



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXV

Број: 15/2010

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“
Година: XXV Свеска: 15

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

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

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

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

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

У овом броју штампани су радови студената мастер студија, сад већ дипломираних инжењера – мастера, који су дипломирали у периоду 01.10.2010. до 30.11.2010. год., а који се промовишу 27.01.2011. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових дипломских радова. Део радова већ раније је објављен на некој од домаћих или међународних научних конференција.

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

У овој свесци објављени су радови из области машинства, електротехнике и рачунарства саобраћаја, графичког инжењерства и дизајна и архитектуре.

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

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

„Високо место у друштву најбољих“

Уредништво

Radovi iz oblasti: Mašinstvo

1. Goran Jovičić, Velimir Todić, Mijodrag Milošević,
UPOREDNA ANALIZA ALATA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE POGODNIH ZA RAZVOJ
INTEGRISANIH CAPP SISTEMA 3175
2. Ibika Rac, Velimir Todić, Dejan Lukić ,
PROJEKTOVANJE STANDARDNOG TEHNOLOŠKIH PROCESA IZRADE GRUPE ZUPČANIK
NA PRINCIPIMA GRUPNE TEHNOLOGIJE 3179
3. Jovan Vukman, Velimir Todić, Dejan Lukić,
ZNAČAJ PRIMENE STEP STANDARDA U PROIZVODNOM INŽENJERSTVU 3183
4. Nikola Kalentić,
PRIMENA CAD/CAE/CAM TEHNOLOGIJA PRI IZRADI GRAVURE ALATA 3187

Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo

1. Nebojša Stričević,
SEMANTIČKI VEB SERVIS ZA POLAGANJE DRŽAVNOG STRUČNOG ISPITA 3191
2. Milen Miodanić,
JEDNO REŠENJE DISTRIBUIRANE OBRAD ZASNOVANE NA RASPLINUTOJ LOGICI 3195
3. Igor Cavrić,
JEDNO REŠENJE DISTRIBUIRANE OBRAD ZASNOVANE NA PROCENI PERFORMANSE
RAČUNARA 3199
4. Kristina Stojaković,
PRIMENA FUZZ TESTIRANJA NA DMS SOFTVER PO SDL METODOLOGIJI 3203
5. Zdravko Panjkov, Mihajlo Katona, Rastislav Struharik,
PROJEKTOVANJE I VERIFIKACIJA VIDEO IZLAZA VISOKE REZOLUCIJE 3207
6. Dušan Đukić, Vladimir Katić,
MALE HIDROELEKTRANE U VOJVODINI 3211
7. Dejan Kurtović, Dragana Bajić, Tatjana Lončar-Turukalo,
PROCENA NELINEARNOSTI SIGNALA STRESIRANIH ŽIVOTINJA METODAMA
APROKSIMATIVNE ENTROPIJE 3215
8. Goran Murić,
TEHNIKE RAZVOJA APLIKACIJA INFORMACIONOG SISTEMA ZASNOVANE NA PRIMENI
ALATA DEKLARIT 3219
9. Željko Beljić, Nemanja Gazivoda,
MERNO-UPRAVLJAČKI SISTEM ZA PULSNU OKSIMETRIJU NA BAZI PIC
MIKROKONTROLERA 3223
10. Darko Kasalica,
RAZVOJ SOFTVERSKOG ALATA ZA ODRŽAVANJE CIM MODELA
DEFINISANOG U ENTERPRISE ARCHITECT-U 3227
11. Božo Radanović,
LOKALNA AUTOMATIKA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI 3231
12. Stanko Knežević,
KONTEKSTNI MATEMATIČKI MODEL VELIKIH DISTRIBUTIVNIH MREŽA 3235
13. Dragan Stevanov,
VIZUELIZACIJA OPENSTREETMAP ZAPISA U REALNOM VREMENU ZASNOVANA NA
NAPREDNIM MOGUĆNOSTIMA GRAFIČKOG PROCESORA 3238

14. Milana Pavličević,	
DISPEČER TRENING SIMULATOR U PRENOSNIM I DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA	3242
15. Nikola Lisov, Tatjana Lončar-Turukalo, Dragana Bajić,	
SPEKTRALNA I TEMPORALNA ANALIZA BAROREFLEKSNE OSETLJIVOSTI	3246
16. Miljan Dubovac,	
MERNO UPRAVLJAČKI SISTEM ZA REGULACIJU TEMPERATURE IMPLEMENTIRAN	
POMOĆU SIEMENS PLATFORME	3250
17. Ana Obradović, Vesna Spasić Jokić,	
SISTEM ZA AUTOMATIZACIJU POVRŠINSKIH KALEMOVA ZA KIČMU KOD NMR UREĐAJA .	3254
18. Tijana Mašić, Nenad Četić, Jelena Kovačević, Vladimir Kovačević	
JEDNO PROŠIRENJE RAZVOJNOG INTEGRISANOG OKRUŽENJA ZA NAMENSKE	
PLATFORME , TELFOR, Beograd, novembar 2010.	3257
19. Petar Petrović, Robert Pečkai-Kovač, Stanislav Očovaj, Jelena Kovačević,	
JEDNO REŠENJE DINAMIČKOG POBOLJŠANJA PERCEPTUALNOG KVALITETA	
ŠIROKOPOJASNOG AUDIOSIGNALA U PRISUSTVU BUKE , TELFOR	3261
20. Cvetko Zubanov,	
GEOGRAFSKI PRIKAZ ŠEME SREDNJE NAPONSKE MREŽE ZADANE U XML OBLIKU	3265
21. Nemanja A. Lukić, Milenko Z. Herget, Miodrag Temerinac, Vladimir Kovačević,	
OCENJIVANJE PRIMENE CBE I INTEL ZASNOVANIH PLATFORMI U DOMENU PROCENE	
KVALITETA VIDEO SIGNALA U REALNOM VREMENU, TELFOR, Beograd, novembar	
2009.	3269
22. Viktor Bek,	
PORTIRANJE DMSJavaMobile APLIKACIJE NA BlackBerryOS	
PLATFORMU I NJENO PRILAGOĐAVANJE ZA OFFLINE RAD	3273
23. Nemanja Živković,	
FORMIRANJE MODELA PRENOSNIH MREŽA ZA POTREBE OTVORENOG EVROPSKOG	
TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE	3277
24. Bajko Тодић,	
АПЛИКАЦИЈА ЗА ПРЕГЛЕД ЛОГ ДАТОТЕКА DMS СОФТВЕРА	3281
25. Nataša Samardžić,	
KARAKTERIZACIJA, OPTIMIZACIJA I UPOREDNI PRIKAZ n I p-TIPA GaAs/AlGaAs	
INFRACRVENIH FOTODETEKTORA NA BAZI KVANTNIH JAMA	3285
26. Dragana Vasiljević,	
AKTUATOR NERNVIH IMPULSA	3289
27. Ognjen Iković, Dragan Bošković,	
PRISTUPNA STANICA MEŠ MREŽE: RADIO ARHITEKTURA I REALIZACIJA MREŽNOG	
MOSTA	3293
28. Mirko Ćirilović, Dragan Bošković,	
PRISTUPNA STANICA MEŠ MREŽE: PREGLED PROTOKOLA RUTIRANJA I REALIZACIJA	
MREŽNOG MOSTA	3297
29. Dragan Lešić,	
TEHNIKE RAZVOJA APLIKACIJA INFORMACIONOG SISTEMA, ZASNOVANE NA PRIMENI	
ALATA „HIBERNATE“ I „RUBY ON RAILS“	3301
30. Viktor Nejgebauer, Vladimir Katić,	
ELEKTRONSKI TRANSFORMATORI - PREGLED I REŠENJA	3305
31. Milica Kisić, Dejan Krstić,	
UTICAJ SMETNJI KOJE SE JAVLJAJU NA MASI NA RAD DIGITALNIH LOGIČKIH KOLA	3309

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Irena Kepić, Momčilo Kujačić,	
SERTIFIKACIONA TELA I UTICAJ NA RAZVOJ ELEKTRONSKOG PLAĆANJA	3313
2. Ксенија Петрин, Момчило Кујачић,	
ПРАВЦИ РАЗВОЈА КЛАСИЧНИХ ПОШТАНСКИХ УСЛУГА	3317

3. Јелена Девић, РАЗВОЈ ЕЛЕКТРОНСКОГ ПОСЛОВАЊА ПОШТЕ ПУТЕМ УВОЂЕЊА ВИРТУЕЛНИХ ШАЛТЕРА	3321
4. Dušan Stanković, Ratomir Vračarević, ANALIZA MOGUĆNOSTI UVOĐENJA TRAMVAJSKOG PREVOZA U GRADU NIŠU	3325
5. Саша Радонић, АНАЛИЗА УСЛОВА ОДВИЈАЊА САОБРАЋАЈА НА МАГИСТРАЛНОМ ПУТУ М-17 У ДОБОЈУ СА ПРЕДЛОГОМ МЈЕРА ЗА ЊЕГОВО ПОБОЉШАЊЕ	3329
6. Реља Ђерић, ВРЕДНОВАЊЕ ПРЕДЛОГА РЈЕШЕЊА РАСКРСНИЦА НА ПУТУ М-19.1 НА ДИОНИЦИ ОД СОКОЦА ДО РАСКРСНИЦЕ СА ПУТЕМ М-19.3	3333
7. Владимир Стојковић, АНАЛИЗА И ПРИМЕНА МЕТОДА ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ СУДАРА АУТОМОБИЛА ПРИМЕНОМ САВРЕМЕНИХ УРЕЂАЈА	3337
8. Siniša Zekanović, Željko Trpovski, MOBILNE VIRTUELNE PRIVATNE MREŽE	3341

Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1. Предраг Новаковић, Драгољуб Новаковић, Игор Карловић, УПОРЕЂИВАЊЕ FULL FRAME И APS-С СЕНЗОРА ДИГИТАЛНИХ SLR ФОТОАПАРАТА	3345
2. Nataša Milović, Dragoljub Novaković, Sandra Dedijer, ISTRAŽIVANJE UTICAJA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI FLEKSO ŠTAMPE PUNIH TONOVA NA ALUMINIJUMSKOJ PODLOZI	3349
3. Slađana Tatić, Miljana Prica, Julija Fišl, POREĐENJE OSOBINA NERECIKLIRANOG I RECIKLIRANOG KARTONA PRE I POSLE UBRZANOG STARENJA	3353
4. Milan Plavšić, Ratko Obradović, VIZUELIZACIJA HELIKOPTERA MODELA "APACHE AH – 64", ANIMACIJA NJегоVOG LETA I PRIMENA SISTEMA ČESTICA	3356
5. Ненад Познановић, Ратко Обрадовић, ВИЗУАЛИЗАЦИЈА ЕНТЕРИЈЕРА ГРАДСКЕ КУЋЕ У НОВОМ САДУ	3360
6. Rastko Milošević, Dragoljub Novaković, Sandra Dedijer, ISPITIVANJE AMPLITUDNIH PARAMETARA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI FLEKSOGRAFSKIH ŠTAMPARSKIH FORMI	3364
7. Nataša Zarić, Dragoljub Novaković, Igor Karlović, KOLORIMETRIJSKA KARAKTERIZACIJA RAZLIKA U REPRODUKCIJI BOJA KOD STONIH INK JET ŠTAMPAČA	3368

Radovi iz oblasti: Arhitektura

1. Nataša Bulut, Darko Reba, STUDIJA JAVNIH GRADSKIH PROSTORA KAO MESTA URBANOG ŽIVOTA – KRITIČKA VALORIZACIJA CENTRALNOG PODRUČJA U NOVOM SADU	3372
2. Marijana Sabadoš, Ljiljana Vukajlov, Mirjana Sekulić, ULOGA I ZNAČAJ VODE U URBANOM PROSTORU	3376
3. Maja Šašo, Radivoje Dinulović, CENTAR ZA RAZVOJ DRUŠTVA	3380
4. Katarina Stojanović, Darko Reba, Ljiljana Vukajlov, URBANISTIČKO-ARHITEKTONSKA STUDIJA DELA KEJA KOD UNIVERZITetskOG PARKA U NOVOM SADU PO BIOKLIMATSKIM PRINCIPIMA	3384
5. Vera Avakumović, PROJEKAT ZAŠTITE ARHEOLOŠKIH OSTATAKA CARSKE PALATE SIRMIJUMA NA LOKALITETU 1a U SREMSKOJ MITROVICI	3388

UPOREDNA ANALIZA ALATA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE POGODNIH ZA RAZVOJ INTEGRISANIH CAPP SISTEMA

COMPARATIVE ANALYSIS TOOLS INTELLIGENCE SUITABLE FOR THE DEVELOPMENT OF INTEGRATED CAPP SYSTEM

Goran Jovičić, Velimir Todić, Mijodrag Milošević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazana analiza alata veštačke inteligencije: neuronske mreže, ekspertni sistemi, fuzzy logika, genetski algoritmi; koji su pogodni za razvoj integrisanih CAPP sistema. Kroz izabrane primere prikazana je i primena ovih alata. Na osnovu prikaza, analize i primera primene posmatranih alata veštačke inteligencije dati su osnovni zaključci ovih istraživanja.

Ključne reči: Tehnološki proces, veštačka inteligencija, neuronske mreže, ekspertni sistemi, fuzzy logika i genetski algoritmi.

Abstract – This paper presents the analysis tools of artificial intelligence: neural networks, expert systems, fuzzy logic, genetic algorithms, which are suitable for the development of integrated CAPP system. Through selected examples show the application of these tools. Based on the preview, analysis and examples of application of artificial intelligence tools studied, the basic conclusions of these studies.

Key words: Technological process, artificial intelligence, neural networks, expert systems, fuzzy logic and genetic algorithms.

1. UVOD

Projektovanje tehnoloških procesa je složen i odgovoran posao koji zahteva poznavanje savremenih metoda obrade i tehnoloških sistema, alata, pribora i merila, određivanje parametara obrade, kao i metoda optimizacije tehnoloških procesa izrade proizvoda. Ono obuhvata transformisanje polaznog materijala (priprema) u gotov deo, uz potrebnu promenu njegovog oblika, dimenzija, unutrašnjih svojstava materijala obratka i kontrolu obrade. Pri projektovanju tehnoloških procesa potrebno je zadovoljiti tehničke, tehnološke i ekonomske zahteve.

U savremenim uslovima, projektovanje tehnoloških oblika vrši se primenom računara, dakle primenom CAPP sistema. Ovi sistemi, bilo da su razvijeni kao specijalizovana programska rešenja, bilo kao rešenja povišenog stepena univerzalnosti bazirana su na primeni veštačke inteligencije, pre svega na primeni neuronskih mreža, ekspertnih sistema, fuzzy logike i genetskih algoritama.

