlja idejno rešenje automatizacije promene stepena prenosa kod sistema manualnog menjača. Takođe je opisan i način realizacije sistema kao i komponente korišćene za realizaciju sistema.

Abstract – System that has been described in this paper represent the idea solution for automation of gearbox shifting process. Also, the way of realization of the system has been described as well as the components settings used for the implementation of system configuration.

Cljučne reči: mehatronika motornih vozila, automatizacija procesa rada, procesi promene stepena prenosa, konstrukcija, programiranje.

1. UVOD. OPIS ZADATKA

Zadatkom se zahteva da se izvrši promena stepena prenosa kod manualnog menjača tipa MA5 bez intervencije čoveka, (da se ljudski udeo u procesu svede na minimum), odnosno da se eliminiše potreba upotrebe papučice spojnice i ručnog odabira brzine od strane rukovaoca. U radu će biti opisan način funkcionisanja sistema kao i sve komponente koje ga čine. Neke od komponenti su velikoserijskog tipa (motori, senzori i sl.) dok su neke morale biti konstruisane specijalno za ovu priliku (kućišta motora, nosači i sl.).

Sistem mora biti sposoban da samostalno izvrši promenu stepena prenosa posle izdavanja komande rukovaoca. Promena stepena prenosa se sastoji od nekoliko koraka koji su uslovno-posledično povezani i svako nepoštovanje redosleda ili pozicije rezultira neispravnim radom i obaveštavanjem rukovaoca o problemu.

Da bi se postiglo uključanje bilo koje brzine potrebno je prvo odvojiti sistem motora SUS od sistema menjača. Ovo odvajanje se radi putem spojnice. Sistem spojnice, za ovo rešenje, je preuzet od modela Opel Corsa Easytronic proizvođača LuK GmbH & Co, pod komercijalnom nazivom ECM (Electronic Clutch Management).

Kod same promene stepena prenosa postoje dva oblika kretanja komandne poluge menjača (vidi sliku 2.):

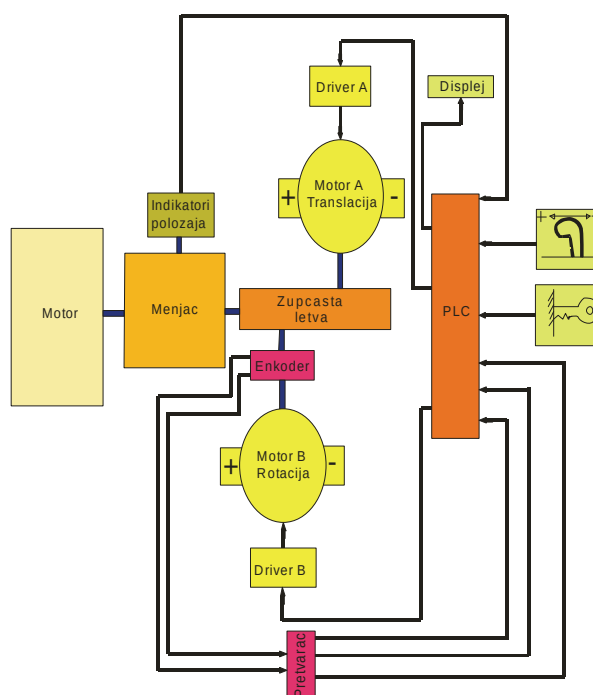
1. Rotaciono kretanje, kretanje kojim se vrši odabir odgovarajuće brzine preko poluznog mehanizma.
2. Translaciono kretanje, kretanje kojim se uključuje odgovarajući stepen prenosa, takođe putem poluznog mehanizma.

NAPOMENA:

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

Ukoliko iz bilo kog razloga ne budu postignuti krajnji položaji poluznog mehanizma menjača, senzori koji se nalaze na tim položajima će to detektovati, Centralna Upravljačka Jedinica (CUJ) će iznova i iznova ponavljati proces dok god se ne izvrši promena stepena prenosa ili programom ne odluči drugačije.

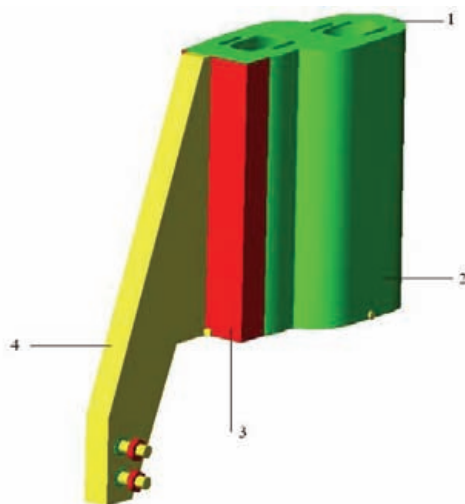
Blok dijagram sistema automatizovanog procesa promene stepena prenosa dat je na slici 1.



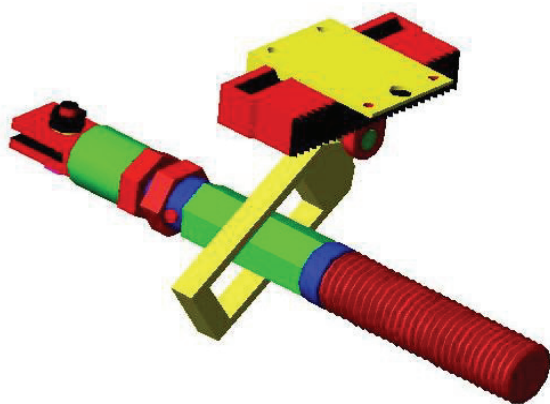
Slika 1. Blok dijagram procesa promene stepena prenosa.

2. OPIS PROMENE STEPENA PRENOSA

Manualni menjač, čija se automatizacija procesa promene stepena prenosa opisuje u ovom radu, je tipa MA5 i standardno se ugrađuje u vozila marka Yugo Zastava Florida 1.3. Delimični presek menjača je dat na slici 2. Kod svakog manualnog menjača promene stepena prenosa se vrše sukcesivno, odnosno nije poželjno izvršiti promenu stepena prenosa i da se potom sistem nađe u položaju da su uključene dve brzine istovremeno. Ovakva situacija je ipak moguća ali dovodi do katastrofalnog ishoda (loma zupčanika ili nekog drugog dela sistema). Ovaj problem je rešen postavljanjem osiguravajućih elemenata na menjačke poluge, kao što se vidi na slici 2.



Slika 6. Prikaz kućišta elektromotora sa pozicijama



Slika 7. Mehanizam sistema

6. ELEKTRIČNI DELOVI SISTEMA

Električni delovi sistema su dva elektromotora (jedan za rotaciono i jedan za translaciono kretanje) i optički enkoder.

Elektromotori su motoreduktori jednosmerne struje proizvođača ebm-papst – St. Georgen sa karakteristikama datim u tabeli 1.

Tabela 1. Karakteristike korišćenih elektromotora

Tip motora	Nazivna struja	Prenosni odnos	Nazivni moment	Nazivna brzina	Masa
Tip	A	i	Nm	min ⁻¹	Kg
BCI-52.60-PB 180	2.1	180:1	18	17	1.64

Enkoder koji je korišćen za ovu svrhu pripada familiji optičkih enkodera s tri moguće vrste izlaznih signala: G: grejev kod, N: binarni kod, B: BCD kod, proizvođača CUI INC, model MAS42-1024-N5 CUI INC U ovom slučaju je korišćen binarni kod, jer je najjednostavniji. Generalni podaci o enkoderu su dati u tabeli 2.

Tabela 2. Karakteristike korišćenog enkodera

Oblik izlaznih signala	G: grejev kod, N: binarni kod, B: BCD kod
Izlaz	NPN tranzistor sa otvorenim kolektorom
Logika	Negativna logika (H=0, L=1)
Potrošnja struje	100 mA ili manje (u praznom hodu)
Frekvencija odziva	10 KHz
Napon napajanja	5, 12 i 24 V jednosmerno
Broj mogućih pozicija na izlazu	256, 360, 512, 720, 1000, 1024, 2048, 3600, 4096

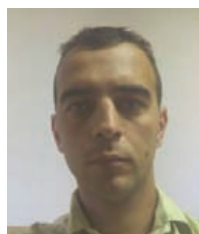
7. ZAKLJUČAK

U radu je opisan način realizacije sistema automatizacije promene stepena prenosa manualnog menjača. Sistem je moguće vrlo lako realizovati i primeniti ne samo na jednu vrstu vozila već praktično na sva vozila koja imaju manualni sistem menjačkog sklopa. Realizacija ovakvog jednog sistema moguća je i u radioničkim uslovima. U diplomskom radu dati su svi potrebni tehnički crteži delova kao i spisak potrebnih komponenti. Ipak zbog trenutnog nedostatka finansijskih sredstava, sistem nije realizovan.

8. LITERATURA

- [1] Sopstveni izvori
- [2] Zavodi Crvena Zastava Uputstvo za reviziju.
- [3] LuK GmbH & Co. 7th LuK Symposium 11./12. April 2002 ch 3, 14, 15. Konkordia 2002.
- [4] www.festo.com Festo Hardware description. R. Müller.
- [5] www.ebm-papst.com - St.Georgen, BCI-Motor.
- [6] www.CUI-INC.com

Kratka biografija:



Aleksandar Poznić rođen je u Odžacima 1984. god. Fakultet tehničkih nauka je upisao 2003.god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehatronike – mehatronika u mehanizaciji odbranio je 2009.god.

**PREDLOG DIDAKTIČKOG MODELA SA SENZORIMA ZA PROCESNU
TEHNOLOGIJU****PREPOSITION OF DIDACTIC MODEL WITH SENSOR FOR PROCESS TECHNOLOGY**Nikola Pantić, Stevan Stankovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MEHATRONIKA**

Kratak sadržaj – U ovom radu dat je predlog didaktičkog modela za procesnu tehnologiju FTN PA-2, i opisani su osnovni principi merenja nivoa, protoka i temperature fluida.

Abstract – In this paper, preposition of didactic model for process industry FTN PA-2 is given, and the basic principles of level measurement, flow measurement, and temperature measurement are describe.

Ključne reči: Didaktički model, FTN PA-2, osnovni principi merenja.

1. UVOD

Didaktika predstavlja granu pedagogije koja se bavi teorijama i načelima usmerenim ka uspešnom sprovođenju obrazovnog procesa u kojima se često koriste didaktički modeli.

Didaktički model služi kao sredstvo za lakše upoznavanje sa predmetom proučavanja [1]. U ovom radu biće predstavljen predlog didaktičkog modela sa senzorima za procesnu industriju. Kao osnova za projektovanje didaktičkog modela FTN PA-2 poslužio je didaktički model firme FESTO koji se koristi na seminarima organizovanim od strane ove firme.

2. PRINCIPI MERENJA NIVOA

Merenje nivoa jedna je od najstarijih i najčešćih vrsta merenja [2]. Ljudi mere nivo vode u jezerima, rekama i morima, kao i nivo žitarica u silosima već hiljadama godina.

Pre jednog veka, na primer, za merenje nivoa vode u reci ljudi su iz broda spuštali užu sa tegom na jednom kraju. Už je bilo vezano u čvor na svakih 30 cm. Kada bi teg dotakao dno, na osnovu broja čvorova koji su bili pod vodom dobijana je informacija da li je voda dovoljno duboka za bezbednu plovidbu.

2.1. Senzori koji rade na principu plovka

Plovak je valjkastog oblika, prečnika 80-200 mm, postavljen da klizi po fiksnoj sondi. Promenom nivoa tečnosti menja se i položaj plovka na fiksiranoj sondi. Promena položaja plovka registuje se na različite načine. Tačnost senzora zavisi od načina registracije položaja plovka.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog - master rada čiji mentor je bio dr Stevan Stankovski.