NAPOMENA:

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

Veštačka inteligencija je podoblast računarstava. Cilj primene veštačke inteligencije je razvijanje programa (softvera), koji će računarima omogućiti da se ponašaju na način koji bi se mogao okarakterisati inteligentnim. Savremena istraživanja u veštačkoj inteligenciji su orijentisana na ekspertne i prevodilačke sisteme u ograničenim domenima, prepoznavanje prirodnog govora i pisanog teksta, automatske dokazivače teorema, kao i konstantno interesovanje za stvaranje generalno inteligentnih autonomnih agenata [2].

2. PRIKAZ I ANALIZA NEKIH ALATA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE

2.1. Neuronske mreže

Postoje dve kategorije neuronskih mreža: biološke i veštačke neuronske mreže. Predstavnik bioloških neuronskih mreža je nervni sistem živih bića. Veštačke neuronske mreže su po strukturi, funkciji i obradi informacija slične biološkim neuronskim mrežama ali se radi o veštačkim tvorevinama. Neuronska mreža u računarskim naukama predstavlja veoma povezanu mrežu elemenata koji obrađuju podatke. One su sposobne da izađu na kraj sa problemima koji se tradicionalnim pristupom teško rešavaju, kao što su govor i prepoznavanje oblika. Jedna od važnijih osobina neuronskih mreža je njihova sposobnost da uče na ograničenom skupu primera [1].

Neuronske mreže predstavljaju sistem sastavljen od velikog broja jednostavnih elemenata za obradu podatka. Ovakvi sistemi su sposobni za prikupljanje, memorisanje i korišćenje eksperimentalnog znanja.

2.2. Ekspertni sistemi

„Ekspertni sistemi su kompjuterski programi koji koriste znanje i procedure zaključivanja za rešavanje problema koji su dovoljno teški da zahtevaju značajnu ljudsku ekspertizu za svoje rešavanje” . [2]

Oni predstavljaju jednu od najznačajnijih oblasti istraživanja veštačke inteligencije. Ekspertni sistemi rade koristeći rezonovanje koje podseća na ljudsko, a ne na konvencionalne numeričke postupke.

2.3. Fuzzy logika

Za razliku od formalne logike u kojoj se rezonovanje vrši sa dve vrednosti (tačno – netačno, odnosno 0 - 1), fuzzy logika koristi brojeve iz intervala [0,1], što je mnogo bliže

realnosti, ljudskom razmišljanju i izražavanju. Mnoge pojave u prirodi je teško opisati sa samo dva stanja koja se međusobno isključuju. Fuzzy logika omogućava opisivanje takvih nepreciznih sistema [3].

2.4. Genetski algoritmi

Genetski algoritmi predstavljaju porodicu algoritama koji se služe nekim od genetskih principa, koji su prisutni u prirodi, a da bi rešili određene računske probleme. Genetski algoritam je svaki algoritam koji je zasnovan na nekoj populaciji i operatorima selekcije, rekombinacije i mutacije, koji služe za dobijanje novih tačaka u prostoru pretrage. Ovi algoritmi se mogu koristiti za rešavanje raznoraznih klasa problema jer su prilično opšte prirode. Načelno, oni se koriste kod problema optimizacije – nalaženje optimalnih parametara nekog sistema.

3. OSNOVNE KARAKTERISTIKE I VRSTE CAPP SISTEMA

Projektovanje tehnoloških procesa primenom računara podrazumeva delimičnu ili potpunu automatizaciju u okviru projektovanja. Uključivanjem tehnoloških znanja u proces računarom podržanog projektovanja dovelo je do izgradnje novog koncepta projektovanja pod nazivom automatizovano projektovanje tehnoloških procesa – CAPP sistemi (*Computer Aided Process Planning*). Početak razvoja CAPP sistema je otpočeo sa klasičnim algoritamskim programiranjem, za razliku od današnjih CAPP sistema koji se razvijaju na bazi savremenih naučnih disciplina u okviru informacionih tehnologija kao što su: neuronske mreže, ekspertni sistemi, fuzzy logika i genetski algoritmi.

CAPP – sisteme prema pristupu projektovanja mogu se podeliti na [5]:

- *Varijantne CAPP sisteme*

Kod varijantnih CAPP sistema delovi se klasifikuju u pojedine grupe prema zajedničkim karakteristikama, tako da svaka grupa dobija jedinstveni broj ili kod za identifikaciju, odnosno odgovarajući tehnološki proces

- *Varijantno - Generativne CAPP sisteme*

Varijantno - Generativni koncept CAPP sistema predstavlja napredniji i složeniji nivo razvoja CAPP sistema. Ovi sistemi su bazirani na nezavisnom projektovanju tehnoloških procesa za svaki proizvod ili deo, bez razvrstavanja u grupe ili modifikovanje postojećih standardnih tehnoloških procesa uz minimalno učešće tehnologa

- *Generativni CAPP sistemi*

Ovi sistemi počeli su da se razvijaju na bazi varijantno - generativnih CAPP sistema. U odnosu na varijantno generativne sisteme razlikuju se po tome što se u primeni veštačke inteligencije, pored baza znanja i ekspertnih sistema, koriste i neuronske mreže, fuzzy logika i genetski algoritmi

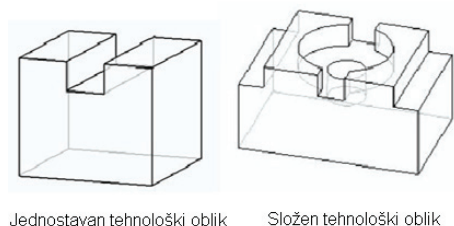
CAPP sistemi su prevashodno usmereni ka povezivanju CAD i CAM sistema odnosno, njihovoj integraciji. Kako su moderni principi CAD i CAM sistema bazirani na konceptu modelskih formi, odnosno oblika kao osnovnih strukturnih elemenata geometrije i tehnologije izrade

proizvoda, to su i implementacioni zahtevi koji se postavljaju pred CAPP sisteme povezani upravo sa tim konceptom.

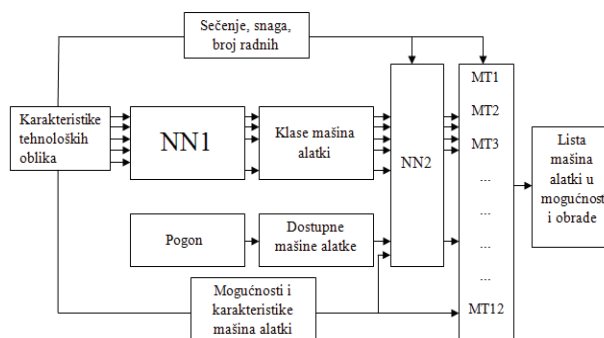
3.1. Primena alata veštačke inteligencije u razvoju CAPP sistema

Kod neuronskih mreža biće predstavljen primer gde se vrši integracija neuronskih mreža u CAD/CAM okruženju za automatski izbor mašina alatki.

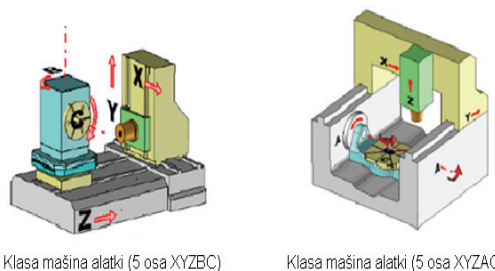
Osnovni problem u procesu projektovanja tehnološkog procesa razmatran u ovom primeru je optimizacija izbora alatnih mašina u zavisnosti od oblika radnog predmeta, koji sadrži jednostavne i interaktivne (složene) tipske tehnološke oblike (slika 1). Prvo, ovo rešenje bazirano je na poznavanju baza podataka u istraživanjima eksperata u proizvodnim preduzećima. Zatim se vrši izbor optimalnih mašina primenom neuronskih mreža (slika 2). Dve neuronske mreže koje sarađuju, NN1 i NN2, koriste se za izbor mašina prema predlogu tehnoloških oblika (slika 3); prva neuronska mreža uzima u ulaz atribut tehnoloških oblika i određuje odgovarajuće klase alatnih mašina, dok druga neuronska mreža za optimizaciju izbora, polazi od kapaciteta pogona. Radni predmet se koristi kao primer za ilustraciju primene predložene metode.



Slika 1. Tehnološki oblici [6]



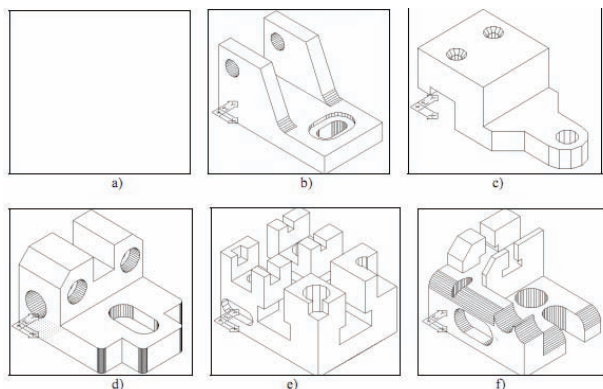
Slika 2. Optimizacija izbora mašina alatki preko neuronskih mreža [6]



Slika 3. Mašine alatke sa različitim kretanjima [6]

Kod ekspertnih sistema predstavljen je primer parametrijskog programa za dizajniranje zasnovanom na tehnolo-

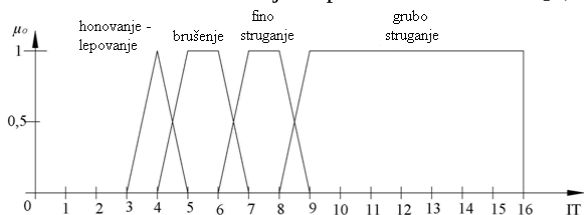
loškim oblicima i ekspertnim sistemima za dizajn. U ovom primeru, razvijen je parametrijski program za dizajniranje koji je zasnovan na tehnološkim oblicima uključujući i tipske tehnološke oblike koji se koriste za obradu prizmatičnih delova metodom. Prizmatični delovi po uzoru na sisteme bazirane na tehnološkim oblicima mogu biti modifikovani parametarski, razvojem modula za parametrijski dizajn. Modifikacija parametarskog modeliranja, omogućava modelirajućem procesu baziranom na tehnološkim oblicima, da bude fleksibilniji i jednostavniji. U razvijenom programu, tehnološki oblici koji su dodati modelu dela pripremljeni su pomoću parametarskog programa za dizajniranje. Ovi programi zasnovani na tehnološkim oblicima, su evoluirali u module ekspertnih sistema i oni se koriste u modeliranju delova nakon što se utvrdi njihova kompatibilnost sa sistemom prema korišćenju određenih pravila [7]. Ovaj sistem je razvijen u AutoCAD-u korišćenjem modula AutoLISP. Na slici 4. prikazani su modelirani delovi primenom razvijenog sistema.



Slika 4. Modelirani delovi primenom razvijenog sistema [7]

Primer primene fuzzy logike prikazan je za određivanje fuzzy promenljive klasa kvaliteta, odnosno tolerancija.

Postoji zavisnost između klase hrapavosti i klase tolerancija, odnosno ekonomičnih tolerancija. U literaturi je definisan ekomičan kvalitet površina za pojedine vrste obrade, kao što su: strganje, glodanje, cilindrično brušenje, ravno brušenje, honovanje, lepovanje, bušenje, proširivanje, razvrtanje. Kod grubog struganja je klasa hrapavosti od N7 do N12, što odgovara IT8 do IT16. Za fino struganje je klasa hrapavosti od N5 do N8 što odgovara IT6 do IT9, kao i kod finog glodanja. Okruglo brušenje je od N3 do N5, što odgovara IT4 do IT7. Honovanje i lepovanje imaju N1 do N3 što odgovara IT3 do IT5. Funkcije pripadnosti fuzzy promenljivih kvaliteta obrađene površine, odnosno klasa tolerancija, za struganje, brušenje i honovanje – lepovanje mogu se definisati na način kao što je to prikazano na slici 5 [8,9].



Slika 5. Funkcije pripadnosti klasa tolerancija za pojedine obrade [8]

Ove funkcije pripadnosti mogu se definisati i jednačinama za pomenute obradne procese, odnosno:

$$\mu_{BR}(IT) = \begin{cases} 0; & IT \leq 4 \\ IT - 4; & 4 < IT \leq 5 \\ 1; & 5 < IT \leq 6 \\ -IT + 7; & 6 < IT \leq 7 \end{cases}$$

$$\mu_{FS}(IT) = \begin{cases} 0; & IT \leq 6 \\ IT - 6; & 6 < IT \leq 7 \\ 1; & 7 < IT \leq 8 \\ -IT + 9; & 8 < IT \leq 9 \end{cases}$$

$$\mu_{GS}(IT) = \begin{cases} 0; & IT \leq 8 \\ IT - 8; & 8 < IT \leq 9 \\ 1; & 9 < IT \leq 16 \\ 0; & 16 < IT \end{cases}$$

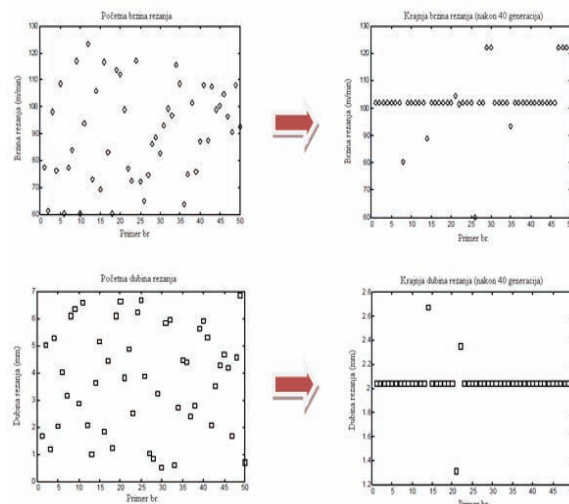
$$\mu_{HON}(IT) = \mu_{LEP}(IT) = \begin{cases} 0; & IT \leq 3 \\ IT - 3; & 3 < IT \leq 4 \\ -IT + 5; & 4 < IT \leq 5 \end{cases} \quad (1)$$

Gde su:

- BR – obrada brušenjem
- FS – obrada finim struganjem
- GS – obrada grubim struganjem
- HON – obrada honovanjem
- LEP – obrada lepovanjem

Na osnovu ovih jednačina, vidi se da se pojedini kvaliteti obrade mogu ostvariti pomoću različitih obrada.

Primena genetskih algoritama prikazana je na primeru određivanja optimalne dubine rezanja i brzine rezanja grupe rotacionih delova (slika 6).



Slika 6. Određivanje optimalnih režima obrade primenom genetskog algoritma[10,11]

Na osnovu ulaznih vrednosti brzina i dubina rezanja, primenom operatora selekcije, rekombinacije i mutacije, dobijene su optimalne vrednosti ovih parametara nakon četrdeset generacija.

4. UPOREDNA ANALIZA ALATA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE

Na osnovu informacija iz raspoložive literature i detaljnog proučavanja alata veštačke inteligencije, može se zaključiti da je njihova primena pogodna za razvoj CAPP sistema i da snaga alata veštačke inteligencije leži u znanju. Tokom proučavanja stekao se utisak da su neuronske mreže za sada najzrelija i najprimenjivija tehnologija. Veliki potencijal neuronskih mreža se nalazi u mogućnosti paralelne obrade podataka, tokom izračunavanja komponenti koje su nezavisne jedne od drugih.

Ekspertni sistemi predstavljaju jednu od najznačajnijih oblasti istraživanja veštačke inteligencije. Ovi sistemi rade koristeći razumevanje koje podseća na ljudsko, a ne na konvencionalne numeričke postupke. Ekspertni sistemi u svojoj primeni postavljaju pitanja, objašnjavaju, rezonuju i zaključuju. Ovi sistemi rezonuju na osnovu kodiranog znanja iz ograničenog domena i mogu prevazići ljudske rezultate.

Fuzzy logika je jako bliska ljudskoj percepciji u mnogim stvarima u životu. U fuzzy logici nije precizno definisana pripadnost jednog elementa određenom skupu, već se pripadnost meri u najvećem broju slučajeva u procentima. Ove mere pripadnosti uzimaju vrednosti od 0 do 1. Fuzzy pristup za jednostavnije sisteme pokazao se kao veoma efikasan i dobro prilagođen ljudskom poimanju stvari, dok se za komplikovane sisteme pokazao kao veoma zategan.

Genetski algoritam je svaki algoritam koji je zasnovan na nekoj populaciji i operatorima selekcije, rekombinacije i mutacije, koji služe za dobijanje novih tačaka u prostoru pretrage. Kao oblik kodiranja kod genetskih algoritama koristi se 0 i 1, mada može biti i drugačiji izbor. Zbog svojih svojstava, genetski algoritmi se mogu primenjivati u problemima gde postoji potreba za robusnom, višedimenzionom pretragom prostora. Mogu se koristiti i u sprezi sa klasičnim optimizacionim algoritmima.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu izloženog može se zaključiti da je razlika između neuronskih mreža i ekspertnih sistema u tome što neuronske mreže imaju odličnu moć predviđanja a slabu sposobnost objašnjavanja, dok ekspertni sistemi imaju odličnu moć objašnjavanja, rezonovanja i donošenja odluka.

Zajednička osobina fuzzy logike i genetskih algoritama ogleda se u tome što se predstavljaju binarno. Kod fuzzy logike rešenja mogu biti u dijapazonu od 0 do 1 dok kod genetskih algoritama rešenja mogu biti ili 0 ili 1.

6. LITERATURA

[1] **Jocković, M., Ognjanović, Z., Stankovski, S.:** Veštačka inteligencija, inteligentne mašine i sistemi, Krug, Beograd 1997.

[2] **Simić, V.:** Veštačka inteligencija i ekspertni sistemi, 2008.

[3] **Gostimirović, M.:** Baze podataka, Novi Sad, 2003.

[4] **Salković, E.:** Genetički algoritmi i njihova praktična primena, Elektrotehnički fakultet, Podgorica, 2005.

[5] **Devedžić, G.:** Softverska rešenja CAD/CAM sistema, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2004.

[6] **Zaghal, A., Yahaia, B.:** Integrated neural networks approach in CAD/CAM environment for automated machine tools selection, Tunis, 2010.

[7] **Hudayin, B., Gulesin, M.:** A future based parametric design program and expert system for design, Ankara, 2009.

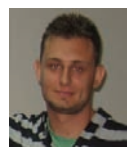
[8] **Cerović, B.:** Prikaz i analiza mogućnosti primene neuronskih mreža i fazi logike u razvoju CAPP sistema, Diplomski – master rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2009.

[9] **Antić, R.:** Model sistema projektovanja tehnoloških procesa obrade metala rezanjem primenom fuzzy logike, Kragujevac, 2008.

[10] **Nafis, A., Anearul Haque, A. F. M.:** Optimization of Process Planning Parameters for Rotational Components By Genetic Algorithms, 4th International Conference on Mechanical Engineering, Dhaka, 2001.

[11] **Milošević, M.:** Razvoj specijalizovanih CAD/CAPP/CAM rešenja primenom savremenih programskih sistema opšte namene, Magistarski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2005.

Kratka biografija:



Goran Jović, rođen je u Sremskoj Mitrovici, 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog mašinstva iz predmeta Integrirani CAPP sistemi i tehnološka baza podataka, odbranio je 2010.god.



Velimir Todić, dipl. mašinski inženjer, doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1987. godine, a od 1998 je u zvanju redovni profesor. Oblast interesovanja su Tehnološki procesi, Tehnoekonomska optimizacija i Virtuelno projektovanje.



Mijodrag Milošević, dipl. mašinski inženjer, magistrirao je 2005. godine na Fakultetu tehničkih nauka. Oblast interesovanja Tehnološki procesi, Tehnoekonomska optimizacija i Virtuelno projektovanje.

PROJEKTOVANJE STANDARDNOG TEHNOLOŠKIH PROCESA IZRADE GRUPE ZUPČANIKA NA PRINCIPIMA GRUPNE TEHNOLOGIJE

MANUFACTURING PROCESS PLANNING GROUP OF GEARS BASED ON THE GROUP TECHNOLOGY

Ibika Rac, Velimir Todić, Dejan Lukić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazano projektovanje standardnog tehnoloških procesa izrade grupe zupčanika na principima grupne tehnologije i proračun odgovarajućih ciklusnih vremena izrade.

Abstract – In this work the manufacturing process planning group of gears based on the group technology and the calculation of appropriate manufacturing times is demonstrated.

Ključne reči: Tehnološki proces, grupna tehnologija, ciklusno vreme izrade.

1. UVOD

Projektovanje tehnološkog procesa se može definisati kao sistemsko određivanje detaljnih metoda kojima se delovi ili sklopovi mogu proizvesti ekonomično i konkurentno, od inicijalne faze (pripremak), do završene faze (željeni oblik), uz potrebnu promenu njegovog oblika, dimenzija, unutrašnjih svojstava materijala obradka i kontrolu obrade. [1]

Pri projektovanju tehnoloških procesa potrebno je zadovoljiti tehničke, tehnološke i ekonomske zahteve. Pod tehničkim zahtevima se podrazumeva kvalitet obrade i kvalitet obrađenih površina koji su definisani crtežom proizvoda, dok se tehnološki zahtevi odnose na kvalitetan izbor metoda obrade, tehničke karakteristike obradnih i tehnoloških sistema, materijala, pribora, alata, merila... Potrebni ulazni podaci za projektovanje tehnoloških procesa su: crtež proizvoda, podaci o obimu proizvodnje u određenom vremenskom periodu, podaci o raspoloživim proizvodnim resursima, odnosno obradnim i tehnološkim sistemima, alatima, priborima, merilima, pripremcima, itd. [2].

Predmet istraživanja u ovom radu se odnosi na projektovanje standardnog tehnološkog procesa izrade zadate grupe zupčanika na principima grupne tehnologije, kao i proračun odgovarajućih ciklusnih vremena izrade.

U cilju efikasnije primene CAD/CAM programskog sistema za izradu upravljačkih programa primenjena je opcija Family Table programskog sistema Pro/E, u delu koja se odnosi na automatizovano definisanje obradnih modela zupčanika za pojedine grupne operacije.

2. OSNOVE KONCEPTA GRUPNE TEHNOLOGIJE

Grupni tehnološki proces, projektuje se i realizuje u proizvodnji za formiranu tehnološku grupu, pri čemu svi delovi tehnološke grupe ne moraju imati sve operacije obrade. Koncept grupne tehnologije omogućuje značajnu racionalizaciju pri projektovanju tehnoloških procesa izrade. Tako je, za sve delove pojedinih operacijskih grupa potrebno projektovati samo po jednu standardnu, odnosno grupnu operaciju obrade, koja bi na izabranom obradnom sistemu omogućila izradu svih delova iz odgovarajuće operacijske grupe u vidu jedne operacije. Grupisanje delova u određene tehnološke i operacijske grupe vrši se primenom odgovarajućih metoda i kriterijuma kao što su [1]:

- Konstrukciono tehnološki klasifikatori
- Sličnost individualnih tehnoloških procesa
- Vizuelna klasifikacija

Operacijsku grupu delova za obradu po grupnom konceptu na određenom obradnom sistemu čine oni delovi koji se mogu obraditi na posmatranom obradnom sistemu u okviru jedne operacije. Podobnost jedne operacijske grupe čine podobnost dimenzija, oblika i tehnološka podobnost, (Slika 1).



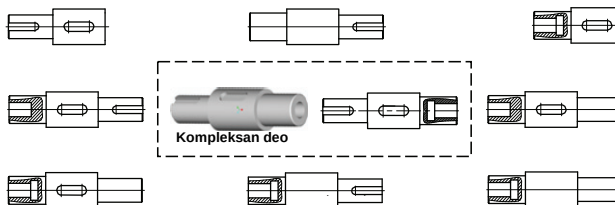
Slika 1. Elementi podobnosti operacijske grupe [2]

Grupne operacije obrade projektuju se za odgovarajuće kompleksne delove, koji mogu biti stvarni ili imaginarni. Pri tome, usvojeno rešenje grupne operacije na izabranom obradnom sistemu, treba da omogućuje efikasnu obradu svakog dela iz posmatrane operacijske grupe, kako u pogledu tehničkih tako i u pogledu ekonomskih zahteva. Kompleksan deo, stvarni ili imaginarni, mora posedovati sve pojedinačne ili elementarne oblike površina, koji čine unutrašnju i spoljašnju konturu svakog dela operacijske grupe, kao i zahteve u pogledu tačnosti izrade prema zahtevima koji se pojavljuju kod svih delova operacijske grupe. Na slici 2. je prikazana jedna operacijska grupa za

NAPOMENA:

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

obradu na NC strugu sa projektovanim kompleksnim delom.



Slika 2. Elementi podobnosti operacijske grupe [2]

Značaj uvođenja grupne i tipske tehnologije, najbolje se može uočiti kroz njihove osnovne karakteristike u primeni, a to su [1]:

- Povišenje stepena serijnosti u proizvodnom sistemu,
- Izvođenje konceptijski istih konstrukcionih rešenja ukoliko funkcija proizvoda to dozvoljava,
- Svođenje različitih različitih operacija i zahvata u tehnološkom procesu na neophodni minimum,
- Skraćuje vreme trajanja ciklusa proizvodnje,
- Smanjenje troškova izrade proizvoda, itd.

3. PROJEKTOVANJE GRUPNOG TEHNOLOŠKOG PROCESA IZRADE

Tehnološku grupu delova čine zupčanici koji se proizvode u sledećim količinama prema tabeli 1:

Tabela 1. Tehnološka grupa delova

Redni broj	Naziv	Identifikacioni broj	Obim proizvodnje
1	Zupčanik	146.02.08.07	240 kom/god
2	Zupčanik	146.02.200.06	150 kom/god
3	Zupčanik	146.02.061.02	220 kom/god
4	Zupčanik	146.02.14.05	200 kom/god
5	Zupčanik	146.02.121.01	160 kom/god
6	Zupčanik	146.02.08.06	180 kom/god

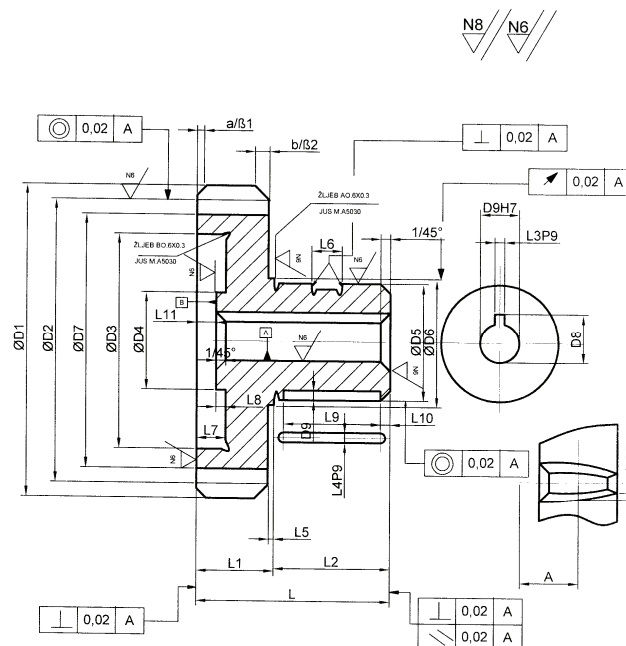
Posmatrani zupčanici spadaju u grupu rotaciono-simetričnih delova, čija je osnovna karakteristika $L/D < 0,5$, stoga oni pripadaju tipu delova diskova i prstenova prema klasifikatoru IAMA [3].

Klasifikacija zupčanika je izvršena prema navedenom klasifikatoru, na osnovu čega je formirana matrica klasifikacionih brojeva posmatrane tehnološke grupe zupčanika (Slika 3).

	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0							0
1								
2		2	2	2				
3		3						
4		4				4	4	
5					5			
6					6	6		
7								
8								

Slika 3. Matrica klasifikacionih brojeva tehnološke grupe

Na osnovu analize crteža pojedinih zupčanika iz grupe, projektovan je imaginaran kompleksan deo, koji je prikazan na slici 4.



Slika 4. Kompleksan deo [4]

Na osnovu crteža kompleksnog dela, zahtevanog obima proizvodnje i matrica redosleda obrada projektovan je sadržaj grupnog tehnološkog procesa (Slika 5).