2.2. Kapacitivni senzori

Prave se kao pločasti ili cilindrični kondenzatori, između kojih se nalazi tečnost čiji se nivo meri. Tečnost može biti provodna ili neprovodna.

Električna kapacitivnost C nastala između dve susedne elektroprovodne ploče, površine A , koje se nalaze na udaljenosti d , iznosi:

$$C = \varepsilon \frac{A}{d} \quad (1)$$

Konstanta ε naziva se dielektrična konstanta materijala koji se nalazi između ploča.

Metalne elektrode kapacitivne sonde fiksirane su pomoću zaptivača od izolatorskog materijala i potopljene u tečnost do određene visine, a ostatak prostora između elektroda ispunjen je gasnom fazom. Sonda je najčešće cilindrična pri čemu kao spoljašnja elektroda može da posluži i zid rezervoara. Dobre osobine kapacitivnih senzora su: jednostavnost konstrukcije, nemaju pokretnih delova i otporni su na koroziju.

2.3. Ultrazvučni senzori

Odbijanje ultrazvučnih talasa od razdelne površine između dva fluida efikasno se primenjuje u tehnici merenja nivoa. Nivo je proporcionalan vremenu T za koje talas pređe od izvora do prijemnika zračenja:

$$h = \frac{v}{2} T \quad (2)$$

Gde je v brzina zvučnih talasa u mernom mediju. Kao izvor ultrazvuka koristi se kvarcni ili keramički piezoelement.

Vreme prelaza impulsa u mernom kanalu je:

$$T_1 = \frac{2h}{v} \quad (3)$$

Ultrazvučnim senzorom moguće je meriti i udaljenost razdelne površine između dva fluida koji se ne mešaju. Za pravilan rad ultrazvučnog senzora neophodna je mirna površina i odsustvo lažnih refleksa sa bočnih zidova ili sa gornjeg zida rezervoara.

3. PRINCIPI MERENJA TEMPERATURE

Svaki aspekt života modernog čoveka je pod izvesnim uticajem temperature (kod kuće, na poslu). Uređaji za merenje temperature postoje vekovima unazad. Stakleni termometar sa živom koristi se i danas, iako je njegov princip rada, kao i sam uređaj, ostao nepromenjen. Operacija merenja zasniva se na temperaturnom širenju

fluida (živa ili alkohol). Sa povećanjem temperature fluid u malom rezervoaru se širi i kreće uz cev.

Ako su dva tela u kontaktu, telo sa višom temperaturom predaje određenu količinu toplote drugom telu. Reč temperatura ukazuje na stepen zagrejanosti tela, tj. sposobnosti tela da prenese toplotu na njegovu okolinu. Energija koja se predaje telu, uzrokujući porast temperature, topljenje, ključanje, širenje, ili neku drugu promenu na telu, naziva se toplota. Ako se telu preda toplota, njegova toplotna energija se povećava. Toplotna energija zajedno sa pritiskom određuje temperaturu tela i njegovo agregatno stanje.

Najčešće korišćeni termo-otporni senzor je PT-100 (Termometar od platine, 100 Ω pri temperaturi od 0 °C).

4. PRINCIPI MERENJA PROTOKA

Protok fluida predstavlja kontinualno pomeranje fluida (tečnosti ili gasova) sa jednog mesta na drugo.

Viskoznost je mera otpornosti fluida, nastaje pod dejstvom smicajnog napona. Obično se može uočiti kao „razređenost“, ili otpor protoku.

Kretanje fluida je moguće na dva različita načina: laminarni i turbulentni. Turbulentni protok je nepravilan i naravan. Sastoji se od mnogo manjih struja, vihorenja i talasanja u svim pravcima, koje često formiraju vrtloge. To su vrtložne struje. Laminarni protok je suprotan turbulentnom, i predstavlja ravno kretanje fluida.

Bernulijeva teorema: pri stalnom protoku, bez trenja, zbir energije pritiska, kinetičke energije i potencijalne energije je konstantan.

4.1. Elektromagnetni merači protoka

Ovi uređaji koriste princip generisanja napona pri kretanju električnog provodnika kroz magnetno polje. Njima se može meriti protok elektrolita ili drugih elektroprovodnih tečnosti, na osnovu merenja indukovane elektromotorne sile između dve elektrode na cevovodu, kada se cevovod nalazi u magnetnom polju.

4.2. Ultrazvučni merači protoka

Svi ultrazvučni merači protoka se zasnivaju na merenju kašnjenja primljenih ultrazvučnih talasa koje se menja pri promeni protoka tečnosti.

5. DIDAKTIČKI MODEL FIRME FESTO

5.1. Radna stanica

U okviru FESTO didaktičke radne stanice (slika 1.) postoje četiri upravljačka sistema, koja omogućavaju upravljanje:

- Nivoom,
- Temperaturom,
- Protokom,
- Pritiskom tečnosti.

Pomoću fleksibilnog sistema cevi lako se može menjati pravac protoka radnog fluida, dok je ugradnja drugih instrumenata jednostavna i brza [3].



Slika 1. Didaktički model

Raspored senzora i aktuatora dozvoljava eksperimentisanje sa kontinualnom i diskontinualnom regulacijom (P, I, PI i PID).

6. DIDAKTIČKI MODEL FTN PA-2

Radna stanica firme FESTO za procesnu industriju je interesantna jer se može koristiti u kombinaciji sa drugim radnim stanicama, i tako formirati mnogo veći automatizovani sistem. A može poslužiti i kao osnova za razvoj i projektovanje novih didaktičkih modela. Jedan od takvih modela je i didaktički model FTN PA-2, koji se takođe sastoji se od četiri upravljačka sistema koji upravljaju: nivoom, temperaturom, protokom, i pritiskom tečnosti.

6.1. Procesna šema didaktičkog modela FTN PA-2

Na slici 2. prikazana je procesna šema didaktičkog modela FTN PA-2.

☒ - solenoidni-on/off ventil sa električnim upravljanjem i indikatorom protoka

☒ - solenoidni-on/off ventil sa električnim upravljanjem

☒ - loptasti (kuglični) ventil ručno aktiviran

LIC - indikator nivoa

TIC - indikator temperature

FIC - indikator protoka

PIC - indikator pritiska

LS - detektor nivoa (+ gornja granica, - donja granica)

LA - detektor nivoa ALARM

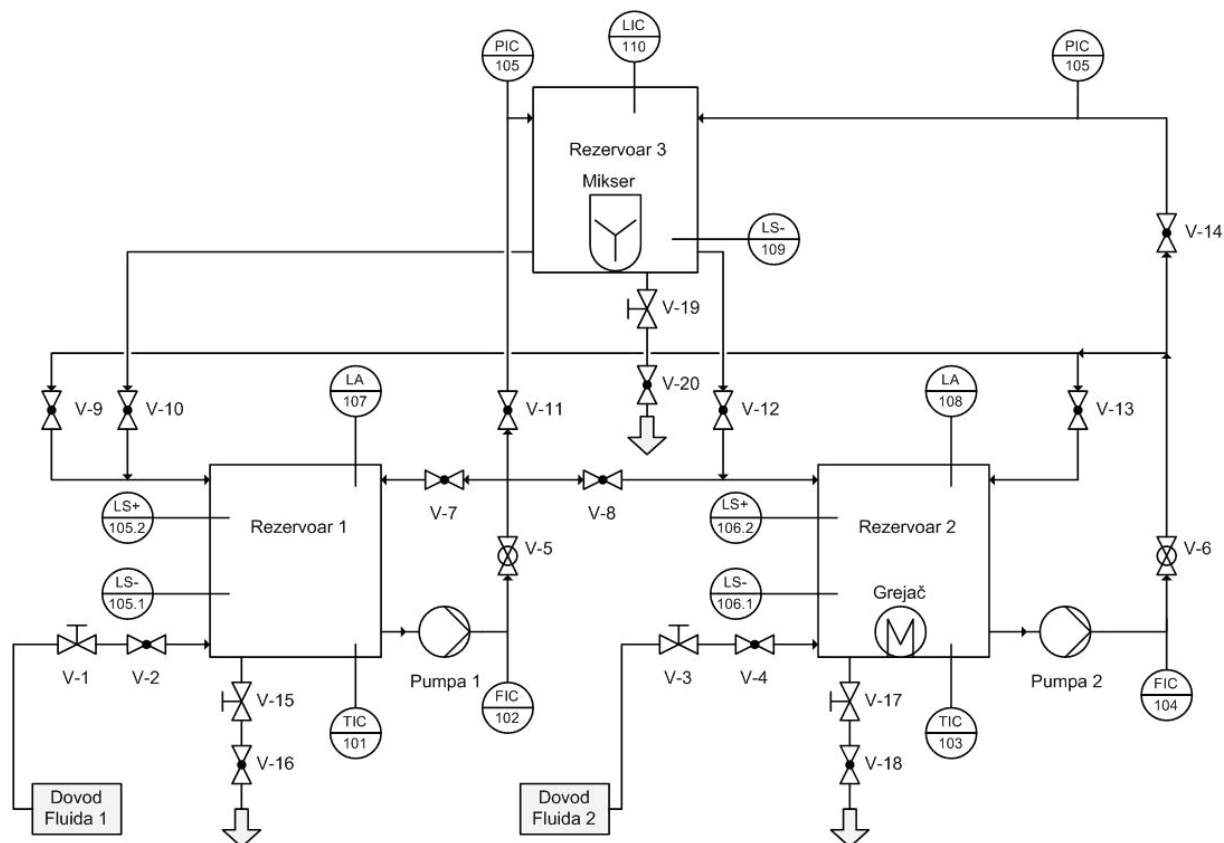
6.2. Komponente didaktičkog modela FTN PA-2

Osnovne komponente didaktičkog modela FTN PA-2:
- sistem cevi (prečnika 2,54 mm),

- 2 rezervoara (dimenzija 250 x 250 x 400 mm),

- 1 rezervoara (dimenzija 300 x 300 x 500 mm),

- manometar (do 10 bara).



Slika 2. Procesna šema didaktičkog modela FTN PA-2

Senzori:

- 3 detektora nivoa,
- 4 kapacitivna senzora,
- 1 ultrazvučni senzor (opseg merenja 50-300 mm),
- 1 senzor temperature PT100,
- 2 senzora protoka (radni pritisak do 10 bara, opseg merenja 40-400 l/h),
- 2 senzora pritiska (0-10 bara).

Aktuatori:

- 10 solenoidnih ventila 2/2 (normalno zatvoreni, max. pritisak 10 bara),
- 3 solenoidna ventila 2/2 (normalno otvoreni, max. pritisak 10 bara),
- 2 solenoidna ventil 2/2 sa indikatorom protoka (max. pritisak 10 bara),
- 5 loptasta ventila ručno upravljanja,
- 2 pumpe (protoka oko 10 l/min),
- 1 grejač (do 0,5 kW),
- 1 mikser (do 1 kW).

6.3. Princip rada didaktičkog modela FTN PA-2

Radi lakšeg shvatanja principa rada didaktičkom modela FTN PA-2, tj. projektovanog sistema, predstavimo, korak po korak, način njegovog upravljanja. Treba imati u vidu sledeće: Rezervoar 1 i Rezervoar 2 predstavljaju ulaz sistema, odnosno ulaznu veličinu, a Rezervoar 3 izlaz

(Slika 2.). U Rezervoar 1 i Rezervoar 2 mogu da se dovode dva različita fluida. Unutar Rezervoara 2 montiran je grejač, zbog potrebe za povećanjem vrednosti temperature radnog fluida koji se doprema u taj rezervoar. U Rezervoar 3 postavljen je mikser (mešač), koji služi za mešanje dopremljenih fluida iz Rezervoara 1 i Rezervoara 2.