FTN NOVI SAD DEPARTMAN ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO		SADRŽAJ TEHNOLOŠKOG PROCESA				Proizvod			
						Veličina serije [kom]			
Naziv dela		Broj dela	Identifikacioni Klasifikacioni		Ide u proizvod	Komada			
Oznaka i stanje materijala			Vrsta i dimenzije priprema			Pogon		Odeljenje	
Oznaka		Kod:	Oznaka:	Kod:					
Ope- -cija	NAZIV OPERACIJE		MAŠINA		Vreme [min]				Kom 8h
			Naziv	Ozn.	Pripr.	Glavno	Pomoć	Po kom	
10	ODSECANJE		Testera		10				
20	STRUGANJE		Strug sa NC uprav.		30				
30	KONTROLA		Kontrolni sto		10				
40	GLODANJE ŽLJEBA		Verglod. sa NC upr.		15				
50	GLODANJE OZUBLJENJA		Pfauter glodalica		20				
60	PROVLACENJE ŽLJEBA ZA KLIN		Provlakačica		25				
70	ZAOBLJENJE ZUBA		Mašina za zaobljenje zuba		15	5			
80	DOTERIV ANJE		Radni sto						
90	TERMIČKA OBRADA		T.O.		30				
100	KONTROLA T.O.		Aparati za meranje tvrdoće		10				
110	BRUŠENJE OZUBLJENJA		Brusilica za ozubljenje		20				
120	BRUŠENJE ČELA		NC brusilica		20				
130	BRUŠENJE ČELA		NC brusilica		25				
140	ZAVRŠNA KONTROLA		Kontr. sto		10				
		Ukupno:							
		Datum	Izradio	Kontrol.	Šef teh. pr.	Šef pogona	Šef kontrole	Lista	

Slika 5. Sadržaj tehnološkog procesa

Grupne operacije obrade su projektovane prema pravilima grupne tehnologije na obrascima grupnog tehnološkog procesa, dok će se ovde prikazati samo karta operacije, odnosno podoperacija struganja 20/1 (Slika 6).

FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA NOVI SAD		KARTA GRUPNE OPERACIJE										DEPARTMAN ZA PROIZVODNO MASINSTVO	
Naziv grupe (delo):		TO ZUPČANIK										Kontifkacioni broj dela	
Material:		C 430										Klasifikacioni broj dela:	
Stanje i dimenzije površinskih slojeva:		TOR OVALNAK SIKKA a										Oznaka i razv. mašine	
Veličina serije:		1										Integrativna oznaka	
Broj operacija:		1										Vreme (min)	
Oznaka:		1										Tpe	
Oznaka:		1										ty	
Oznaka:		1										p	
Oznaka:		1										k	
Oznaka:		1										Pasivnost (kraj)	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										215	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	
Oznaka:		1										L	

$$k = \frac{11,2 - 9,5}{16 - 13} = 0,57$$

Na primer za zupčanik 5 koji u ovoj operaciji ima 14 zahvata, ciklusno vreme operacije se izračunava na sledeći način:

$$t_{c3} = t_{c1} + k \cdot (z_3 - z_1) =$$

$$9,5 + 0,57 \cdot (14 - 13) = 10,07 \approx 10 \text{ min/ kom}$$

U tabeli 3 dati su podaci o vremenima obrade pojedinih delova iz grupe, dobijenih primenom posmatrane metode.

Tabela 3. Podaci za ciklusna vremena operacije

Oznaka dela	CIKLUSNO VREME
	(min/kom)
146.02.08.07	11,2
146.02.200.06	9,5
146.02.061.02	11,2
146.02.14.05	9,5
146.02.121.01	10
146.02.08.06	9,5

Na osnovu prethodno definisanih podataka određeno je ukupno ciklusno vreme operacije obrade struganjem posmatrane tehnološke grupe, koje iznosi:

$$T_c = \sum_{i=1}^6 Q_i t_{ci}$$

$$T_c = (240 + 220) \cdot 11,2 + (200 + 150 + 180) \cdot 9,5 + 160 \cdot 10$$

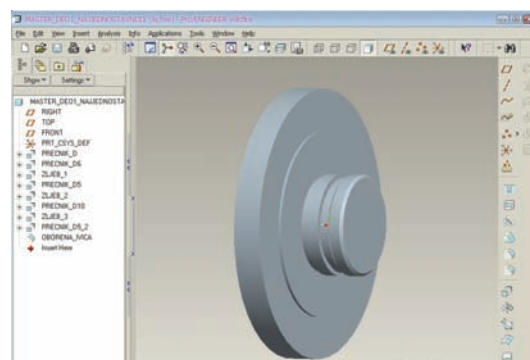
$$T_c = 11787 \text{ (min/god)}$$

Pomenute metode za određivanje vremena obrade, na pojedinim grupnim operacijama uz izabrane odgovarajuće obradne sisteme i zadati obim proizvodnje posmatrane grupe zupčanika omogućili su proračun osnovne tehnološke opreme, kao i proračun stepena njihovog vremenskog iskorišćenja, što je prikazano u radu [4].

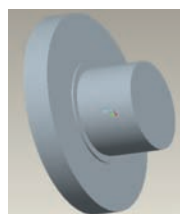
5. RACIONALIZACIJA PROJEKTOVANJA OBRADNOG MODELA U PRO/E

Automatizacija postupka modeliranja za sve delove operacijske grupe, može se postići primenom programskog sistema Pro/E, odnosno primenom opcije Family Table. Kada se pristupa kreiranju proizvoda koji pripadaju određenoj tehnološkoj ili operacijskoj grupi, odnosno familiji proizvoda, potrebno je kreirati solid model kompleksnog dela (generic) koji sadrži sve elementarne tipske oblike (feature) koji se nalaze na pojedinim delovima grupe, a zatim na bazi njega generisanjem možemo dobiti bilo koji proizvod koji pripada datoj grupi.

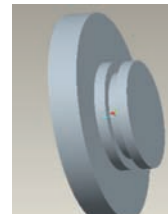
Po istoj metodologiji mogu se modelirati obradni modeli pojedinih operacija izrade operacijske grupe delova. U posmatranom slučaju navedena metodologija je primenjena na primeru posmatrane operacije struganja, odnosno podoperacije 20/1. Prvo je izvršeno modeliranje kompleksnog dela date podoperacije struganja (slika 8a) a potom je izvršeno generisanje modela pojedinih delova grupe na posmatranoj podoperaciji (slika 8b).



Slika 8a. Kompleksan deo podoperacije 20/1



Zupčanik 146.02.08.07



Zupčanik 146.02.121.01

Slika 8b. Generisani modeli pojedinih delova iz grupe u podoperaciji 20/1

6. ANALIZA REZULTATA I ZAKLJUČCI

Koncept grupne i tipske tehnologije obezbeđuje racionalizaciju projektovanja tehnoloških procesa i standardizaciju tehnoloških tokova u proizvodnom pogonu. Isto tako, principi tipske i grupne tehnologije omogućuje efikasno određivanje ciklusnih vremena i operacijskih grupa, pripremnosavršnih vremena na grupnim operacijama, a time određivanje tehnoloških ciklusa proizvodnje. Projektovane grupne operacije omogućuju brže preciziranje odgovarajućih operacija obrade za konkretne delove operacijskih grupa, čime se obezbeđuje skraćivanje vremena potrebnog za definisanje obradnih modela primenom CAD/CAM programskih sistema.

7. LITERATURA

- [1] B. Babić, "Projektovanje tehnoloških procesa", Mašinski fakultet, Beograd, 1999.
- [2] V. Todić, "Projektovanje tehnoloških procesa", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2004.
- [3] S. M. Urošević, "Tipska i grupna tehnologija u metalnoj industriji", Institut za alatne mašine i alate, Beograd, 1967.
- [4] I. Rac, "Projektovanje standardnog tehnološkog procesa izrade grupe zupčanika na principima grupne tehnologije i proračun potrebne tehnološke opreme", diplomski-master rad, FTN, Novi Sad, 2010.

Kratka biografija:



Ibika Rac rođena je u Zrenjaninu 1986. god. Diplomski-master rad iz oblasti Mašinstva – Proizvodno mašinstvo odbranila je 2010 god.

ZNAČAJ PRIMENE STEP STANDARDA U PROIZVODNOM INŽENJERSTVU

THE IMPORTANCE OF STEP IN PRODUCTION ENGINEERING

Jovan Vukman, Velimir Todić, Dejan Lukić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazan je značaj primene međunarodnog STEP standarda u proizvodnom inženjerstvu i inženjerstvu uopšte. Prevažodno se misli na razmenu, deljenje i čuvanje podataka o proizvodu tokom čitavog njegovog životnog veka.

Objašnjena je struktura STEP standarda i definisani pojedini njegovi delovi iz sfere proizvodnog inženjerstva. Takođe je definisan STEP-NC standard i njegov značaj u integraciji CAD/CAPP/CAM i CNC sistema.

Abstract – In this paper, the usefulness of the international STEP standard in the manufacturing engineering and engineering in general. Primarily refers to the exchange, sharing and storing information about the product throughout its life cycle.

Explained the structure of the STEP standard and defined some of its parts in the field of production engineering. It is also defined by the STEP-NC standard, and its importance in the integration of CAD / CAPP / CAM and CNC systems.

Ključne reči: STEP standard, STEP 10303, STEP-NC, CAD/CAPP/CAM/CNC

1. UVOD

Razvoj informacionih tehnologija značajno je uticao na industrijsku proizvodnju i inženjerstvo uopšte. Jedna od bitnih prednosti je prelazak s papira, kao osnovnog nosioca informacija, na računarske medije. Međutim, pojavio se problem razmene podataka između različitih CAX sistema (CAD, CAM, CAPP, CAE,...). Prisustvo većeg broja CAX sistema različitih proizvođača i različite namene onemogućava nesmetano korišćenje baza podataka o proizvodima, izvan pojedinih odeljenja unutar istog preduzeća, a posebno je taj problem bio izražen u međusobnoj komunikaciji između pojedinih poslovnih sistema [1].

Od samih početaka primene računara za izvođenje i integraciju različitih faza u procesu nastanka proizvoda javili su se određeni problemi od kojih su najizraženiji [2]:

1. Neusklađenost između životnog ciklusa softverskog sistema i informacija o proizvodu;
2. Razmena informacija (podataka) između različitih CAX modula (CAD, CAM, CAE, CAPP, CAQ, itd);
3. Razmena informacija između različitih proizvodno-poslovnih jedinica kao nosioca komplementarnog inženjerskog znanja, koji svoje poslove mogu obavljati primenom različitih softverskih sistema.

NAPOMENA:

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

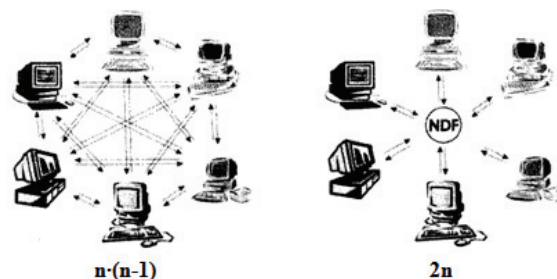
Prvi problem je prilično izražen kod inženjerskih softvera, tako što se CAX sistemi menjaju svake 2-3 godine uvođeći nove verzije, dok je životni vek proizvoda od nekoliko godina pa do nekoliko desetina godina (npr. avioni, brodovi...).

Drugi problem se može rešiti korišćenjem nekog od savremenih komercijalnih sistema koji sadrži sve potrebne module CAX sistema.

Globalno problemi se mogu rešiti:

- Korišćenjem istog CAX sistema tokom čitavog životnog ciklusa proizvoda u svim etapama projektovanja (tako što nove verzije CAX sistema podržavaju stare, dok suprotno ne mora da važi);
- Projektovanjem translatora koji će prevoditi formate CAX sistema različitih proizvođača međusobno;
- Razvojem neutralnog formata za razmenu podataka između različitih CAX sistema.

Veliki broj komercijalnih CAX sistema implicira malom verovatnoćom da će različita preduzeća posedovati licencirani softver istog proizvođača. Prednost trećeg načina rešenja u odnosu na prva dva ilustrovan je na slici 1. Na slici se vidi koliko je manje translatora potrebno koristiti za razmenu podataka između bilo koja dva od n softvera, ukoliko postoji neutralni format za razmenu podataka (NDF).



Slika 1. Potreban broj translatora za razmenu podataka [3]

ISO je dobio mandat od UN (Ujedinjenih Nacija) da razvije globalni standard koji bi rešio prethodno definisane probleme. Dobijanjem ovog mandata, ISO je u poslednjih dvadesetak godina razvila STEP standard u čiji razvoj je bio uključen veliki broj eksperata iz raznih naučnih oblasti. Cilj STEP-a je bio da omogući jasno i potpuno predstavljanje proizvodnih podataka kroz ceo životni ciklus proizvoda sa mogućnošću povezivanja različitih CAX sistema. STEP je postao ISO standard 1994 godine i u poslednjih par godina gotovo svi CAD i drugi CAX sistemi imaju implementirane STEP translateore podataka.

Evolucija razvoja STEP standarda je tekla od STEP-a kao translatora podataka pa do STEP-om podržane proizvodnje, odnosno STEP-NC.

STEP i njegovo proširenje STEP-NC, imaju težnju da postanu srce automatizovane proizvodnje. Predpostavlja se da će u proizvodnoj industriji upotrebom STEP standarda nastupiti revolucionarne promene, jednake kao one koje je izazvala pojava numeričkog upravljanja kod mašina, pre nešto više od pola veka.

2. STEP STANDARD

STEP standard je razvijen sa sledećim ciljevima [4]:

- Stvaranje jedinstvenog međunarodnog standarda koji će obuhvatiti sve aspekte razmene podataka u CAD/CAM području;
- Primenu ovog standarda u industriji, nasuprot nacionalnim standardima i specifikacijama;
- Standardizacija mehanizama za modeliranje informacija o proizvodu kroz ceo životni vek, nezavisno od programskog sistema koji se primenjuje;
- Separacija opisa proizvoda od primene, tako da standard omogući osim neutralnog formata zapisa za razmenu i osnovu za bazu podataka o proizvodu, koja se dugoročno može čuvati.

Od ovog početnog koncepta STEP standard se razvio u kompleksan standard koji obezbeđuje celovitu podršku razvoju integrisanog modela proizvoda, pri čemu ostvaruje sledeće ključne zadatke [5]:

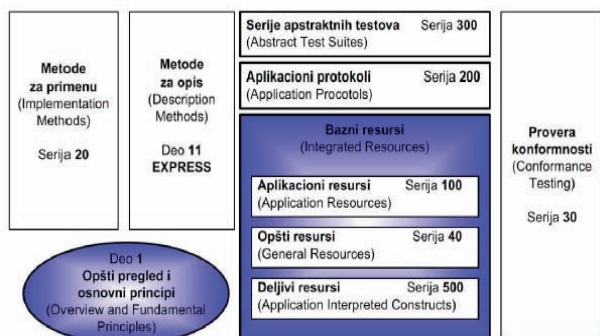
- Razmenu proizvodnih podataka posredstvom standardnog neutralnog formata;
- Deljenje podataka - čuvanje podataka u bazi podataka u neutralnom formatu omogućuje integraciju kroz deljenje istih resursa;
- Internet saradnju, što omogućuje da proizvodni podaci mogu biti lako razmenjivani preko interneta.

Osnovne prednosti STEP standarda ogledaju se u sledećem [5]:

- Ubrzava se proces razvoja proizvoda i proizvodnje;
- Poboljšava se kvalitet proizvoda
- Smanjuju se troškovi i cena proizvoda, itd.

2.1. Struktura STEP ISO 10303 standarda

Digitalni podaci o proizvodu moraju sadržati dovoljno informacija da se obuhvati ceo životni vek proizvoda. Da bi se ovo ostvarilo, STEP je od samog početka bio razvijen kao modularni standard koji sadrži veći broj delova (*eng. Parts*), svrstanih u serije (*eng. Series*). Na slici 2 je prikazana osnovna struktura STEP ISO 10303 standarda.



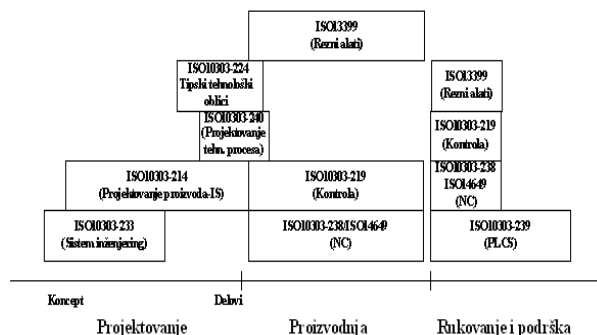
Slika 2. Osnovni delovi STEP standarda [6]

Sa slike 2, uočava se da arhitekturu STEP ISO 10303 standarda čini šest većih celina [6]:

- Metode za opis;
- Metode za primenu;
- Aplikacioni protokoli
- Bazni resursi
- Metodologija za proveru konformnosti;
- Serije apstraktnih testova.

3. STEP STANDARD U PROIZVODNOM TOKU

Jedan standard ili njegov deo nije u mogućnosti da obuhvati kompletnu oblast za informaciono predstavljanje i razmenu podataka o proizvodu. Takav jedan scenario koji bi obuhvatio sve ove standarde bio bi drugačiji za različite tipove proizvoda [1], bilo da se radi o delovima koji se dobijaju obradom rezanjem, livenjem, kovanjem, kao i proizvodnji brodova, automobila itd. Na slici 3, prikazani su delovi STEP standarda koji se koriste u proizvodnom toku za proizvode koji se dobijaju obradom rezanjem.



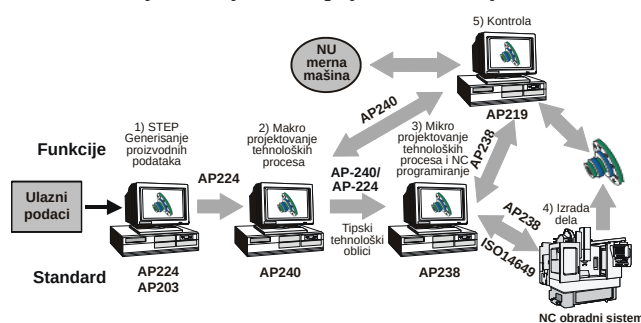
Slika 3. Proizvodni tok obrade rezanjem [1]

3.1. Delovi ISO-STEP u proizvodnom procesu

Razvoj i implementacija STEP standarda je veoma dinamična i na njegovom razvoju rade stručnjaci iz različitih oblasti inženjerstva, kao i iz različitih zemalja u svetu. U ovom delu rada će se razmatrati delovi STEP standarda iz sfere interesovanja proizvodnog inženjerstva:

- ISO 10303-203
- ISO 10303-214
- ISO 10303-224
- ISO 10303-240
- ISO 10303-238
- ISO 10303-219

Navedeni delovi STEP standard, čine grupu STEP standarda za proizvodnju – SMS (STEP Manufacturing Suite). Na slici 4, prikazana je SMS struktura sa određenim funkcijama koje se vrše i delovima STEP standarda koji su uključeni u pojedine funkcije.



Slika 4. Arhitektura SMS-a [1]

AP224 je bio prvi aplikacioni protokol za definisanje i korišćenje tipskih tehnoloških oblika (*eng. manufacturing feature*) u okviru ISO 10303. Svrha AP224 je povezivanje projektovanja i proizvodnje. Istovremeno ovaj standard nudi mehanizme za definisanje digitalnih podataka koji sadrže informacije potrebne za proizvodnju zahtevanog proizvoda ili dela. Prevođenjem podataka o proizvodu u format AP224, obezbeđuje se sledeće:

- Kvalitetni podaci;
- Tačni podaci za proizvodnju;
- Kompatibilni podaci sa drugim standardima;
- Arhiviranje podataka za potrebe ponovne upotrebe;
- Razmena podataka između različitih proizvodnih aktivnosti;
- Podaci testirani i provereni.

Aplikacioni protokol AP240 se odnosi na projektovanje tehnoloških procesa obrade delova. Proizvodni podaci se preuzimaju u AP-224 formatu od projekatata i vrši se početna faza projektovanja tehnoloških procesa (CAPP), odnosno makro projektovanje tehnoloških procesa (*eng. Macro process planning*) [2]. U AP240 koriste se tipski tehnološki oblici da bi se projektovao kvalitetan tehnološki proces. Makro projektovanje tehnoloških procesa omogućuje [3]:

- Definisanje sadržaja tehnološkog procesa i operacija;
- Definisanje resursa za svaku operaciju;
- Određivanje standardnih vremena;
- Određivanje liste materijalnih resursa (BOM);
- Određivanje troškova obrade i cene proizvoda;
- Definisanje potrebnih alata i pribora;

Aplikacioni protokol AP238 je sledeći u proizvodnom toku posle AP240 i definiše funkcije mikro projektovanja tehnoloških procesa. Zadaci aplikacionog protokola AP238 ogledaju se u sledećem:

- Prihvatanje ulaza iz makro projektovanja tehnoloških procesa;
- Generisanje putanje alata;
- Simulacija procesa obrade;
- Definisanje instrukcija za operatora;
- Finalna lista alata;
- Prevođenje u oblik pogodan za mašinu u ISO-14649;
- Postprocesiranje (u slučaju upravljačkih jedinica baziranih na ISO-6983 standardu).

Za izradu delova na savremenim obradnim sistemima može se koristiti standard ISO-14649. Odnosno, podaci se prihvataju u ISO-14649 obliku podataka, za koje postoje specijalne upravljačke jedinice. U okviru ove funkcije obavljaju se sledeće delatnosti:

- Preuzimanje NC programa;
- Postavljanje i podešavanje alata;
- Postavljanje priprema;
- Obrada delova;
- Optimizacija NC programa;
- Merenje na mašini;
- Manipulacija sa delovima.

U posmatranom proizvodnom procesu postoji još jedna funkcija, inspekcija (merenje i kontrola). Inspekcija je podržana AP-219 protokolom koji je kompatibilan sa

protokolom AP-238 ili AP-240, kao i sa svim ostalim nabrojanim AP. Aplikacioni protokol 219 koristi tipske tehnološke oblike za kontrolu izrađenog dela prema podacima sa crteža dela.

Posmatrani tok sa slike 4, ima težnju da uključi u svoj tok STEP podržanu analizu, kao i druge proizvodne domene kao što su npr. protokoli za livenje AP-223, kovanje AP-229, itd., kao i pridruživanje PDM tehnologija za upravljanje proizvodnim podacima.

3.2. STEP-NC standard

Novi standard nazvan STEP-NC čine ISO 10303 AP238 i set ISO 14649 standarda. STEP-NC standard koristi objektno-orijentisani koncept "radnih koraka" (*eng. Workingsteps*). Kombinacija tipskih tehnoloških oblika, njihovog geometrijskog opisa i tehnoloških informacija čini "radne korake". Sekvence "radnih koraka" definišu specifične operacije, odnosno zahvati koji mogu biti izvršeni na CNC mašini. Lista "radnih koraka" čini "radni plan" (*eng. Workplan*).

STEP-NC standard je razvijan da bi ponudio model podataka za novu vrstu inteligentnih CNC upravljačkih jedinica, odnosno da bi zamenio ISO 6983 standard koji se sastoji od:

- Glavne funkcije: G0-G99;
- Pomoćne komande: M (funkcije mašine);
- Komande kretanja u pravcu osa: X, Y, Z, A, B i C;
- Komande pomaka i brzine: F (pomak) i S (br.obrtaja).

Osnovni nedostaci i problemi koji se javljaju primenom ISO-6983 su:

- Jezik programiranja niskog nivoa orijentisan na programiranje kretanja alata (CL),
- Javlja se semantička višeznačnost,
- Specifične ekstenzije proizvođača upravljačkih jedinica, inicira postojanje većeg broja postprocesora,
- Podržava samo tok informacija u jednom smeru od projektovanja ka proizvodnji,
- Veoma teško upravljanje i promena programa, itd.

Osnovna svojstva STEP-NC standarda:

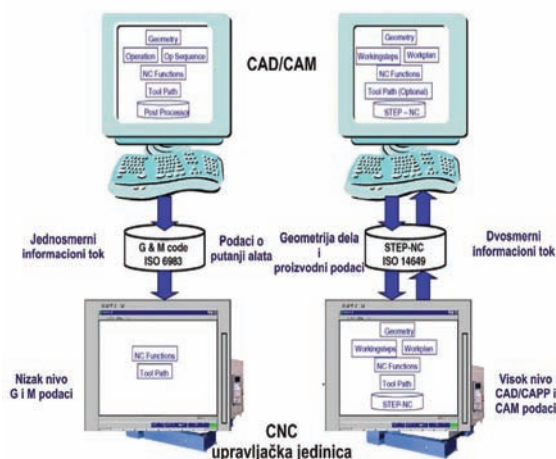
- Zasnovan na tipskim tehnološkim oblicima;
- Problemski orijentisan;
- Potpuno kompatibilan sa STEP standardima;
- Dvosmerni tok informacija.

Osnovne prednosti STEP-NC u odnosu na ISO 6983 standard, prema slici 5 su:

- Koncept „radnih koraka“ - kombinacija tipski tehnoloških oblika i tehnoloških informacija;
- Viši kvalitet informacija do pogonskog nivoa;
- Lakoća izmena upravljačkog programa na pogonskom nivou;
- Nepostojanje potrebe za postprocesorom.

STEP-NC se naziva i novim jezikom za numeričke upravljačke jedinice čije su odlike da:

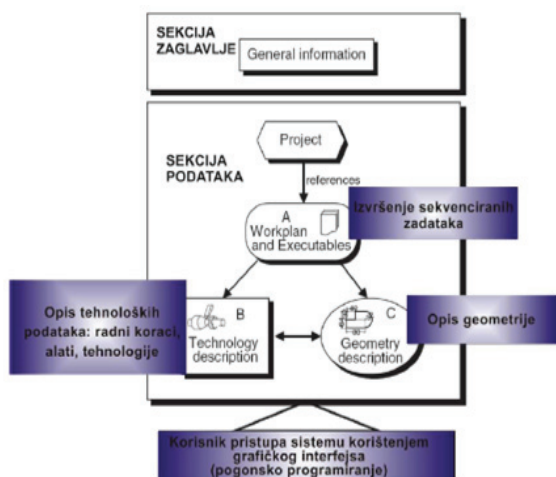
- Kompletira nedvosmislen model obradka i procesa;
- Čini CNC sistem operativnijim, bržim i sigurnijim.
- Sadrži informacije o procesu obrade, zahtevanim alatima, geometriji obradka, tolerancijama i PDM;



Slika 5 Uporedni prikaz toka informacija u integraciji CAD/CAM i CNC

Strukturu datoteke ISO 14649 čine dve osnovne celine (slika 6) kao i kod datoteke ISO 10303 dela 21, i to su:

1. zaglavlje (header) – za informacije koje su neophodne za identifikaciju datoteke (tj. opšte informacije).
2. sekcija sa podacima (data section) – koja sadrži sve informacije vezane za proizvodne zadatke i geometriju.



Slika 6 Struktura podataka STEP-NC datoteke.

3.2.1 STEP-NC i ISO 13399 standard

U STEP-NC (ISO 10303-238 i ISO 14649) i ISO 13699 standardima postoje zajednički elementi opisa strukture podataka alata za obradu rezanjem.

Referentni modeli primene ISO 14649-111 i ISO 14649-121, koji definišu strukturu podataka alata za glodanje i alata za struganje, obuhvataju opis osnovnih elemenata potrebnih za njihovo preslikavanje u interpretirani model primene ISO 10303-238.

ISO 13699 poseduje značajno kompleksniji opis strukture podataka nego što to imaju STEP-NC standardi. Iz tog razloga postojala je potreba za usklađivanjem ISO 14649-111 i ISO 14649-121 standarda sa ISO 13399 standardom. [7]

Najveći svetski proizvođači alata za obradu rezanjem, kao što su Sandvik Coromant (Švedska) i Kennametal (SAD) inicirali su razvoj jedinstvenog međunarodnog standarda ISO 13699. Cilj ovako postavljenog standarda za alate za obradu rezanjem, jeste definisanje jedinstvenih metoda za opis podataka o alatima za obradu rezanjem.

4. ZAKLJUČAK

Rezimirano, može se reći da je značaj STEP u industriji ogroman, a neke od karakteristika primene su:

- STEP standard omogućuje razmenu i deljenje informacija između različitih CAx sistema;
- Omogućuje se dvosmeran tok informacija između projektovanja i proizvodnje bez gubitaka informacija;
- CAPP sistemi koji su do sada bili najmanje razvijeni i predstavljali usko grlo u proizvodnom procesu, dobijaju na značaju i doći će do njihovog naglog razvoja;
- Omogućuje se da CNC sistem postane multi funkcionalan, autonoman, inteligentan, korisnički orijentisan sa otvorenom arhitekturom, itd.
- Gubi se potreba za postprocesorima kao specifičnostima upravljačkih jedinica mašina različitih proizvođača i programe će moći koristiti bilo koja NC mašina;
- Visoka proizvodna efikasnost koja se ogleda u svim fazama proizvodnog procesa, od projektovanja proizvoda, preko projektovanja tehnoloških procesa pa sve do proizvodnje na CNC mašinama;
- Omogućuje se WEB bazirana proizvodnja i/ili E-proizvodnja; itd.