Pre puštanja sistema u rad potrebno je otvoriti ventile V-1, V-3, V-15, V-17, i V-19. Otvaranjem ventila V-1 i V-3 radni fluidi pune Rezervoar 1 i Rezervoar 2, a otvaranjem ventili V-15, V-17, i V-19 omogućavaju ispuštanje fluida iz sva tri rezervoara. Ovi ventili se ručno aktiviraju, i predstavljaju sigurnosne ventile. U slučaju da se desi prekid napajanja V-1 i V-3 će prekinuti dotok fluida u Rezervoar 1 i Rezervoar 2. Solenoidni ventili V-16, V-18, i V-20 su normalno otvoreni, a svi ostali su normalno zatvoreni.

Kada se sistem uključi zatvore se ventili V-16, V-18, i V-20, a otvaraju se ventili V-2, V-4 kako bi počelo punjenje Rezervoara 1 i Rezervoara 2. Aktiviranjem kapacitivnog senzora (LS-) Rezervoara 2 uključuje se grejač. Kod oba rezervoara postavljeni su kapacitivni senzori (LS+) čijim se aktiviranjem završava ciklus punjenja, odnosno zatvaraju se ventili V-2 i V-4. Nakon dostizanja zadate vrednosti temperature, u Rezervoaru 2 aktiviraće se senzor temperature (TIC). Zatim sedi isključivanje grejača. Tada započinje ciklus odvođenja fluida u Rezervoar 3. Uključuju se Pumpa 1 i Pumpa 2.

Na vrhu Rezervoara 1 i Rezervoara 2 postavljeni su detektori nivoa (LA), koji predstavljaju alarmne senzore. Ovi alarmni senzori služe kao osiguravajući senzori, jer će u slučaju otkaza kapacitivnog senzora (LS+) fluid

nastaviti da puni rezervoar. Ako se to desi kod Rezervoara 1, aktiviranjem senzora (LA) će se otvoriti ventil V-16, koji će omogućiti ispuštanje fluida iz Rezervoara 1. A ako se aktivira senzor (LA) Rezervoara 2 otvoriće se ventil V-18, koji će omogućiti ispuštanje fluida iz Rezervoara 2.

Ako je aktivirana Pumpa 1 počinje proces prebacivanja fluida iz Rezervoara 1 u Rezervoar 3, tako što se otvaraju ventili V-5 i V-11. Ako je aktivirana Pumpa 2 počinje i proces prebacivanja fluida iz Rezervoara 2 u Rezervoar 3, tako što se otvaraju ventili V-6 i V-14 (Slika 2.).

Preko senzora protoka (FIC) dozira se, unapred određena, količina fluida 1 i količina fluida 2 u Rezervoaru 3. Ultrazvučni senzor (LIC), koji se nalazi na vrhu Rezervoara 3, se aktivira kada nivo tečnosti u Rezervoaru 3 dostigne predviđeni maksimum, i daće signal za zaustavljanje pumpi i zatvaranje ventila V-11 i V-14. Ultrazvučni senzor daje signal i za startovanje miksera, koji meša dopremljene fluide.

Sledeća faza jeste ispuštanje novonastalog fluida (kombinacije dva fluida) iz Rezervoara 3. Nakon zadatog vremenskog perioda od isključenja miksera, otvara se ventil V-20, i fluid izlazi iz Rezervoara 3. Kada nivo fluida dostigne minimum aktiviraće se detektor (LS-) Rezervoara 3, koji signalizira isključenje miksera. Pražnjenje Rezervoara 3 predstavlja kraj procesa.

Proporcionalnim ventilima V-5 i V-6 moguće je smanjivati ili povećavati protok. Kako bi se održao konstantan protok vrši se regulacija (P, PI ili PID). Regulacija se obavlja putem menjanja broja obrtaja motora odgovarajuće pumpe (Pumpe 1 ili Pumpe 2).

U slučaju otkaza ventila V-16, V-18 i V-20 moguće je u toku rada sistema izvršiti njihovu zamenu, bez prethodnog ispuštanja tečnosti iz rezervoara, to se postiže zatvaranjem ventila V-15, V-17 i V-19 koji se ručno aktiviraju.

Mogućnosti upotrebe ovog modela:

- Ako se desi da je u Rezervoar 3 dopremljen samo fluid iz Rezervoara 1, moguće je povratnom granom, otvaranjem ventila V-10 vratiti fluid nazad u Rezervoar 1. Slično tome se može izvršiti i vraćanje fluida iz Rezervoara 3 u Rezervoar 2, ali otvaranjem ventila V-12,
- Ako je potrebno otpremanje novonastalog fluida iz Rezervoara 3 na neku udaljenu proizvodnu liniju, može se montirati pumpa na izlazu iz rezervoara,
- U slučaju da je potrebno zagrevati i fluid u Rezervoaru 1, moguće je jednostavno montirati jedan grejač i jedan senzor temperature na Rezervoar 1, a proces bi mogao da se odvija po prethodno opisanom principu,

- Može se obezbediti kruženje fluida pre procesa otpremanja u rezervoar za mešanje. I to na sledeći način, preko Pumpe 1, ventila V-5 i V-7 fluid se vraća u Rezervoar 1; a preko Pumpe 2, ventila V-6 i V-13 fluid se vraća nazad u Rezervoar 2,

- Takođe može se izvršiti prenos fluida iz Rezervoara 1 u Rezervoar 2 preko Pumpe 1, ventila V-5 i V-8, i obratno iz Rezervoara 2 u Rezervoar 1 preko Pumpe 2, ventila V-6 i V-9.

7. ZAKLJUČAK

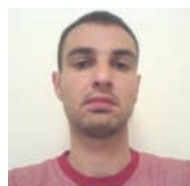
Sve veća automatizacija kompleksnih proizvodnih sistema zahteva primenu komponenata koje su sposobne prikupiti i preneti informacije bitne za proizvodne procese. Dobijanje kvalitetne informacije o rezultatima upravljanja proizvodnim procesima, merenjem upravljanih veličina je od izuzetne važnosti za ostvarenje kvalitetnog mehatroničkog sistema. Zbog toga, merna oprema igra ključnu ulogu u modernom tehnološkom sistemu.

Na osnovu prikazanih mogućnosti jasno se može uvideti da se didaktički model FTN PA-2 za procesnu industriju može koristiti za praktično upoznavanje kroz veći broj primera. Na ovaj način studentima se pruža mogućnost lakšeg i bržeg savladavanja gradiva iz različitih predmeta uz upravljanje tehničkim sistemima.

8. LITERATURA

- [1] <http://en.wikipedia.org>
- [2] E. Pashkov, Y Osinskiy, A. Chetverkin: Electro Pneumatics in Manufacturing Processes, SevNTU, Sevastopol, 2004
- [3] <http://www.festo-didactic.com>

Kratka biografija:



Nikola Pantić rođen je u Loznici 1984. godine. Diplomski-Master rad odbranio je 2009. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti mehatronike, robotike i automatizacije.

PREDLOG DIDAKTIČKOG MODELA ZA PROCESNU INDUSTRIJU

PREPOSITION OF DIDACTIC MODEL FOR PROCESS INDUSTRY

Zvezdan Žakula, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - MEHATRONIKA

Kratak sadržaj - U ovom radu dat je predlog didaktičkog modela za procesnu industriju FTN PA-1. Opisani su osnovni principi merenja pritiska fluida i merenja nivoa tečnosti. Takođe, opisani su senzori koji se najčešće koriste u procesnoj industriji, kao i pretvarači koji pretvaraju odziv senzora u oblik pogodan za dalju analizu sistema.

Abstract - In this paper, preposition of didactic model for process industry FTN PA-1 is given. The basic principles of pressure measurement and level measurement are describe. The sensors which commonly used in process industry are describe, and transducers that converts the sensors response in a form suitable for further system analyses.

Ključne reči: didaktički model, senzori, pretvarači, principi merenja pritiska, principi merenja nivoa.

1. UVOD

Mehatronički sistemi u mnogome se oslanjaju na upotrebu senzora i mernih tehnologija. Upravljanje industrijskim procesima i automatizovanim sistemima bilo bi veoma teško bez preciznih senzora i mernih uređaja. Upravljanje tim procesima zahteva merenje i kontrolu pritiska tečnosti i gasova, protoka, temperature, kao i merenje nivoa tečnosti. Merenje pritiska, protoka, temperature i nivoa fluida su jedni od najvažnijih merenja kod industriskih procesa.

2. SENZORI I PRETVARAČI

Pretvarači su uređaji koji mogu biti električni, elektronski ili elektro-mehanički. Oni pretvaraju jedan oblik energije u drugi za različite svrhe, uključujući merenje i prenos informacija. U širem smislu, pretvarač se definiše kao bilo koji uređaj koji pretvara signal iz jednog oblika energije u drugi.

Senzor je uređaj koji meri fizičke veličine i konvertuje ih u signal koji je čitljiv posmatraču i/ili instrumentu. Većina senzora je električna ili elektronska, mada postoje i druge vrste. Senzor je tip pretvarača.

2.1. Termistor

Termistor [1] je vrsta otpornika koja se koristi za merenje temperaturnih promena, zasnivajući se na promeni otpornosti sa promenom temperature. Ako se pretpostavi da je odnos između otpornosti i temperature linearan, onda se

može reći da je:

$$\Delta R = k \times \Delta T \quad (1)$$

gde je:

ΔR – promena otpornosti

ΔT – promena temperature

k – temperaturni koeficijent

Termistori se dele na dve vrste u zavisnosti od znaka temperaturnog koeficijenta k . Ako je k pozitivan, otpornost se povećava sa povećanjem temperature, i uređaj se naziva PTC termistor. Ako je k negativan, otpornost se smanjuje sa povećanjem temperature, i uređaj se naziva NTC termistor. Otpornici koji nisu termistori su projektovani tako da imaju najmanji mogući temperaturni koeficijent k , tako da njihova otpornost ostaje gotovo konstantna u širokom temperaturnom opsegu.

2.2. Induktivni senzori

Induktivni senzor [1] je elektronski senzor koji detektuje metalne predmete u njegovoj neposrednoj blizini, bez dodira sa njima. Induktivni senzori rade na principu električne induktivnosti. Induktivnost je pojava gde promenljiva struja, koja po definiciji sadrži magnetnu komponentu, indukuje elektromotornu silu (EMS) u ciljanom objektu. Induktivni senzor sastoji se od kalema, oscilatora, kola za detekciju i izlaznog kola. Oscilator generiše promenljivo magnetno polje kružnog oblika oko namotaja kalema, koji se nalazi u delu uređaja koji je okrenut ka predmetu. Kada se metalni predmet nalazi u neposrednoj blizini induktivnog senzora, u metalnom predmetu se indukuju vrtložne struje. Vrtložne struje stvaraju magnetno polje koje se suprotstavlja magnetnom polju koje ih je izazvalo i redukuje magnetno polje induktivnog senzora. Senzorsko kolo za detekciju nadgleda jačinu magnetnog polja i aktivira izlazno kolo senzora kada se magnetno polje smanji na dovoljan nivo.

2.3. Kapacitivni senzori

Princip rada kapacitivnog senzora [1] zasniva se na promeni kapacitivnosti kondenzatora u rezonantnom kolu (RC kolu). Kapacitet raste kada se objekat približi senzoru. To dovodi do promene osilatornog dejstva RC kola. Promena kapaciteta u mnogome zavisi od udaljenosti, dimenzija i dielektrične konstante datog materijala. Kapacitivni senzori reaguju na svaku supstancu koja ima veliku dielektričnu konstantu (voda, alkohol, ulje, gorivo, šećer, papir, itd.), bez fizičkog kontakta. Ovi senzori mogu detektovati supstancu kroz staklo, plastiku ili tanak sloj kartona. Međutim, debljina i materijal od koga je zid napravljen, u mnogome utiču na osetljivost kapacitivnog senzora. Zid bi trebao biti što je moguće tanji.

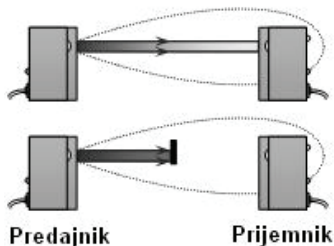
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog - master rada čiji mentor je bio dr Stevan Stankovski.

2.4. Optički senzori

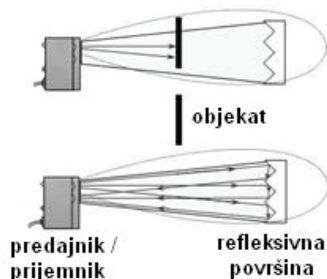
Fotoelektrični detektori pogodni su za detektovanje bilo kog tipa objekata (neprozirnih, prozirnih, reflektivnih, itd.). Optički senzori [1] mogu biti kroz snop, reflektivni i difuzni.

Kroz snop optički senzori, gde objekat prekida snop između predajnika i prijemnika (slika 2.1.).



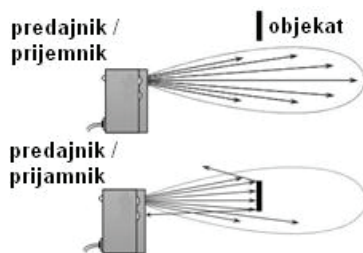
Slika 2.1. Princip rada kroz snop optičkih senzora

Reflektivni optički senzori, gde se snop odbija od reflektivne površine i vraća se na prijemnik koji se nalazi u istom kućištu sa predajnikom (slika 2.2.).



Slika 2.2. Princip rada reflektivnih optičkih senzora

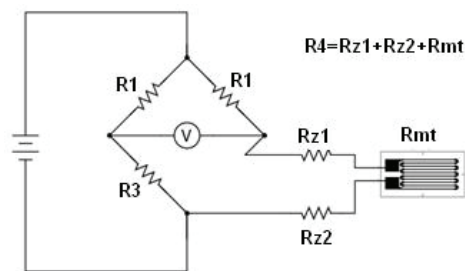
Difuzni optički senzori, gde oblast detekcije zavisi od boje i reflektivne prirode površine objekta (slika 2.3.). Što je objekat veći moguće ga je detektovati na većoj udaljenosti.



Slika 2.3. Princip rada difuznih optičkih senzora

2.5. Merne trake

Merna traka [1] je uređaj za merenje deformacije (naprezanja) predmeta. Merna traka sastoji se od izolacione elastične podloge na kojoj se nalazi metalna folija. Merna traka se postavlja na objekat uz pomoć odgovarajućeg lepka. Kako se objekat deformiše, deformiše se i folija uzrokujući promenu otpornosti. Ova promena otpornosti obično se meri Vitstonovim mostom (slika 2.4.).



Slika 2.4. Vitstonov most

Osnovni koncept Vitstonovog mosta su dva naponska razdelnika, spojena na isti ulaz. Izlazna struja se meri na izlazima oba naponska razdelnika. Ako naponski razdelnici imaju jednak odnos otpornosti ($R1/R2=R3/R4$), onda se kaže da je Vitstonov most uravnotežen i zbog toga struja ne teče, odnosno nema napona na izlazu. Ako se otpornost bilo kog otpornika promeni za veoma malu vrednost, most će izaći iz ravnoteže i struja će poteći, dajući napon na izlazu.

2.6. Pretvarači pritiska u električni signal

Pretvarač pritiska [1] je pretvarač koji pretvra pritisak u analogni električni signal. Pretvaranje pritiska u električni signal postiže se fizičkom deformacijom mernih traka koje su spojene sa membranom pretvarača pritiska. Izlazi mernih traka povezuju se na Vitstonov most. Pritisak deluje na pretvarač izazivajući ugibanje membrane i deformisanje mernih traka. Promena otpornosti mernih traka proporcionalna je pritisku. Izlaz pretvarača može biti naponski (0-10 V) ili strujni (4-20 mA). Takođe, postoje pretvarači koji pretvaraju struju u napon, kao i pretvarači napona u struju.

3. PRINCIPI MERENJA PRITISKA

Gotovo svi industrijski procesi koriste tečnosti, gasove, ili oboje. Upravljanje tim procesima zahteva merenje i kontrolu pritiska tečnosti i pritiska gasa. Merenje pritiska [1] je jedno od najvažnijih merenja kod industrijskih procesa.

3.1. Definicija pritiska

Pritisak predstavlja količinu sile koja upravno deluje na jedinicu površine.

$$p = \frac{F}{A} \quad (2)$$

Gde je:

p – pritisak [Pa]

F – sila [N]

A – površina [m^2]

3.2. Jedinice pritiska

Pritisak od jednog Njutna po kvadratnom metru naziva se Paskal. Ostale jedinice su:

1 Psi (*Pound per square inch*) = 6,89 kPa

1 atm = 101,325 kPa

1 torr (*mmHg*) = 133,3 Pa

1 bar = 100 kPa

1 °Hg (inč živinog stuba) = 3,386 kPa pri 0 °C

3.3. Pritisak gasa

Gas se razlikuje od tečnosti u dve veoma važne osobine. Zapremina gasa teži manje nego ekvivalentna zapremina tečnosti. Gas može da se komprimuje ili proširi tako da odgovara gotovo bilo kojoj zapremini.

3.3.1. Pritisak i zapremina gasa

Molekuli gasa stalno se kreću. Oni se kreću svuda unaokolo pri velikim brzinama, u svim pravcima i smerovima, sudarajući se sa drugim molekulima koji im se nađu na putu. Pritisak je uzrok tih sudara. Što su sudari jači, i što se češće javljaju, pritisak je veći. Kada gas premestimo iz jednog u dvostruko veći sud broj molekula ostaje isti, ali oni sada popunjavaju dvostruko veći prostor. Dakle, sudari će se dešavati dvostruko manji broj puta, što uzrokuje dvostruko manji pritisak.

3.3.2. Pritisak i temperatura gasa

Povećanjem temperature gasa dolazi do povećanja brzine kretanja molekula gasa. Veća brzina kretanja molekula gasa uzrokuje povećanje pritiska. Smanjenjem temperature gasa smanjuje se pritisak.

3.4. Pritisak tečnosti

Tečnosti unutar nekog suda miruju tj. tečnosti se veoma malo ili se uopšte ne kreću. Takve tečnosti se drugačije ponašaju nego tečnosti koje teku kroz cevi.

3.4.1. Pritisak i zapremina tečnosti

Pritisak ne zavisi od zapremine već od nivoa tečnosti. Ovo je poznato kao hidrostatički pritisak, što znači da pritisak fluida miruje tj. konstantan je.

$$P = \rho g h \quad (3)$$

Gde je:

g – gravitaciono ubrzanje ($g=9,81 \text{ m/s}^2$)

ρ – gustina fluida (za vodu $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$)

h – visina vodenog stuba [m]

3.4.2. Pritisak i protok tečnosti

Kada fluid teče pritisak je manji od hidrostatičkog pritiska. Ako se brzina fluida poveća pritisak opada. Pritisak i brzina fluida su obrnuto proporcionalni. Između zida cevi i tečnosti javlja se trenje. Ovo trenje izaziva opadanje pritiska. Ako je cev veoma duga, pritisak će težiti nuli. Upotrebom cevi sa glatkom unutrašnjom površinom mogu se smanjiti gubici usled trenja.

4. PRINCIPI MERENJA NIVOAA

Uopšteno, procesne promenljive moguće je izmeriti direktno ili indirektno. Oba metoda se koriste za merenje nivoa.

Direktno, znači da je merni instrument u direktnom kontaktu sa tečnosti (merači nivoa, detektori nivoa i magnetni merači nivoa).

Jedna od indirektnih metoda merenja nivoa tečnosti je konverzija pritiska tečnosti u nivo tečnosti prema formuli (3).

Za merenje nivoa [1] tečnosti potrebna je fiksna, referentna tačka. Ova tačka se naziva polazna tačka. Ona može biti tačka na dnu rezervoara, na vrhu rezervoara ili bilo koja tačka koja je nepokretna. Sva merenja nivoa tečnosti vrše se od fiksne, referentne tačke pa do površine tečnosti.

5. DIDAKTIČKI MODEL FTN PA-1

Na slici 5.1. prikazana je procesna šema didaktičkog modela FTN PA-1. Model FTN PA-1 sastoji se od četiri upravljačka sistema koji upravljaju protokom, pritiskom, temperaturom i nivoom tečnosti.

5.1. Princip rada didaktičkog modela FTN PA-1

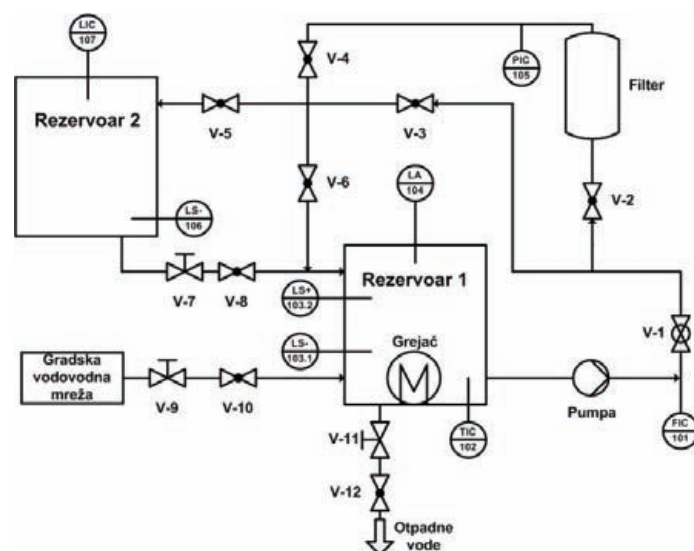
Pre puštanja sistema u rad potrebno je otvoriti ventile V-7, V-9 i V-11, koji se ručno aktiviraju. Ventil V-9 pusta vodu iz gradske vodovodne mreže u sistem, dok ventili V-7 i V-11 omogućavaju isticanje vode iz rezervoara 1 i rezervoara 2 (slika 5.1.). Ovi ventili imaju i sigurnosnu ulogu. U slučaju prekida napajanja ovi ventili u kombinaciji sa normalno otvorenim ventilima V-8 i V-12 omogućavaju prekid dotoka vode u sistem (V-9) i mogućnost ispuštanja vode iz sistema (V-7 i V-11). Takođe, u slučaju otkaza ventila V-8 i V-12 u toku rada sistema, moguća je njihova zamena bez ispuštanja vode iz rezervoara. Proporcionalni ventil V-1 i svi solenoidni ventili V-2, V-3, V-4, V-5, V-6 i V-10 su normalno zatvoreni, osim ventila V-8 i V-12 koji su normalno otvoreni.

Uključenjem sistema, prvo se zatvaraju ventili V-8 i V-12 koji su normalno otvoreni. Zatim se otvara ventil V-10 koji pušta vodu iz gradske vodovodne mreže u rezervoar 1. Rezervoar 1 se puni sve dok se ne aktivira kapacitivni senzor LS+. Aktiviranjem kapacitivnog senzora zatvara se ventil V-10, čime se sprečava dalji dotok vode u sistem. Kapacitivni senzor LS+ takođe, daje signal za uključenje pumpe.

Na vrhu rezervoara 1 postavljen je detektor nivoa LA, koji pretstavlja alarmni senzor. U slučaju njegovog aktiviranja znači da se ventil V-10 nije zatvorio i da voda i dalje puni rezervoar 1, što može dovesti do izlivanja vode iz rezervoara pošto rezervoari nisu hermetički zatvoreni. Ako do ovog slučaja dođe, izlivanje vode sprečava se otvaranjem ventila V-12, koji ispušta vodu iz rezervoara 1.