5.0. LITERATURA

- [1] STEP Tools, Inc., Website. <http://steptools.com> [10 Septembar 2010]
- [2] D. Lukić: "Primena STEP standarda u proizvodnom procesu" - seminarski rad, FTN, Novi Sad, 2005.
- [3] J. Fowler: "STEP Architecture and Methodology, PDT Solutions" - STEP Australia, Conference, Sidney, March, 1995.
- [4] J. Fowler: "STEP for Data Management Exchange and Sharing", British Library, 1995.
- [5] M. Stefanović: „CIM sistemi“ - Mašinski fakultet Kragujevac, 2006.
- [6] O. Lužanin: „Prilog integraciji CAD sistema u eksperimentalni sistem za simultano projektovanje na bazi STEP modela proizvoda“ - magistarska teza, FTN, Novi Sad, 2002.
- [7] V. Pejić: „Razvoj modela alata za obradu rezanjem prema STEP-NC standardima u integraciji CAD/CAM i CNC“ - magistarska teza, FTN, Novi Sad, 2007.

Kratka biografija:



Jovan Vukman rođen je u Slavonskom Brodu 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstvo– Računarom podržane tehnologije odbranio je 2010.god



Velimir Todić, dipl. mašinski inženjer, doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1987. godine, a od 1998. godine je u zvanju redovnog profesora. Oblast interesovanja su Tehnološki procesi, Tehnoekonomska optimizacija i Virtuelno projektovanje.



Dejan Lukić, dipl. mašinski inženjer, magistrirao je 2007. godine na Fakultetu tehničkih nauka. Oblast interesovanja su Tehnološki procesi, Tehnoekonomska optimizacija i Virtuelno projektovanje.

PRIMENA CAD/CAE/CAM TEHNOLOGIJA PRI IZRADI GRAVURE ALATA

CAD/CAE/CAM TECHNOLOGY APPLICATION IN MOLD FORM PRODUCTION

Nikola Kalentić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj - U radu je prikazan savremeni prilaz u projektovanju, analizi i izradi gravura alata primenom programskog sistema Pro/Engineer. Opisane su karakteristike plastičnih materijala, osnovni postupci njihove prerade, kao i značaj gravure alata. Izvršeno je modeliranje izabranog proizvoda, inženjerska analiza modela proizvoda i simulacija brizganja u Plastic Advisoru. U modulu Mold Cavity je izvršen izbor podeone ravni alati i konstrukcija gravura. Urađena je obrada dobijenih gravura u modulu NC Assembly kao i verifikacija i analiza procesa obrade u modulu Vericut. Urađeno je post-procesiranje obrade i dobijen je NC program za troosnu CNC glodalicu.

Ključne reči: CAD, CAE, CAM, Gravura alata, Pro/Engineer, Vericut, Plastic Advisor

Abstract - This paper presents a modern approach to design, analysis and manufacturing of mold forms using the software system Pro/Engineer. The main characteristics of plastic materials and also their main methods of processing were described in this paper. The product was 3D modelled and the simulation of its injection molding process was performed in Plastic Advisor. Using Pro/Engineer modul Mold Cavity, parting surface and the mold forms were designed. NC programs were made in NC Assembly for manufacturing of the mold forms, then they were verified in Vericut, and post-processed for a specific CNC milling machine.

1. UVOD

Širom sveta na godišnjem nivou proizvede se više od 200 miliona tona različitih proizvoda od plastičnih masa namenjenih za ambalažu, robu široke potrošnje, delove i dr. Zbog različitih namena za upotrebu, proizvodi od plastičnih masa moraju da odgovaraju različitim tehničkim i estetskim zahtevima sve izbirljivijeg i zahtevnijeg tržišta. Za preradu plastike u gotov proizvod postoji više metoda za rad, kao što su brizganje, ekstruzija folije, duvanje itd. Brizganje plastike predstavlja jedan od najnaprednijih i najčešćih metoda prerade plastike. To je najbolji metod masovne proizvodnje predmeta složenih oblika i promenljive debljine zida.

U celom procesu brizganja, alat predstavlja ključan faktor koji determiniše kvalitet gotovog proizvoda, kao i masovnost proizvodnje.

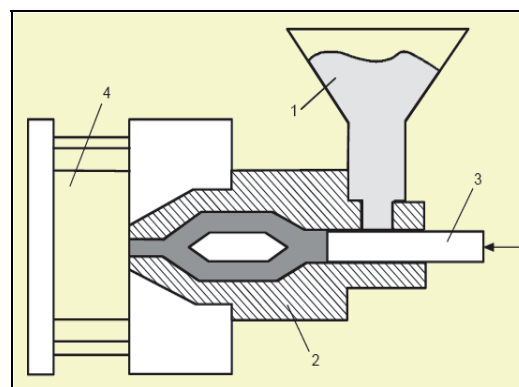
NAPOMENA:

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

Alat za brizganje plastike predstavlja složeni sistem sa velikim brojem elemenata. Neophodno je pravilno ga projektovati i izraditi sve elemente, koji će montažom formirati jednu celinu, pouzdanu u eksploataciji.

2. TEHNOLOGIJA BRIZGANJA PLASTIKE

Brizganje plastike je postupak u kome se rastopljena masa pod visokim pritiskom ubrizgava u temperiran alat, gde poprima zadatu formu i nakon hlađenja očvršćava. Alat se zatim otvara i odmiče, a predmet se izbacuje iz njega. Paleta proizvoda dobijena ovim postupkom je veoma velika. Uprošćeni prikaz brizganja dat je na slici 1.



Slika 1. Uprošćeni prikaz brizganja
1 -rezervoar, 2 -cilindar, 3 -klip, 4 –kalup

Brizganjem se mogu napraviti veoma mali delovi (manje od 1 grama, na primer medicinska oprema, delovi) ili veoma veliki delovi (više od 20 kilograma, na primer auto-limarski delovi), zahvaljujući mašinama različitih veličina za brizganje koje se mogu naći na tržištu.

Mašina je sistem kojim treba obezbediti stvaranje rastopljenog polimera za ubrizgavanje u alat, ubrizgavanje kao i otvaranje, tj. zatvaranje alata tokom ciklusa rada.

Svaka mašina - brizgalica se sastoji iz četiri jedinice:

- Jedinice za zatvaranje kalupa,
- Jedinice za ubrizgavanje,
- Pogonske jedinice,
- Upravljačke jedinice.

Alat je namenski deo sistema injekcionog presovanja plastomera i po pravilu služi za dobijanje jedne vrste proizvoda (slika 2). Njegovi osnovni zadaci su prihvatanje rastopa iz jedinice za ubrizgavanje, njegovo hlađenje do dobijanja otpreska, potiskivanje gotovog otpreska iz kalupne šupljine.



Slika 2. Izgled alata za brizganje branika automobila

3. INTEGRISANI KONCEPT CAD/CAE/CAM i CIM PROIZVODNJE

Savremeni razvoj projektovanja novih proizvoda zasniva se na primeni CAD/CAE/CAM tehnologija. U svim granama industrije faktori kao:

- kratko vreme isporuke proizvoda,
- velika izbirljivost tržišta,
- konkurisanje sličnim proizvodima pristupačnih cena i kvaliteta

su doveli do novog prisupa i reoraginzacije kompanija, koje žele da drže korak sa sve strožijim i zahtevnijim tržišnim uslovima.

Potrebno je, dakle, u što kraćem vremenskom roku napraviti kvalitetan, cenom prihvatljiv proizvod i plasirati ga na tržište. To zahteva uvođenje tzv. CIM (Computer Integrated Manufacturing-računarom podržana proizvodnja) strategije vođenja preduzeća.

CIM sistem sadrži veliki broj programskih sistema na kojima počiva proizvodnja. Sofverski sadržaji se stalno menjaju, jer se programski moduli koji služe za obavljanje određenih poslova u proizvodnim firmama stalno usavršavaju i dalje razvijaju. Ovdje su navedeni samo neki od CIM sistema, o kojima će biti više reči u ovom radu:

CAD - Computer Aided Design, (računarom podržano projektovanje)

CAM - Computer Aided Manufacturing (računarom podržana proizvodnja)

CAE - Computer Aided Engineering (računarom podržano inženjerstvo)

4. PROGRAMSKI SISTEMI ZA CAD/CAE/CAM TEHNOLOGIJU

Pro/ENGINEER

Pro/ENGINEER je parametarsko, integrisano rešenje 3D CAD/CAE/CAM programskog sistema, uz primenjen koncept hijerarhije roditelj/dete, čiji je vlasnik firma Parametric Technology Corporation (PTC). Ona omogućava modeliranje zapreminskih predmeta, modeliranje i izradu celog sklopa, potpune analize elementa, kao i analizu NC programa i verifikaciju putanje alata.

Modeliranje parametarskim pristupom koristi parametre, dimenzije, osobine i odnose da bi skupio sve podatke o nameni i budućem ponašanju proizvoda i kreirao recept koji omogućuje automatizaciju i optimizaciju dizajniranja kao i procese razvoja proizvoda.

Najpoznatiji korisnici Pro/ENGINEER su svetski poznate kompanije kao Siemens, Toyota, Audi, Volkswagen, Boš itd. Njegova primena je najistaknutija u automobilske industriji, u industriji pogonskih elemenata i generalno u mašinstvu.

Pro/ENGINEER koristi zajedničke podatke za sva tri modula CAD, CAE i CAM bez ikakve konverzije.

Mogućnosti ovog programskog paketa mogu biti podeljene u 3 glavna dela, i to:

- Dizajniranje
- Analize
- Proizvodnja

Dizajniranje - nudi čitav skup mogućnosti kojima se generiše digitalna predstava proizvoda.

Analize - se obrađuju čitavim skupom alati za analiziranje koje uključuju faktor čoveka, tolerancije pri proizvodnji, prohodnost alata i optimizaciju dizajniranja.

Proizvodnja - koncept jedinstvene baze podataka omogućava korišćenje podataka iz prethodna dva modula i simuliranja CNC proizvodnje te dobijanja konačnog izlaza.

SolidEdge firme Unigraphics Solutions

SolidEdge i ProEngineer spadaju u istu grupu programa za 3D modeliranje prvenstveno u mašinstvu. Oba programska paketa sadrže module za 3D modeliranje, generisanje tehničke dokumentacije, za rad sa površinama, module za rad sa limovima, kalupima i sl. i posebne programske pakete za numerički upravljane mašine i za simulacije strujanja fluida. Treba uzeti u obzir da je programerska kompanija Unigraphics Solutions – UGS, inače proizvođač SolidEdga-a, za razliku od konkurenata razvila posebnu 2D aplikaciju namenjenu za ravansko crtanje, koja je u prednosti u odnosu na AutoCad po tome što je parametarska.

CATIA (Computer Aided Three Dimensional Interactive Application)

CATIA je softverski paket iz grupe PLM baziran na radu sa ikonima. Razvila ga je francuska firma Dassault Systemes, a na tržište ga je plasirao IBM. Namenjen je bio za projektovanje Mirage borbenog aviona, a danas se primenjuje u avio, automobilske, u industriji brodogradnje i drugim industrijama. Najnovija verzija softvera je CATIA V6, a razvijeni su interfejsi prema datotekama iz starijih verzija.

CATIA je i dalje dominantna u avio industriji i kompanija Boeing je koristila CATIA V3 za razvoj 777, a sada koristi CATIA V5 za 787 seriju aviona. Kineski avion Xian JH-7A je prvi razvijen u CATIA V5. I evropski avio gigant Airbus koristi ovaj softver od 2001. U spisku avio proizvođača koji koriste programski sistem CATIA su kanadski Bombardier Aerospace, brazilski EMBRAER, britanska kompanija za proizvodnju helikoptera Westlands kao i glavni isporučilac helikoptera za američku vojsku, Sikorsky Aircraft Corp.

Softver Siemens NX

NX (nastao spajanjem UGS Unigraphics i I-DEAS programa) je kompleksni CAD/CAM/CAE programski sistem koji objedinjuje veliki spektar poslova u konstruisanju i proizvodnji modela, od prvog idejnog rešenja, simulacije, analize, modeliranja pojedinačnih delova i sklopova, izrade 2D dokumentacije, programiranja CNC mašina, pa do kontrole kvaliteta, upravljanja podacima i povezivanja sa raznim informacionim sistemima u kompaniji.

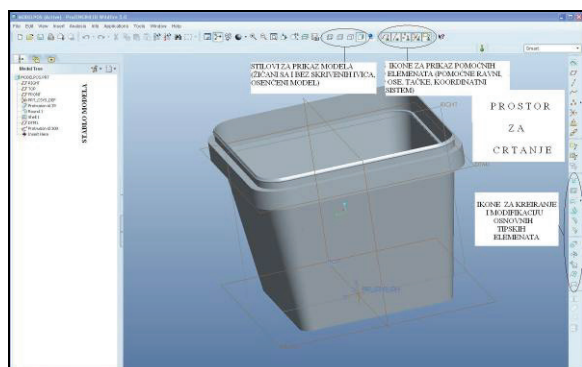
5. PROJEKTOVANJE POKRETNE I NEPOKRETNE GRAVURE ALATA

Gravure su najsloženiji elementi alata jer odnose najveći deo vremena, kako u projektovanju, tako i pri samoj izradi. Projektovanje pokretne i nepokretne gravure podrazumeva proces od usvajanja materijala za gravure, preko optimalnog broja i položaja kalupnih šupljina, definisanja položaja podeonih ravni, ubacivanja raznih segmenata do izrade tehničke dokumentacije i tehnološkog postupka.

Naravno, tu spada i niz drugih zadataka koji se u međuvremenu javljaju, kao npr. korekcija dimenzija gravura, livački nagibi itd. Zbog oblika i složenosti predmeta kalupna šupljina je definisana pokretnom i nepokretnom gravurom kao i svlačacom pločom. Lice ambalažne posude (koja je predmet ovog rada) se oblikuje u nepokretnoj, a naličje u pokretnoj gravuri alata. Projektovanje alata je vršeno uz pomoć računara, u više različitih modula programskog sistema Pro/ENGINEER.

5.1. PRIMENA Pro/ENGINEER-a U PROCESU IZRADE GRAVURE ALATA

U standardni programski sistem Pro/ENGINEER-a ulaze moduli potrebni za modeliranje delova (**Part**), sklopova (**Assembly**), kao i izradu tehničke dokumentacije (**Drawing**).