Kada se rezervoar 1 napuni, potrebno je negov sadržaj prebaciti u rezervoar 2. To se postiže aktiviranjem pumpe i otvaranjem određenih ventila. U ovom slučaju otvaraju se ventili V-1, V-4 i V-5, dok su svi ostali solenoidni ventili zatvoreni. Voda prolazi kroz filter, koji uklanja nečistoće. Proporcionalnim ventilom V-1 moguće je smanjivati ili povećavati protok, odnosno simulirati opterećenje u sistemu. Kako bi se održao konstantan protok vrši se regulacija protoka (P, I, PI ili PID regulacija). Regulacija se vrši regulisanjem broja obrtaja motora pumpe.

Ultrazvučni senzor (LIC), koji se nalazi na vrhu rezervoara 2, daje signal za zaustavljanje pumpe i zatvaranje ventila V-1, V-4 i V-5 kada se rezervoar 2 napuni. On takođe daje signal za otvaranje ventila V-8.



Slika 5.1. Procesna šema didaktičkog modela FTN PA-1

Sledeći korak jeste vraćanje prečišćene vode iz rezervoara 2 u rezervoar 1. To se postiže otvaranjem ventila V-8, pod uslovom da je rezervoar 2 napunjen. Voda će isticati iz rezervoara 2 usled delovanja gravitacione sile. Detektor nivoa LS- postavljen je na dnu rezervoara 2. On detektuje da je rezervoar 2 prazan tj. da je voda istekla u rezervoar 1 i zatvara ventil V-8.

Sada kada je rezervoar 1 ponovo napunjen, vodu je potrebno zagrejati na određenu temperaturu. To se postiže uključanjem grejača. Grejač je moguće uključiti samo ukoliko je aktiviran kapacitivni senzor LS-, što znači da je grejač pod vodom. Ako bi se grejač uključio kada se ne nalazi pod vodom, visoka temperatura bi mogla da ošteti kapacitivne senzore (LS+ i LS-), koji se nalaze na rezervoaru 1, kao i sam rezervoar 1.

Kada voda aktivira kapacitivni senzor LS+, on daje signal za uključanje pumpe i otvaranje ventila V-1, V-3 i V-6. Ostali solenoidni ventili ostaju zatvoreni. Sada voda kruži u rezervoaru 1. Kruženjem vode u rezervoaru 1 postiže se mešanje tople i hladne vode čime se postiže brže zagrevanje vode.

Senzor temperature (TIC) meri temperaturu vode. Kada temperatura vode dostigne željenu vrednost grejač se isključuje. Ukoliko je potrebno, moguće je održavanje konstantne temperature vode u rezervoaru 1 (P, I, PI ili PID regulacija).

Kada je temperatura vode dostigla željenu vrednost zatvara se ventil V-6, a otvara se ventil V-5. Pumpa se ne isključuje, a proporcionalni ventil V-1 ostaje otvoren. Sada se zagrejana voda prebacuje iz rezervoara 1 u rezervoar 2.

Kako se na vrhu rezervoara 2 nalazi ultrazvučni senzor (LIC) moguće je vršiti regulaciju nivoa vode u rezervoaru 2. To znači da se iz rezervoara 1 u rezervoar 2 može prebaciti određena količina vode koja se unapred zadaje (1 l, 2 l, 5 l, ... 10 l). Visokofrekventni signal ultrazvučnog senzora se odbija od površine vode ka senzoru. Ultrazvučni senzor računa vreme proteklo između slanja i primanja visokofrekventnog signala i na taj način određuje rastojanje od površine vode.

Kada se zadata količina vode prebaci iz rezervoara 1 u rezervoar 2, isključuje se pumpa i zatvaraju se ventili V-1, V-3 i V-5.

Sledeći korak je ispuštanje vode iz rezervoara 1 i rezervoara 2. Ultrazvučni senzor (LIC) daje signal da je postignut zadati nivo vode u rezervoaru 2. Tada se otvara ventil V-8 i voda isticke iz rezervoara 2. Da je rezervoar 2 ispražnjen detektovaće detektor nivoa LS-. Kada je rezervoar 2 ispražnjen ventil V-12 se otvara i ispušta se voda iz rezervoara 1.

Kada je voda istekla iz sistema, na kratko se otvaraju svi ventili kako bi i voda koja je ostala u cevima istekla. Nakon, toga svi ventili se zatvaraju. Ovo je kraj procesa.

6. ZAKLJUČAK

Didaktički model FTN PA-1 projektovan je u cilju edukacije studenata Mehatronike i Industrijskog inženjerstva i menadžmenta. Studenti će biti u mogućnosti da se upoznaju sa procesnom automatizacijom i da imaju uvid u regulaciju protoka, pritiska, temperature i nivoa tečnosti.

7. LITERATURA

- [1] E. Pashkov, Y Osinskiy, A. Chetverkin: Electro Pneumatics in Manufacturing Processes, SevNTU, Sevastopol, 2004
- [2] Dragan D. Šešlija: Proizvodnja, priprema i distribucija vazduha pod pritiskom, Ikos, Novi Sad, 2002
- [3] <http://www.festo-didactic.com>
- [4] <http://www.wikipedia.org>

Kratka biografija:



Zvezdan Žakula rođen je u Somboru 1984. godine. Diplomski-Master rad odbranio je 2009. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti mehatronike, robotike i automatizacije.

ЦЕНТРАЛИЗОВАНО УПРАВЉАЊЕ КОМПРЕСОРСКОМ СТАНИЦОМ ЗА ПЕТ АМБАЛАЖУ

CENTRAL CONTROL OF COMPRESSOR STATION FOR PET PACKAGES

Мирослав Илић, Драган Шешлија, *Факултет техничких Наука, Нови Сад*

Област – МЕХАТРОНИКА

Кратак садржај – У овом раду приказан је начин реализације нове методе управљања мулти компресорским станицама за системе са ваздухом под притиском у случају када је број потрошача унапред дефинисан..

Abstract – In this paper is shown the way of realisation of a new method for the control of multi compressor station for compressed air systems in the case of limited number of predictive users.

Кључне речи: Систем ваздуха под притиском, Компресорске станице, Управљање вишекомпресорским системом.

1. УВОД

Ваздух под притиском је један од најраспрострањенијих облика енергије која се користи у индустрији. Скоро све фазе рада фабричких постројења зависе од ваздуха под притиском и он се примењује и за опште намене у фабрикама, радионицама, складиштима, за системе пнеуматског транспорта, погон пнеуматских алата, обраду хране, хемикалија и фармацеутских производа, за погон и управљање машинама за паковање као и многих других машина. Систем ваздуха под притиском се, грубо гледајући, састоји из два дела:

- Снабдевање ваздухом под притиском што укључује производњу и припрему ваздуха под притиском и
- Потрошњу ваздуха под притиском што обухвата систем за складиштење, дистрибуцију и употребу ваздуха под притиском.

2. Начини управљања компресорима

Већина компресора током животног века ради мање од пуног оптерећења због неизбежних варијација у захтевима потрошача током свакодневног рада. Ефикасним управљањем компресорима при делимичном оптерећењу и искључивањем када нису потребни може да се постигне уштеда од 5 до 20% у односу на

трошкове производње ваздуха под притиском. Постоје три аспекта управљања компресорима који се разматрају:

- управљање индивидуалним компресором,
- управљање са више компресора,
- управљање целим системом.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из дипломског-мастер рада чији ментор је био др Драган Шешлија, ван.проф.

2.1. Управљање индивидуалним компресором

Постоји много конфигурација ваздушних компресора и доста управљачких метода као и групног управљања компресорима. Најчешће форме управљања компресорима су:

- Стоп/старт (само за мале машине);
- Online – offline регулација;
- Растерећење цилиндара (само за клипне компресоре);
- Модулација;

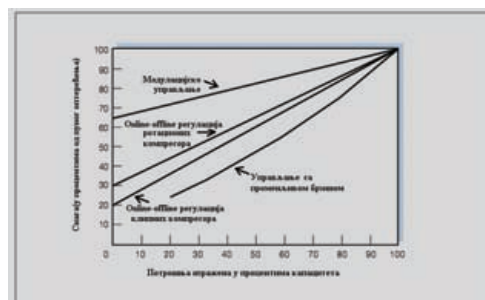
2.1.1. Управљање са променљивом брзином – Variable Speed Control (VSC)

Управљање са променљивом брзином је новија управљачка метода која обезбеђује ефикасан рад у великом опсегу (чак и до 20% од номиналног капацитета) при чему изједначава излаз на капацитет траженог ваздуха под притиском. Може се имплементирати код клипних, ротационих ламених и вијчаних компресора. У станицама са више компресора, управљање са променљивом брзином је неопходно само на крајњем или главном компресору, који ће бити у режиму одржавања притиска.

Управљање са променљивом брзином омогућава веома добро управљање притиском затвореним системом управљања ваздухом под притиском – снижава средњу вредност притиска, на пример за 0,5 бара смањења просечног притиска ће се уштедети око 3% енергије.

Компресори са управљањем са променљивом брзином су пројектовани за велику ефикасност при делимичном оптерећењу и треба да се примењују у процесима у којима ће радити дуг временски период на делимичном оптерећењу.

На пуном оптерећењу, додатни мали губици у управљачкој електроници доводе до тога да су знатно мање ефикасни у односу на конвенционалне компресоре и никада не би требали да се користе као компресори који ће подмирити основно оптерећење.



Слика 1. Упоредне карактеристике управљачких метода при раду са делимичним оптерећењем

Компресори са управљањем са променљивом брзином су доступни и за конвенционалне наизменичне индуктивне моторе, инверторске погоне са променљивим брзинама и новим прекидним релуктантним мотором и погоном [1].

2.2. Управљање са више компресора

Многе инсталације су израђене са више компресора, чиме се обезбеђује резервни капацитет за периоде одржавања и постиже боље испуњавање захтева потрошача.

Аутоматским секвенцијалним управљањем се може изабрати комбинација које ће одговарати захтевима базираним на мерењу притиска или у неким случајевима мерењу протока. Секвенце (редослед укључивања) се могу мењати како би се изједначило трошење на индивидуалних компресора. Такође, на овај начин је могуће избећи коришћење неефикасних машина. Постоје многе методе аутоматског управљања за оптимизацију рада код управљања са више компресора инсталација, а две најчешће методе су описане [6].

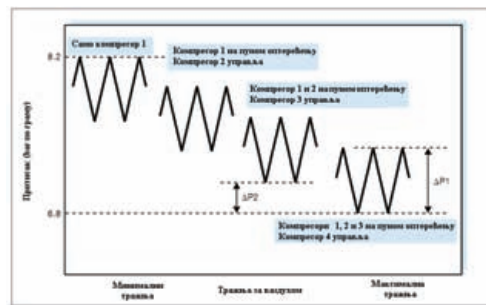
2.3. Каскадно управљање притиском

Најједноставнија форма управљања је базирана на механичким прекидачима притиска који укључују све више компресора у случајевима када притисак опада. Прекидач притиска или трансдусер се најчешће налази у компресорској просторији. Боље управљање се остварује са повратном спрегом ако се овај прекидач постави на самом крају дистрибутивне мреже ваздуха под притиском. Међутим, пажња треба да се усмери на то да се обезбеди што мања вредност притиска који компресор остварује због падова притиска у цевоводу и уређајима за припрему ваздуха под притиском.

Слика 2 показује управљање водећим компресором који је подешен да ради на највишем притиску при минималним захтевима потрошача. Како се захтеви потрошача повећавају, притисак ће опадати, при чему ће се укључити друга машина, а затим следећа све док се не достигну максимални капацитети сва четири компресора.

Сваки компресор захтева подручје притиска (ΔP_1) због његових подешених тачака укључивања искључивању (растерећењу) које је приказано као 0,5 bar-a на слици 2. Ово подручје мора бити довољно како би се спречило прекомерно кружење, фактор који зависи од величине компресора и резервоара. Ово одступање притиска између индивидуалних подручја компресора (ΔP_2) је поново зависи од места уградње претварача притиска. Ово одступање је неопходно држати на минимуму, али би требало да буде довољно да спречи укључивање и искључивање два или више компресора заједно.

Произведени притисци не могу да се мењају у зависности од захтева потрошача тако да висок притисак при минималној тражњи значи већу потрошњу енергије. Пажња се такође мора усмерити и на то да се обезбеде подешавања притиска унутар ограничења које има компресор [6].



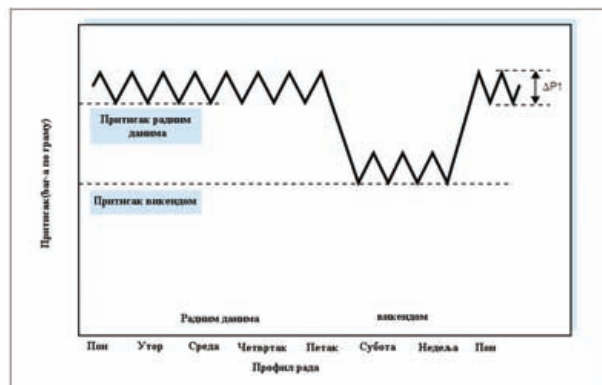
Слика 2. Типична ситуација каскадног управљања притиском

2.4. Електронско управљање

Електронско управљање се користи за секвенцијално управљање које је базирано на комбинацији притиска и сигнала о захтевима потрошача. Овим се избегава потреба за секвенцијалним подешавањем притиска на сваком компресору и елеминише управљање притиском у широком подручју који је својствен каскадном управљању (ΔP_1 на слици 3).

Треба избегавати фиксирана подешавања притиска. Ово омогућава да се остваре различити притисци у зависности од захтева потрошача. Ниво притиска се може снизити викендом и у вечерњим часовима. Надзирање степена промене притиска омогућава управљању могућност предвиђања колики ће притисак бити пре него што се јави потреба за коришћењем компресора и његово комплетно искључење како би се смањили губици при режиму рада без оптерећења.

Неки системи дозвољавају да се разликом притисака аутоматски управља на основу прорачуна најекономичнијег подручја рада за свако оптерећење за време достизања врха сваког циклуса притиска. Ако се дефинише сувише уско то ће изазвати фреквентно укључивање и искључивање притиска, док исувише широко подручје изазивати недостатке каскадног секвенцијалног управљања. Прецизним управљањем разликом притиска коришћењем управљања базираним на микроконтролеру и снижавањем притиска система на задовољавајућу вредност може се остварити уштеда енергије. Ово је приказано на слици 3 [6].



Слика 3. Снижавање притиска како би се задовољили захтеви применом електронског управљања

3. Експериментални део

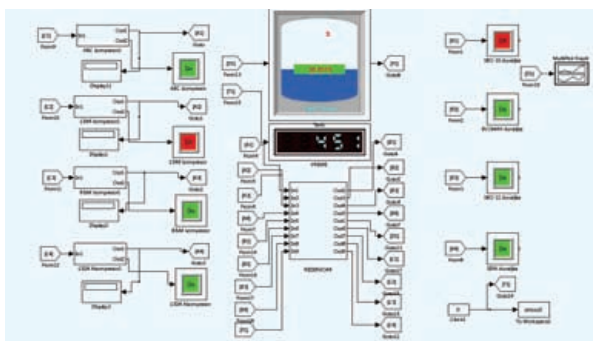
3.1. Формулисање проблема

Ваздух под притиском, који настаје као резултат рада компресора, складишти се у резервоару одакле се касније разводи на дуваљке које служе за производњу ПЕТ амбалаже.

Симулациони модел дефинише процес повећања притиска ваздуха у резервоару као последица рада компресора и процес смањења притиска ваздуха у резервоару као последицу рада дуваљки. Симулациони модел је израђен од више модула који представљају четири компресора, резервоар и четири дуваљке. Улазни подаци за компресоре и дуваљке су дужина трајања рада у секундама. Величина која се посматра као референтна је притисак ваздуха у резервоару. Почетни притисак у резервоару је 39 бара.

Функција циља јесте да се смањи укупна производња ваздуха у складу са потрошњом дуваљки. Основно ограничење је да се притисак у резервоару креће у распону од 38 до 40 бара.

Променљиве су време рада компресора и дуваљки као и притисак у резервоару. Основна шема модела је дата на слици 4.



Слика 4. Графички приказ симулационог модела

У експеримент могу бити укључене све могуће комбинације употребе дуваљки и компресора, а сам поступак за придруживање одређене комбинације компресора дуваљкама је описан у наставку.

У зависности од одговарајуће комбинације укључених компресора приказан је пораст притиска ваздуха у резервоару за једну секунду (табела 1). Приказане су све могуће комбинације рада компресора. Постоји шеснаест могућих комбинација (када раде или не раде сва четири, затим четири комбинације са три укључена компресора, шест комбинација са два укључена компресора и четири са једним укљученим компресором) [7].

POVEĆANJE PRITISKA VAZDUHA ZA 1 SEKUNDU		SMANJENJE PRITISKA VAZDUHA ZA 1 SEKUNDU	
ABC	0.032454 bar / sec	SBO 10	0.029852 bar / sec
CE46 B	0.035753 bar / sec	BLOMAX	0.035554 bar / sec
B& M	0.048754 bar / sec	SBO 12	0.039828 bar / sec
CE24 A	0.013812 bar / sec	SIPA	0.012838 bar / sec
UKUPNO	0.130773 bar / sec	UKUPNO	0.118072 bar / sec
UK. BEZ CE24	0.116961 bar / sec		

Табела 1: Приказ повећања и смањења притиска ваздуха у резервоару за 1 секунду

3.2. Начин решавања

Симулација се заснива на временском управљању рада дуваљки и компресора при чему је скуп

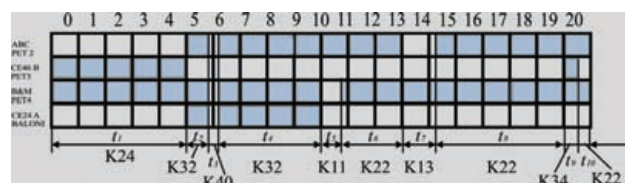
комбинација при којима раде дуваљке, као и скуп комбинација компресора унет у таблицу истинитости. То значи да ће на основу добијених сигнала, на улазу таблице истинитости, који дају информацију која дуваљка је тренутно активна и у којој су комбинацији дуваљке, таблица истинитости донети одлуку коју комбинацију компресора ће активирати.

Након извршене симулације, закључено је да током времена ипак долази до одступања притиска ван дозвољених граница. Разлог је критеријум по коме је вршен избор компресора (најбоља комбинација компресора је она која обезбеђује довољно ваздуха дуваљкама, тј. она која даје већи или проток најмање једнак потрошњи дуваљки). [7]

Овај проблем одступања притиска је решен применом таблице истинитости и постављањем интервала са границама унутар којих се мора налазити притисак. У случају да је дошло до пада притиска испод доње границе интервала таблица истинитости ће добити сигнал за активацију. Приликом активирања таблице истинитости долази до провере активних сигнала на њеним улазима односно провере који компресори су активни. Када је то установљено таблица истинитости доноси одлуку да мора активирати додатни компресор који није укључен.

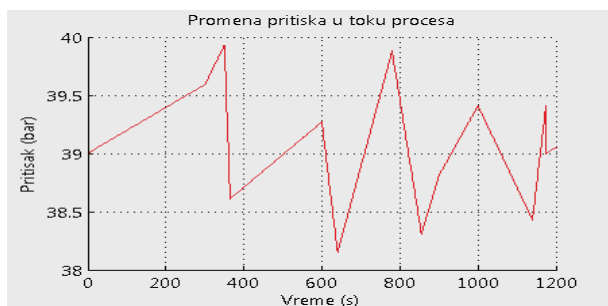
У случају да је дошло до раста притиска изнад горње границе интервала таблица истинитости ће добити сигнал за активацију. Приликом активирања таблице истинитости долази до провере активних сигнала на њеним улазима односно провере који компресори су активни. Када је то установљено таблица истинитости доноси одлуку да мора искључити један од компресора у комбинацији како би се притисак вратио унутар интервала.

Дакле, рад компресора треба даље оптимизовати у правцу усклађивања са потребама дуваљки. Извођењем симулације, параметри процеса су подешени тако да се рад компресора редефинисао тако да се водило рачуна о томе да се компресори могу искључивати максимално шест пута у року од једног сата, тј. два пута у року од двадесет минута, колико траје симулација. Коначан распоред рада компресора је приказан временским дијаграмом на слици 5 [7].



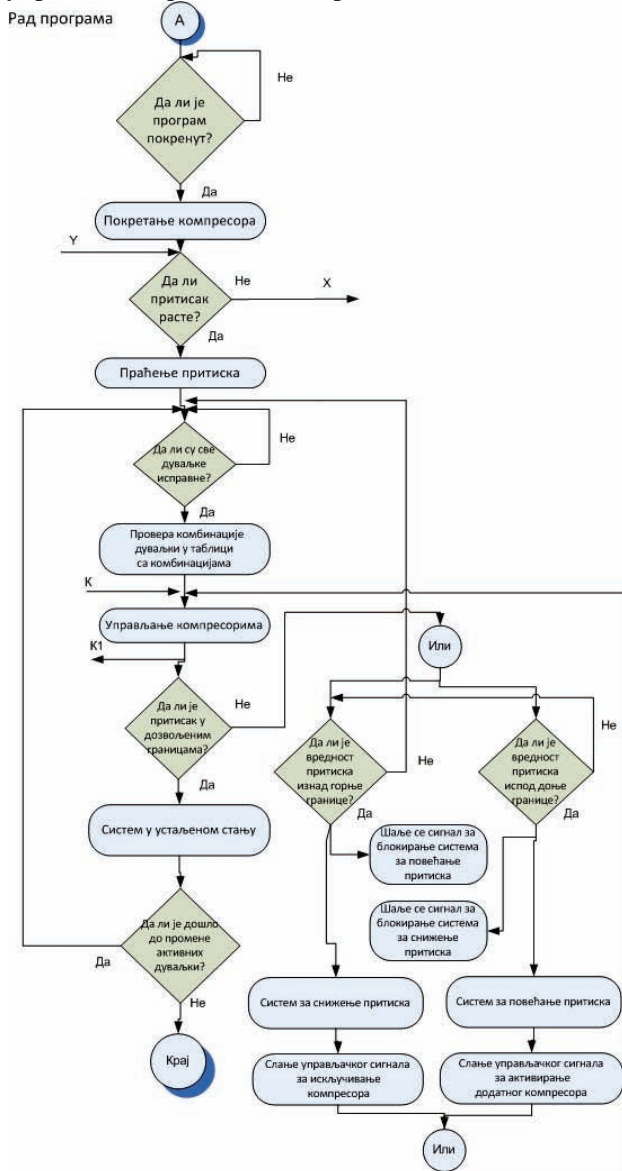
Слика 5. Оптималан распоред рада компресора

На слици 6 приказан је дијаграм промене притиска у резервоару. Притисак задовољава почетна ограничења, креће се у границама дозвољених одступања од 38 до 40 бара, тако да се, уз подршку у одлучивању дошло до оптималног решења за дати распоред рада дуваљки [7].



Слика 6. Дијаграм промене притиска у току процеса

3.3. Алгоритам програма којим се врши управљање производним процесом



Слика 7. Алгоритам рада програма који врши процес управљања компресорском станицом.

4. ЗАКЉУЧАК

Суштина целог рада јесте управљање вишекомпресорским станицама помоћу софтвера који ће на адекватни начин оптимизовати рад дате станице и побољшати енергетску ефикасност пнеуматског система. Поред приказа целокупног система за производњу,

припрему, дистрибуцију и потрошњу ваздуха под притиском, који је дат у уводном делу рада, посебна пажња је посвећена начинима управљања компресорима.