Slika 3. Tipičan raspored i sadržaj prozora u Pro/ENGINEER-u

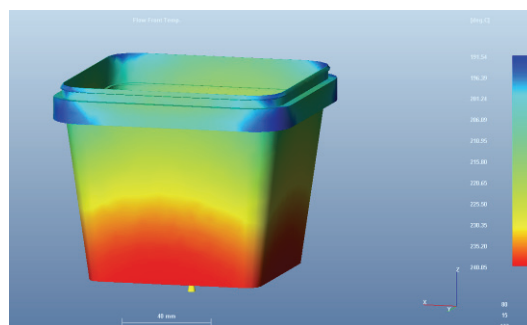
Firma Parametric Technology Corporation (PTC), kao osnivač Pro/ENGINEER-a, nudi u svojoj ponudi programskih sistema i dodatne module, kao npr. MECHANICA, NC Assembly, Vericut, Plastic Advisor, Mold Cavity, Cast Cavity, Sheetmetal, Welding itd. Pro/ENGINEER zauzima posebnu ulogu i u projektovanju alata za brizganje plastike. Moduli koji se u ovu svrhu najviše koriste su Mold Cavity, NC Assembly i Plastic Advisor.

Konstruktor pri projektovanju alata za određeni predmet pomoću Pro/ENGINEER-a, modelira 3D prikaz samog predmeta (**Part**), pa kroz brojne simulacije, virtuelno, može posmatrati proces ulivanja, vreme, pritiske, promene temperature itd (*Plastic Advisor*). Nakon toga pristupa se (*Mold Cavity*) usvajanju mesta za najbolju podelu alata (izbor podeone ravni) kao i položaja ulivnog sistema i projektovanju kalupnih šupljina – gravura, a zatim izradi NC programa za CNC mašine na kojima se vrši obrada (*NC Assembly*).

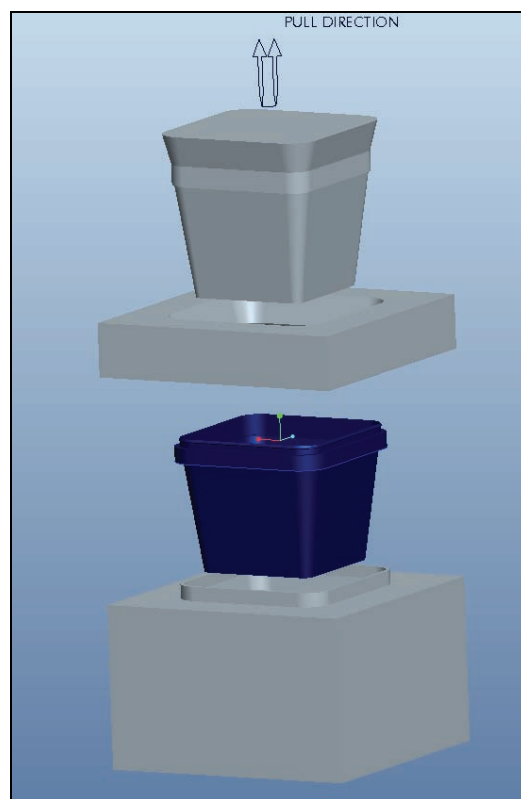
5.2. Programski modul za analizu procesa brizganja plastike - PLASTIC ADVISOR

PlasticAdvisor je vrlo koristan CAE alat za uštedu vremena i novca namenjen preduzećima koja se bave izradom alata za brizganje. Na osnovu izrađenog modela predmeta u Pro/ENGINEER-u i odabira vrste plastike od koje će taj predmet biti izrađen konstruktori dobijaju predložene lokacije za postavljanje ulivnog sistema. Potrebno je izabrati optimalnu varijantu za njegovo postavljanje, kako sa stanovišta dobijanja kvalitetnog odlivka, tako i iz ugla mogućnosti izrade alata sa takvim ulivnim sistemom.

Daljom obradom Plastic Advisor prikazuje na ekranu, za zadati položaj ulivnog sistema, razne simulacije počevši od vremena punjenja, pada pritiska, pouzdanosti livenja, predviđenog kvaliteta, pritiska livenja, rasporeda temperature prilikom livenja.



Slika 4. Temperature pri brizganju



Slika 5. Prikaz gotovog proizvoda i elemenata alata

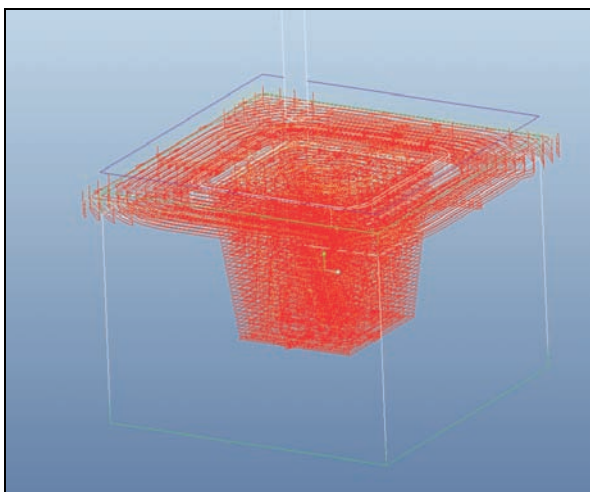
Opisane opcije daju konstruktoru veliku prednost, jer je u mogućnosti da pre same izrade alata uoči neke nedostatke koji bi se pojavili u samoj eksploataciji alata. Ovo nesumljivo, osim što daje najbolja rešenja konstrukcije alata, smanjuje i vreme njegove izrade, pa samim tim i njegovu cenu proizvodnje.

5.3. Programski modul za konstrukciju alata - MOLD CAVITY

Mold Cavity pruža podršku automatizaciji postupka projektovanja alata za brizganje plastičnih masa. Projektant sa sigurnošću može, pomoću ovog programskog sistema, a na osnovu procenta skupljanja plastomera nakon hlađenja, konstruisati forme (kalupne šupljine) korigovanih dimenzija. Simulacijom sklapanja pokretne i nepokretne forme u svakoj tački se mogu proveriti debljina zida predmeta, nagibi itd.

5.4. Programski moduli za obradu rezanjem i verifikaciju procesa obrade - NC Assembly i Vericut

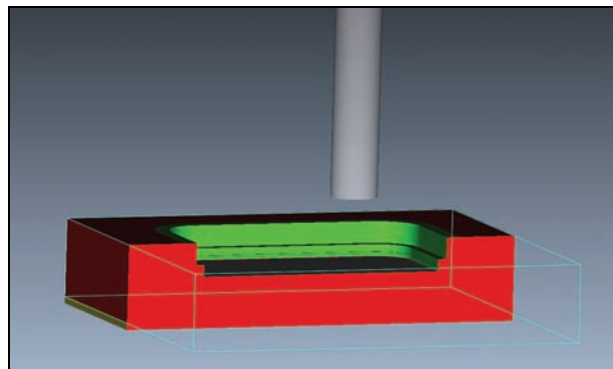
NC Assembly omogućuje efikasno NC programiranje i izbor alata da bi kreirali, proverili ili optimizirali odgovarajuće postupke obrade. Za konkretni deo, izrađen u Pro/ENGINEER-u, uz zadavanje određenih parametara (pripremak, tip glodanja, pomak, broj obrtaja itd.) NC Assembly kreira CL Data-u, koja se post-procesira u program koji koristi mašina alatka.



Slika 6. Simulacija grube i završne obrade nepokretne gravure u žičanom prikazu

Kako prilikom definisanja obrade može doći do određenih propusta koji mogu prouzrokovati koliziju alata i obratka, potrebno je izvršiti verifikaciju procesa obrade.

Za verifikaciju se koristi modul Pro/ENGINEER pod imenom **Vericut**, proizveden od strane firme CGTech iz SAD-a. Ovim je moguće izbeći neželjene posledice kolizije alata i obratka kao što su lom alata, oštećenje obratka, pa čak i oštećenje glavnog vretena mašine.



Slika 7. Simulacija prvog zahvata obrade svlačke ploče sa prikazom preseka

Pri definisanju zahvata obrade, ključne parametre predstavljaju izbor adekvatnog reznog alata i definisanje režima obrade. Oni su uzeti na osnovu preporuka iz ekspertске baze podataka proizvođača alata **Kennametal**.

6. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan savremeni prilaz u projektovanju, analizi i izradi gravura alata primenom programskog sistema Pro/Engineer. Izvršeno je modeliranje izabranog proizvoda, inženjerska analiza modela proizvoda i simulacija brizganja u Plastic Advisoru. U modulu Mold Cavity je izvršen izbor podeone ravni alati i konstrukcija gravura. Urađena je obrada dobijenih gravura u modulu NC Assembly kao i verifikacija i analiza procesa obrade u modulu Vericut. Na osnovu izloženog, moguće je doneti sledeće zaključke:

- Projektovanje alata uz pomoć savremenih programskih paketa u velikoj meri olakšava rad projektantu
- CAD model je moguće vrlo lako i brzo izraditi
- Daljom analizom CAD modela u modulu Plastic Advisor moguće je ispitati sve parametre bitne za brizganje datog proizvoda.
- Primenom modula Mold Cavity, moguće je izabrati predložene podeone ravni, kao i konstruisati sve ostale elemente alata.
- Savremene konvencionalne obrade, kao što je prikazano glodanje na CNC mašinama, u velikoj meri doprinose ekonomičnijoj i pouzdanijoj izradi gravura alata.
- Verifikacija NC programa u Vericutu je ključna za brzu i bezbednu obradu priprema

7. LITERATURA

- [1]. Perošević, B.: Kalupi za injekciono presovanje plastomera (termoplasta), Naučna knjiga, Beograd, 1988.
- [2]. Nad M.: Termoplastične mase, prerada postupkom injekcionog prešanja, Publicista, Zagreb, 1976.

Kratka biografija:



Nikola Kalentić, rođen je u Novom Sadu, 1987. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog mašinstva iz predmeta CAD/CAE/CAM i CIM sistemi, odbranio je 2010.god.

SEMANTIČKI VEB SERVIS ZA POLAGANJE DRŽAVNOG STRUČNOG ISPITA SEMANTIC WEB SERVICE FOR STATE VOCATIONAL EXAM

Nebojša Stričević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana implementacija elektronskog veb servisa za sprovođenje procedure polaganja državnog stručnog ispita, bazirana na semantičkom vebu i otvorenim standardima i kodu.

Abstract – This paper describes implementation of the electronic web service for taking state vocational exam. Implementation is based on Semantic Web, open standards and open source.

Ključne reči: ontologija, semantički veb, otvoreni standardi, CEN/Metalex

1. UVOD

Znanje je osnovna pokretačka snaga i resurs kada je u pitanju upravljanje i poslovanje. Stoga je jedan od zadataka e-Uprave obezbeđenje kvalitetnog načina za sakupljanje, skladištenje i transfer znanja. U tu svrhu se koristi posebna klasa informacionih sistema, poznatih kao sistemi za upravljanje znanjem.

Uobičajeni deo sprovođenja svake administrativne procedure je dokumentovanje svake odluke koja se donosi. Za donošenje odluka i kreiranje ovih dokumenata potrebno je duboko poznavanje relativno velikog broja opštih i specifičnih zakonskih i drugih pravnih dokumenata. U radu je izložen sistem koji pomaže neiskusnim administrativnim službenicima u donošenju odluka i kreiranju dokumenata, pružajući im šablone za dokumenta i pravovremen pristup svom znanju potrebnom za donošenje odluke.

2. SEMANTIČKI VEB

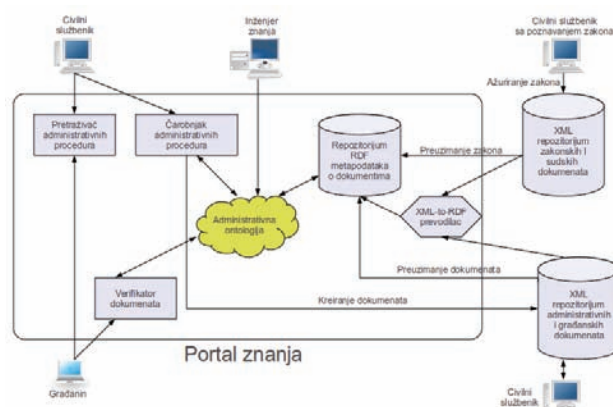
Semantički veb pruža okvir koji omogućava deljenje i ponovno korišćenje podataka u aplikacijama, preduzećima i izvan granica prvobitnog okruženja [2]. Semantički veb je zajednički napor istraživača i industrije iz celog sveta koji predvodi W3C.

Semantički veb je baziran na RDF (*Resource Description Framework*) i OWL (*Web Ontology Language*) kao osnovnim tehnologijama. RDF je jezik za prezentovanje i objavljivanje podataka na vebu. OWL se koristi za objavljivanje ontologija koje opisuju podatke pomoću RDF-a i omogućava softverskim aplikacijama da „shvate“ objavljene podatke i da ih automatski procesiraju.

3. ARHITEKTURA SISTEMA

Slika 1. prikazuje arhitekturu sistema implementiranog u [11]. Centralni deo sistema čini portal znanja sa adminis-

trativnom ontologijom. Administrativna ontologija predstavlja repozitorijum znanja iz oblasti od interesa i sadrži znanje o administrativnim procedurama, entitetima koji učestvuju u vršenju tih procedura i dokumentima koji se razmenjuju. Inženjer znanja u saradnji sa ekspertom iz domena vrši ažuriranje administrativne ontologije.



Slika 1. Arhitektura sistema

Pretraživač administrativnih procedura omogućava službeniku da pretražuje dostupne procedure, da pregleda njihovu strukturu i tok izvršavanja i dobije informacije o samim procedurama, koje obuhvataju i entitete koji su uključeni u obavljanje procedure, potrebne dokumente, zakone i druga pravna akta koja regulišu datu proceduru i druge informacije koje mogu biti od koristi službeniku prilikom razumevanja administrativne procedure.

Čarobnjak administrativnih procedura vodi službenika kroz tok procedure do njenog konačnog cilja, pomažući mu pritom da generiše dokumenta koja se u datoj proceduri koriste. Prilikom generisanja dokumenata čarobnjak se oslanja na šablone dokumenata koji su deo ontologije administracije. Čarobnjak omogućava i trenutni uvid u tok započete procedure.

RDF repozitorijum metapodataka sadrži metapodatke zakonskih i sudskih dokumenata, metapodatke dokumenata koji se kreiraju prilikom izvršavanja administrativnih procedura i podatke o administrativnim procedurama koje su u toku.