У раду су на основу полазних претпоставки да постоји ограничен број потрошача (у разматраном примеру 4) и ограничен број компресора (у разматраном примеру 4) предлаже примена софтвера којим се реализује предложени алгоритам управљања. Као улазне информације, сматра се да постоји сигнал о стању потрошача (дуваљка ради, дуваљка не ради) који се из производног погона до компресорске станице доводи на одговарајући начин.

На тај начин се врши предиктивно управљање радом вишекомпресорске станице, са карактеристикама сличним најсавременијем систему управљања који користи притисак/проток контролер. Предност овог решења је што се не морају уграђивати скупа мерила протока и притиска а добија се скоро исти квалитет управљања – осцилација притиска приближно $\pm 2,5$ бар-а. Може се закључити да је ова област веома комплексна и сложена и да постоји доста потенцијала у даљем развоју којим ће се повећавати енергетска ефикасност пнеуматских система.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Др. Драган Шешлија: ПРОИЗВОДЊА, ПРИПРЕМА И ДИСТРИБУЦИЈА ВАЗДУХА ПОД ПРИТИСКОМ, Нови сад, 2002.
- [2] Ernest J. Wichert: Control system for controlling multiple compressors, patent, 9 may 2002.
- [3] Sridharan Raghavachari: Multiple compressor control system, patent, 22 may 2005.
- [4] Stephen. M. Currier, Bert. G. H. Penhollow, Gordon G. Hof, Norbert L. Mass: Multiple compressor controller and method, patent, 5 march 1985.
- [5] Joseph L Foszcz: Controls increase compressor efficiency, Plant Engineering Magazine; May 2002; 56, 5; ProQuest Science Journal.
- [6] Energy Efficiency Enquiries Bureau : GOOD PRACTICE GUIDE 241 - ENERGY SAVINGS IN THE SELECTION, CONTROL AND MAINTENANCE OF AIR COMPRESSORS, 1998.
- [7] Др. Драган Шешлија, Д. Узелац, Б. Стеванов, В. Јовановић, Ч. Лаловић: ПРИЛОГ ОПТИМИЗАЦИЈИ РАДА ВИШЕКОМПРЕСОРСКИХ СТАНИЦА, HIPNEF 2006, Врњачка Бања, Србија.

Кратка биографија:

Мирослав Илић рођен је у Новом саду 1984. год. Дипломски-мастер рад на Факулету техничких наука из области Мехатроника – Мехатроника, роботика и аутоматизација одбранио је 2009. Год.

Драган Шешлија рођен је у Кикинди 1955. Год. Докторирао је на Факултету техничких наука, област Роботика 1997 год., а од 2002 је по звању ванредни професор. Област интересовања су мехатроника, роботика и аутоматизација (пнеуматика).

UPRAVLJANJE UREĐAJIMA PREKO GLASOVNIH KOMANDI

DEVICE MANAGEMENT VIA VOICE COMMANDS

Sabolč Horvat, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – Ovaj rad bavi se problemom implementacije softvera za prepoznavanje govora i problemom upravljanja glasovnim komandama. Kao praktični deo, opisano je upravljanje klima uređajem glasovnim komandama. Takođe, ukazano je na prednosti, i probleme koji se javljaju.

Abstract – This paper discuss the issue of implementation of speech recognition software and managing with voice commands. Also, a voice command management of air conditioner is described as a practical part. Also, it's been pointed out to the advantages and problems which appears.

Ključne reči: Glasovno upravljanje, Prepoznavanje reči, Klima uređaj, Grammar, Hypothesis, Recognition, Infracrveni signal, Binarna povorka impulsa, .wav fajl

1. UVOD

Težnja čoveka ka pojednostavljivanju zadataka je dovela do razvoja tehnologije, a i automatizacije radi što lakšeg upravljanja i većeg komfora. Razvoj Infrared tehnologije omogućava prenos binarnih signala, i omogućava nastanak daljinskih upravljača, kako za televizore, tako i za mnoge druge tehničke uređaje. Pojavljuje se i Bluetooth tehnologija koja omogućava prenos podataka i do 100 metara, u zavisnosti od klase u koju spada, i za razliku od Infrared tehnologije, koja ne može emitovati signale kroz zidove, Bluetooth emituje signale u svim pravcima i kroz prepreke, uz uslov da prijemnik bude u opsegu. Daljinsko upravljanje se danas primenjuje gde god je moguće. Tako je i upravljanje glasom postalo jako primamljivo poslednjih godina-decenija. Cilj upravljanja glasom jeste da omogući izvršavanje određenog zadatka samo izgovaranjem odgovarajućih reči ili da identifikuje glas, ako govorimo o prepoznavanju glasa.

2. PREPOZNAVANJE GOVORA, PRIMENA I PRISTUPI PREPOZNAVANJU GOVORA

Razlikujemo prepoznavanje govora i prepoznavanje glasa. Prepoznavanje govora predstavlja mogućnost mašine ili programa da prihvati i prevede govorne signale u niz reči uz pomoć algoritma implementiranog kao računarski program, dok prepoznavanje glasa predstavlja i identifikaciju osobe na osnovu glasa (prepoznavanje govornika). Ova oblast je relativno nova i nije toliko rasprostranjena, naročito na našim prostorima, što je čini interesantnijom, mada se sad već uveliko razvija i usavršava.

NAPOMENA:

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

Primena prepoznavanja govora uključuje glasovno biranje/pozivanje, usmeravanje poziva (npr. poziv na račun sagovornika), unos jednostavnih podataka (npr. broja kartice), priprema strukturiranih podataka i govorna audio pretraga zasnovana na sadržaju.

Problem od velikog značaja je okarakterisati signal zvuka ili govora, koji je čist ili zašumljen kontinualan signal, pomoću odgovarajućeg modela signala. Ovakav model je značajan, jer omogućava odgovarajući teorijski opis signala pomoću koga se može predložiti odgovarajuća obrada signala i na taj način dobiti željeni izlaz. Na primer, ako je u pitanju obrada govornog signala koji je zagađen šumom ili smetnjama prilikom prenosa signala, model signala se može iskoristiti kako bi se šum optimalno otklonio i potisnuo poremećaj koji se pojavio prilikom prenosa.

Drugi značajan razlog zbog koga je važno razvijati modele procesa jeste da ti modeli često govore nešto o izvoru signala čak i onda kada ti izvori nisu na raspolaganju. U takvim slučajevima se, ako su na raspolaganju dobri modeli signala, mogu generisati, odnosno simulirati realni signali.

Možda i najvažniji razlog razvoja modela signala jeste razvoj efikasnih uređaja sistema za predikciju, prepoznavanje, identifikaciju itd. Postoje deterministički i statistički modeli. Deterministički modeli se baziraju na konkretnom znanju specifičnih osobina signala. Kod ovih modela se uglavnom, na osnovu ovog znanja, usvajaju karakteristični oblici a zatim se uglavnom estimiraju parametri kao što su amplituda, učestanost, fazni stav i tome slično. Kod statističkih modela, cilj je da se izvrši karakterizacija statističkih osobina procesa. Primeri takvih statističkih modela uključuju Gausovske procese, Poasonove procese, Markovljeve procese, pa i skrivene Markovljeve procese. Zajednička nit ovih modela jeste da se signali mogu okarakterisati kao slučajni procesi pri čemu je važno odrediti stohastičke parametre ovih procesa.

Pristupi statičkog prepoznavanja govora su takođe i prepoznavanje govora zasnovano na neuronskim mrežama, dinamičkoj vremenskoj krivi kao i prepoznavanje govora zasnovano na znanju. Postoji i pristup, koji koristi kombinaciju skrivenog Markovljevog modela i neuronskih mreža. Sa stanovišta obrade govornog signala oba od ovih pristupa u modeliranju mogu biti od značaja i od koristi.

Za korišćenje sa kompjuterom, analogni audio signal treba da se pretvori u digitalni, što zahteva A/D konverziju. Da bi kompjuter dešifrovao signal, mora da ima digitalnu bazu podataka tj., rečnik reči ili slogova i mogućnost brzog upoređivanja podataka sa signalima. Baza se nalazi na hard disku, dok se pokretanjem programa smešta u memoriju, a komparator upoređuje ove podatke sa izlazom A/D konvertora. Veličina

efektivnog rečnika programa za prepoznavanje govora je u direktnoj vezi sa kapacitetom RAM memorije kompjutera na koji je instaliran. Program naravno radi mnogo brže, ako se ceo rečnik može smestiti u RAM, nego kada je rečnik na hard disku. Performansa sistema prepoznavanja govora je obično određena preciznošću i brzinom. Preciznost je merena stopom pogrešnih reči, dok je brzina merena faktorom realnog vremena.

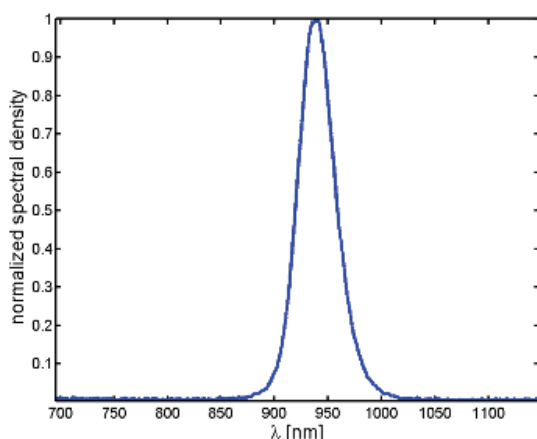
2.1. Microsoft Speech SDK 5.1

U radu je korišćen softver Microsoft Speech SDK 5.1. Microsoft Speech SDK je jedan od mnogih alata, koji imaju mogućnosti prepoznavanja i generisanja govora i dodavanje ih raznim aplikacijama. Speech SDK se može koristiti u C#, C++, VB ili bilo kom COM (Component Object Model) kompatibilnom jeziku. Softver u sebi ima engleski „grammar“ (listu ili bazu reči sa kojima se upoređuju izgovorene reči). Baza reči se može napraviti, pa da se tako ograniči broj mogućih prepoznavanja. Softver sadrži tzv., „Shared recognition engine“ i „InProc recognition engine“ koji služe za upoređivanje signala se bazom reči. Shared recognition engine se koristi kada više aplikacija koriste/posmatraju isti ulaz. Najvažniji događaji preko kojih softver dejstvuje sa aplikacijama su događaji prepoznavanja i hipoteza (pretpostavki).

3. KLIMA UREĐAJI

Klima uređaji su poslednjih nekoliko godina postali dostupni širokoj populaciji. Kada se pominje klimatizacija, obično se misli na hlađenje prostorije, ali se pod pojmom klimatizacija podrazumevaju i sledeće funkcije: hlađenje, grejanje, sušenje, ventilacija i filtriranje vazduha.

Uobičajen način upravljanja klima uređajem jeste preko daljinskog upravljača, infra red komunikacijom. U zavisnosti od pritisnutog dugmeta na daljinskom upravljaču, generišu se različite povorke binarnog impulsa koji pobuđuju predajnik. Predajnik je najčešće izveden pomoću predajničke infra red diode koja emituje signal talasne dužine 940 nm (Slika 1.).



Slika 1. Talasna dužina infracrvene svetlosti

Infracrveni signal detektuje prijemnik na klima uređaju, koji je obično u obliku infracrvenog tranzistora i koji pretvara primljeni binarni kod u električni signal i prosleđuje ga kontroleru koji upravlja radom uređaja. Ovaj vid komunikacije korišćen je i u radu, da ne bi zahtevalo modifikaciju klima uređaja.



Slika 2. Infracrveni predajnik na daljinskom upravljaču

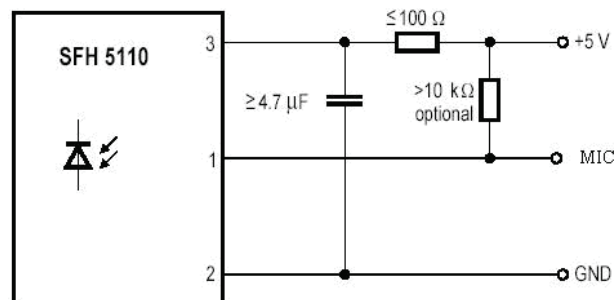
4. SNIMANJE KOMANDI

Da bi se moglo upravljati radom klima uređaja sa računara, ulogu daljinskog upravljača obavlja infra crveni predajnik, koji je povezan na „line out“ izlaz zvučne kartice (Slika 3.) personalnog računara, dok njegov rad kontroliše aplikacija. Infracrvena dioda je povezana na upravljački tranzistor, a rad tranzistora zavisi od napona tj., signala koji se pojavi na „line out“ izlazu zvučne kartice. Da bi mogli slati potrebne komande, oni se najpre moraju snimiti.

Snimanje komandi se vrši pomoću Sony Sound Forge softvera, a hardverski deo, koji omogućava prihvatanje infra crvenih sekvenci sa daljinskog upravljača (Slika 4.) je ostvaren pomoću infra crvenog prijemnika, koji je povezan na mikrofonski ulaz zvučne kartice. Kondenzator u kolu služi za eliminisanje smetnji, dok su otpornici postavljeni radi regulisanja struje kroz kolo. Nakon snimanja, Sound Forge od binarne povorke impulsa napravi wav fajlove i dalje se manipuliše sa tim wav fajlovima.



Slika 3. Izgled zvučne kartice

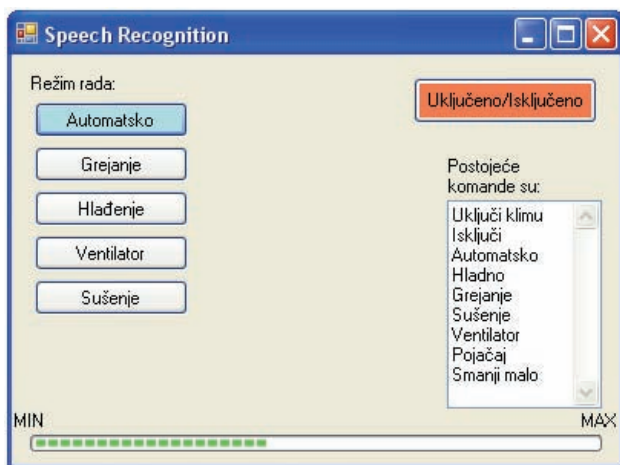


Slika 4. Šema infracrvenog prijemnika za snimanje komandi

5. UPRAVLJANJE

Aplikacija koja poziva Microsoft-ov SAPI 5.1 (Speech Application Programming Interface) je napisana u programskom jeziku C#. Ona ima za zadatak da u slučaju prepoznavanja neke od navedenih reči u „grammar“-u, pokrene tj., pošalje odgovarajući .wav fajl (upravljačku komandu) na izlaz zvučne kartice. Ovo treba da ima efekat kao da je pritisnuto odgovarajuće dugme na daljinskom upravljaču.

„Grammar“ je obična tekstualna datoteka, koja sadrži reči, slogove ili najbolje da sadrži izraze od više reči radi preciznijeg prepoznavanja. Nakon pokretanja aplikacije, prikazuje se prozor u kome su vidljive sve moguće komandne reči i program čeka na komandu za uključivanje. Nakon prepoznavanja komande za uključivanje, omogućeno je biranje režima rada i podešavanje temperature. U prozoru su prikazani i polja sa režimima rada, koja se osvetle tj., promene boju prilikom promene režima. Takođe je prikazano i polje koje svetli kada je poslata komanda za uključivanje odnosno obrnuto kada je poslata komanda za isključivanje. Na slici 5. je prikazan prozor u kome se prati trenutno stanje i promene u upravljanju klima uređajem.



Slika 5. Prikaz dešavanja

Pošto softverski paket za prepoznavanje govora nema u sebi srpski jezik, mora se improvizirati, i u listu komandi reči treba napisati na engleskom. Pored ove liste, postoji još i lista sa učitanim režimima rada i „Uključeno/Isključeno“ tekstualnim zapisom, koja služi da bi se generisali već pomenuta polja za prikaz postojećih režima rada, i polje „Uključeno/Isključeno“.

Za ispis postojećih odnosno mogućih komandi koristi se ugrađena funkcija `AppendText()`;

Ove 'komplikacije' se javljaju samo zbog toga što SAPI nema u sebi srpski jezik, jer kad bi reči u listu komandi upisali kako se pišu na srpskom, softver ne bi prepoznao to što treba.

Da bi se ovo pojasnilo, u nastavku su prikazane govorne komande kako su upisane, da bi program prepoznao što želimo i kako se izgovaraju.

Lista komandi sa kojima program upoređuje izgovorene komande:

- u qlyuchy klimu
- aut omatsko

- gre ja nje
- hladno
- ventil ator
- su shenje
- is qlyuchy
- po ya chaj
- sma njee malo.

Lista komandi, kako se izgovaraju i kako su prikazani korisniku:

- uključi klimu
- automatsko
- grejanje
- hladno
- ventilator
- sušenje
- isključi
- pojačaj
- smanji malo.

Kada bi se koristile engleske reči, ovaj problem bi bio izbegnut i mogla bi se koristiti ista lista kao lista postojećih komandi i lista za prikaz tih komandi, bez potrebe za `AppendText()` funkcijom.

Da bi se upravljački signal mogao slati, svakoj od navedenih komandi se pomoću ugrađene funkcije `SoundPlayer` pridružuje lokacija jednog od wav fajlova koji se nalaze na hard disku i koji predstavljaju binarnu povorku signala tj., upravljački signal.

Izvršava se inicijalizacija softvera za prepoznavanje govora, učitavanje biblioteke i pozivanje „`EventHandler`“. Metoda `AddWordTransition` vrši prevod reči iz jednog stanja u drugo u istom pravilu. Ovom metodom se specificirane sve komande iz liste, pa kada se izgovori sekvenca reči, ono je prihvata ako pravilo može proći kroz sekvencu od početka do kraja. Učitavanje podataka u liste list i lista se vrši iz datoteka `vshostd.exe` i `dugmici.exe`, koje su tekstualne datoteke sa promenjenom ekstenzijom i to se vrši odmah nakon pokretanja aplikacije i inicijalizacije objekata, pre nego što se započne bilo kakvo prepoznavanje. U slučaju da je neka od datoteka `vshostd` ili `dugmici` obrisan, korisniku se ispisuje poruka i dolazi do prekida programa.

Nakon inicijalizacije i učitavanja podataka, program neprestano traži događaje pretpostavki i prepoznavanja i ove pretpostavke i prepoznavanja se mogu ispisati po slogovima, kako ih program prepoznaje. Ovo je važnije prilikom samog razvoja programa nego što je korisniku od koristi, pa se shodno tome, ispis prepoznatih slogova vidi samo prilikom praćenja izvršenja samog koda.

U metodi gde se nalazi kod za ispis prepoznatih komandi u slučaju prepoznavanja, nalaze se i svi ostali zadaci, koji treba da su posledice prepoznavanja. Prvo se vrši preuzimanje rezultata tj., da se vidi šta je prepoznato, što je možda i najvažnije u ovom delu koda i na osnovu rezultata se vrše potrebni zadaci, šalju odgovarajući signali. U prozoru je prikazan i progress bar preko kojeg se prate komande za povećanje i smanjenje. Prozor se može spustiti u tray područje bez prekida procesa rada i posle dvoklikom da se podigne. Prilikom zatvaranja se pamte stanja u kome se uređaj nalazio i kod ponovnog otvaranja to su inicijalna stanja. U slučaju da se obriše ili premesti datoteka u kome se čuvaju stanja, korisniku se

ispisuje poruka i u tom sučaju nije prikazan u kom je režimu rada uređaj i progress bar je na 'nuli' tj., smanjen.

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu je predstavljen interfejs za upravljanje uređajima pomoću glasovnih komandi. Prikazana je primena za upravljanje klima uređajem, mada se sam program može koristiti i za druge primene tj., upravljanje drugim uređajima. U slučaju drugih uređaja, ako koriste infracrvenu komunikaciju, onda je razlika jedino u komandama, a ako se koristi za upravljanje uređajima koji ne koriste infracrvenu komunikaciju mora se praviti interfejs koji će proslediti komande na odgovarajući način ili se moraju vršiti modifikacije na samom uređaju. Program za govorno upravljanje se, uz malo modifikacije, može iskoristiti i za upravljanje sa više uređaja odjednom (npr. klima uređajem, televizorom, muzičkim stubom itd.), ali treba proširiti listu upravljačkih komandi ili da se napravi zasebni grammar za svaki uređaj, a program će u slučaju prepoznavanja, u zavisnosti od komande, odrediti o kom grammaru se radi i vršiti zahtevani zadatak. U slučaju zasebnih grammara se mogu koristiti čak i iste upravljačke komande, jer je uvek uključen samo jedan od grammara. Takođe je predstavljen i Microsoft Speech SDK 5.1, softver koji se koristi za samo prepoznavanje govora, opisani su uobičajeni načini pristupa prepoznavanju govora, metode/modeli koji se koriste za analizu i obradu govornih signala, a u kratkim crtama opisana je i primena klima uređaja i uobičajen način upravljanja. Opisan je takođe i uređaj za snimanje komandi sa daljinskog upravljača, koji je ostvaren kao infracrveni prijemnik i koji je povezan na mikrofonski ulaz zvučne kartice, i softver u kome se vrši snimanje i smeštanje signala na hard disk u obliku wav fajla, kao i sistem prosleđivanja signala klima uređaju sa izlaza zvučne kartice, pomoću infracrvenog predajnika.

Upravljanje glasom u svakodnevnom životu predstavlja težak zadatak, jer programi za prepoznavanje govora prave greške. U kontrolisanim uslovima je zadatak znatno olakšan, zato se na primer prilikom diktiranja mogu postići jako dobri rezultati, ali upravljanje u realnim uslovima je sasvim drugačiji problem.

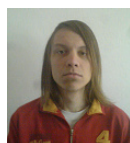
Problem predstavljaju zvukovi sa strane koji mogu dati lažni ulaz, takođe, i reči koje zvuče slično, ali se pišu drugačije i imaju drugo značenje, mogu stvarati poteškoće. Ovi problemi će se možda rešiti u budućnosti korišćenjem informacija o kontekstu, mada se do neke mere mogu rešiti i samim izborom govornih komandi, izborom neobičnih reči koje se retko pojavljuju u svakodnevnom govoru, različitosti govornih komandi ili izborom niza reči kao komande.

Uprkos problemima koje se javljaju, dalji razvoj interfejsa za upravljanje uređajima preko govornih komandi je moguć i može se proširiti na veliki broj uređaja uz dobar izbor načina komunikacije i eventualnu modifikaciju određenih uređaja.

7. LITERATURA

- [1] Herbert Schildt, "C# 3.0: A Beginner's Guide"
- [2] Herbert Schildt, "C# 3.0: The Complete Reference"
- [3] Internet stranica "www.codeproject.com"
- [4] Internet stranica "en.wikipedia.org"
- [5] Internet stranica "sr.wikipedia.org"
- [6] Internet stranica "social.msdn.microsoft.com"
- [7] Internet stranica "searchcrm.techtarget.com"

Kratka biografija:



Sabolč Horvat rođen je u Zrenjaninu 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehatronike – Mehatronika, robotika i automatizacija odbranio je 2009.god.