Pravna dokumenta se čuvaju u eksternom repozitorijumu u CEN/Metalex formatu [3]. Metalex je XML format za skladištenje i razmenu zakonskih i drugih pravnih dokumenata Evropske komisije za standardizaciju (CEN). Cilj standarda je da poboljša transparentnost i dostupnost pravih dokumenata građanima i pravnim licima.

Dokumenta koja se kreiraju prilikom izvršavanja administrativnih procedura se čuvaju u eksternim repozitorijumima u XML formatu. Sva dokumenta koja se

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bila dr Zora Konjović, red.prof.

kreiraju u toku izvršavanja procedura čuvaju se radi eventualnog kasnijeg uvida i pomoći prilikom odlučivanja.

4. ONTOLOGIJA JAVNE ADMINISTRACIJE

Centralni deo portala znanja čini ontologija javne administracije [1] koja ima 3 dela: ontologiju entiteta koji učestvuju u sprovođenju procedura (struktura javne administracije), ontologiju dokumenata koji se kreiraju tokom izvršavanja procedura i ontologiju servisa javne administracije.

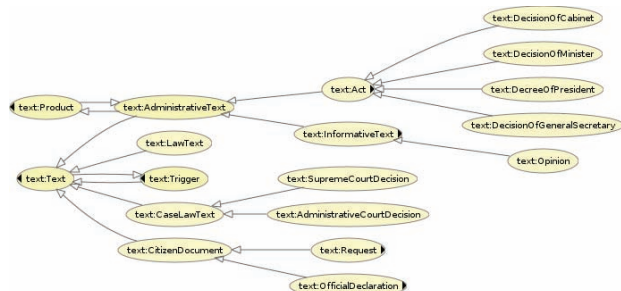
4.1. Ontologije strukture javne administracije i dokumenata

Ontologije strukture javne administracije i dokumenata koji se koriste u administrativnim procesima iskazane su pomoću *Web Ontology Language* (OWL).



Slika 2. Ontologija strukture javne administracije

Na Slici 2. prikazana je ontologija strukture javne administracije. Ontologija razlikuje 4 tipa entiteta: administrativne, zakonodavne, pravosudne i građanske.



Slika 3. Ontologija dokumenata

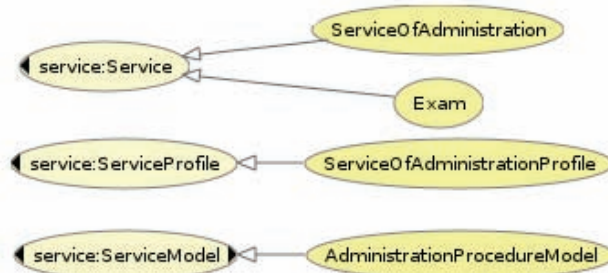
Na Slici 3. prikazan je tekstualni aspekt ontologije javne administracije. Na slici se može uočiti da ontologija razlikuje 4 osnovna tipa dokumenata: administrativna, zakonska, sudska i građanska. Takođe se može uočiti da su administrativna dokumenta proizvodi administrativnih procedura.

Administrativna dokumenta mogu dalje biti pravni akti, koji imaju direktan uticaj na realni svet i informativni tekstovi, koji nemaju direktan uticaj na realni svet. Svaki dokument može biti i okidač (*Trigger*) administrativne procedure ili nekog njenog dela, što podrazumeva da generisanje tog dokumenta dalje vodi pokretanju i izvršavanju procedure.

4.2. Ontologija servisa javne administracije

Ontologija servisa javne administracije kreirana je kao nadgradnja OWL-S ontologije. OWL-S je ontologija koja služi za semantički opis veb servisa [4]. Cilj opisa servisa pomoću OWL-S ontologije je da se omogući korisnicima i softverskim agentima da automatski pronalaze, pokreću, komponuju i nadgledaju veb resurse koji nude service u određenim ograničenjima [5].

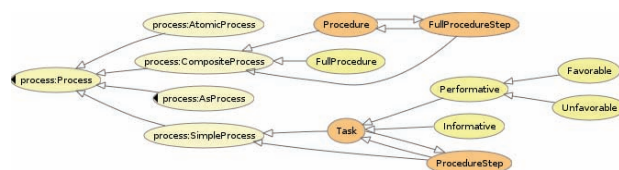
Na Slici 5. prikazana je ontologija servisa javne administracije kao proširenje OWL-S ontologije.



Slika 5. Ontologija servisa javne administracije

OWL-S ontologija ima 3 osnovna dela: profil servisa koji pruža opis servisa, model procesa koji opisuje način na koji klijent stupa u interakciju sa servisom i osnovu servisa koja opisuje detalje potrebne klijentu za komunikaciju sa servisom.

Na Slici 6. data je ontologija procedura javne administracije.



Slika 6. Ontologija procedura javne administracije

Osnovni koncepti ontologije su puna procedura (*FullProcedure*), procedura (*Procedure*) i zadatak (*Task*). Pune procedure se sastoje od jedne ili više procedura, a procedure se sastoje od jednog ili više zadataka. Zadaci su atomičke aktivnosti koje se ne mogu dalje razlagati. Bilo kakav dokument može biti ulaz zadatka, dok svaki zadatak proizvodi administrativni tekst.

Kako svaki zadatak ima ulaz i izlaz u obliku dokumenta, čitav tok pune procedure je zapravo upravljan kreiranjem i razmenom dokumenata.

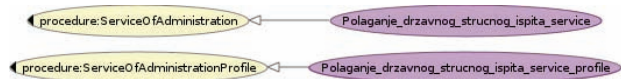
Sve pune procedure, procedure i zadaci imaju i reference ka zakonskim dokumentima i delovima dokumenata koji ih regulišu. To omogućava administrativnim službenicima da lako pristupe tekstu pravnog akta koji reguliše datu proceduru i shodno tome dobiju potrebne informacije.

5. IMPLEMENTACIJA SERVISA ZA POLAGANJE DRŽAVNOG STRUČNOG ISPITA

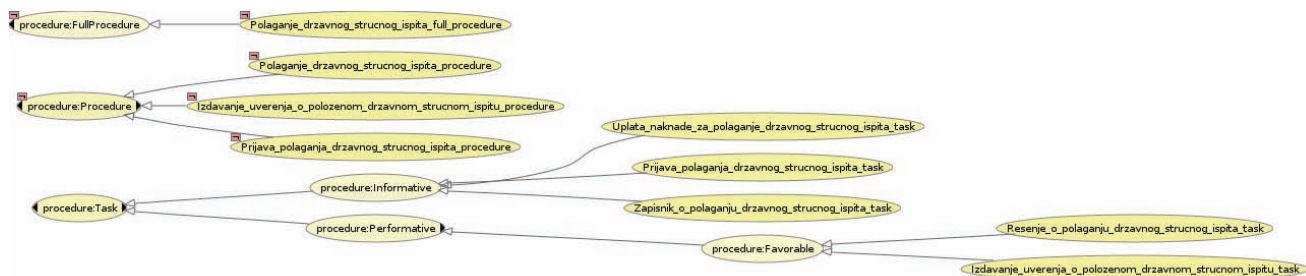
Za implementaciju elektronskog servisa za polaganje državnog stručnog ispita opisana ontologija je proširena kreiranjem nekoliko specijalizovanih klasa.

Na Slici 7. prikazane su klase ontologije koje modeluju sam servis i profil servisa.

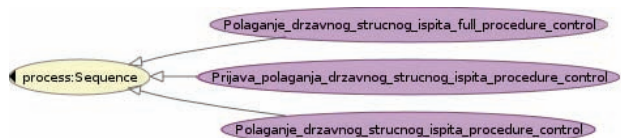
Klasa *Polaganje_drzavnog_strucnog_ispita_service* je povezana sa punom procedurom koja opisuje strukturu servisa pomoću predikata *process:hasProcess*. *Polaganje_drzavnog_strucnog_ispita_full_procedure* je klasa koja opisuje proceduru polaganja državnog stručnog ispita, što je prikazano na Slici 8.



Slika 7. Klase koje modeluju servis i profil servisa



Slika 8. Struktura procedure implementiranog servisa



Slika 9. Modeli procesa implementiranog servisa

Na Slici 10. prikazani su dokumenti koji se koriste u toku izvršavanja servisa polaganja državnog stručnog ispita.



Slika 10. Dokumenta koja se koriste u toku izvršavanja implementiranog servisa

6. IMPLEMENTACIJA APLIKACIJE

Implementacija aplikacije bazirana je na korišćenju otvorenih standarda i slobodnih alata.

Standardi koji su korišćeni za izgradnju ontologije su otvoreni standardi organizacije *World Wide Web Consortium* (W3C) i javno su dostupni na sajtu <http://www.w3c.org>. Za modelovanje je korišćen program *Protégé* [6].

Portal znanja je implementiran u obliku serverske aplikacije bazirane na REST principima [7]. Aplikacija

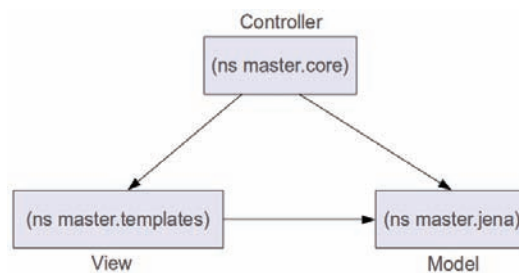
pruža korisnički interfejs u obliku klasične veb aplikacije. Server je implementiran po MVC šablonu [8], kao što je prikazano na Slici 11.

Kao okvir za izgradnju aplikacija baziranih na semantičkom vebu, korišćena je *Jena* [9]. Sama serverska implementacija napisana je u programskom jeziku *Clojure*, dijalektu *LISP*-a koji se izvršava na *JVM* platformi [10]. Uz sam jezik, korišćeno je i više biblioteka

Na slici su prikazane i procedure i zadaci koji opisuju strukturu servisa. Za vreme sprovođenja procedure polaganja državnog stručnog ispita kreiraju se instance prikazanih klasa, čime je omogućeno praćenje toka svake pojedinačne procedure.

Na Slici 9. prikazani su modeli procesa implementiranog servisa. Modeli procesa omogućavaju povezivanje pune procedure (i procedure) sa svojim delovima koristeći restrikciju *process:composedOf*. Na slici se može uočiti da se sve procedure u implementiranom servisu izvršavaju sekvencijalno.

za razvoj veb aplikacija: Compojure, Enlive, Hiccup i Sandbar.



Slika 11. Implementacija servera po MVC šablonu

7. PRIMER KORIŠĆENJA SERVISIA

Na Slici 12. prikazan je izgled veb interfejsa servisa.

Slika 12. Opis odabranog servisa

Na vrhu stranice nalazi se naslov ispod koga su kontrole za pokretanje nove procedure servisa, za pregled procedura koje su u toku i završenih procedura, sa desne strane je meni i prikazuje se tekstualni opis servisa. Pois sadrži i naziv administrativnog entiteta koji pruža servis, spisak propisa koji regulišu servis sa vezama ka tekstovima propisa, spisak kontakt osoba, spisak ispita (ukoliko je servis tipa ispita), potrebna dokumenta za startovanje servisa i struktura servisa. Izgled strukture servisa prikazan je na Slici 13.

Struktura servisa:
U nastavku je dat opis strukture servisa. Crvenim slovima je ispisan izvršilac svakog zadatka.

Polaganje državnog stručnog ispita

Prijava polaganja državnog stručnog ispita

Građanin: Prijava polaganja državnog stručnog ispita Prikaži opis

Pokrajinski sekretarijat za propise, upravu i nacionalne manjine: Rešenje o polaganju državnog stručnog ispita Prikaži opis

Građanin: Uplata naknade za polaganje državnog stručnog ispita Prikaži opis

Polaganje državnog stručnog ispita

Pokrajinski sekretarijat za propise, upravu i nacionalne manjine: Zapisnik o polaganju državnog stručnog ispita Prikaži opis

Pokrajinski sekretarijat za propise, upravu i nacionalne manjine: Izdavanje uverenja o položenom državnom stručnom ispitu Prikaži opis

Slika 13. Izgled strukture servisa

Za pokrenute servise, vodi se evidencija toka servisa. Čarobnjak koji prikazuje tok servisa prikazan je na Slici 14. Završeni zadaci imaju vezu ka svom opisu, dok je sledeći zadatak koji je na redu moguće izvršiti.

Zadatak	Status
<u>Prijava polaganja državnog stručnog ispita</u>	završen
<u>Rešenje o polaganju državnog stručnog ispita</u>	Izvrši
<u>Uplata naknade za polaganje državnog stručnog ispita</u>	
<u>Zapisnik o polaganju državnog stručnog ispita</u>	
<u>Izdavanje uverenja o položenom državnom stručnom ispitu</u>	

Meni

Naslovna

O servisu

Kontakt

Servisi

Servisi

Propisi

SPARQL Upit

Korisnički meni

Prijavi se

Slika 14. Čarobnjak koji vodi tok servisa

Izvršavanjem zadatka koji kao izlazni dokument ima administrativni akt prikazuje se šablon za kreiranje dokumenta kao na Slici 15.

Rešenje o polaganju državnog stručnog ispita

Imajući u vidu:

- ☒ Uredba o programu i načinu polaganja državnog stručnog ispita, član 16.
- ☒ Zakon o državnoj upravi, član 84.
- ☒ Odluka o pokrajinskoj upravi, član 26.
- ☒ Zakon o državnim službenicima, član 100.
- ☒ Zakon o državnim službenicima, član 101.
- ☒ Zakon o državnim službenicima, član 102.
- ☒ Odluka o pokrajinskim službenicima, član 49.
- ☒ Zakon o utvrđivanju nadležnosti Autonomne pokrajine Vojvodine, član 78.

I naročito imajući u vidu:

- ☒ Prijava za polaganje državnog stručnog ispita_3

Donosimo rešenje:

[Kreiraj dokument](#)

Slična dokumenta

[Resenje_o_polaganju_drzavnog_strucnog_ispita_1](#)

Slika 15. Šablon za kreiranje administrativnog akta

Na vrhu stranice su linkovi ka pravnim dokumentim koji regulišu oblast servisa sa kućicama za uključivanje (isključivanje) dokumenta iz šablona dokumenta koji se kreira. Prikazani su i svi dokumenti koji su nastali u toku izvršavanja procedure koji se takođe mogu uključiti u novi dokument. Na dnu stranice su reference ka drugim dokumentima istog tipa koje administrativni službenik može koristiti kao primer, čime se službeniku prikazuje znanje za donošenje odluka i kreiranje novog dokumenta i omogućava da efikasnije i kvalitetnije obavljaju svoje dnevne zadatke.

8. ZAKLJUČAK

Prikazani sistem može značajno da olakša rad neiskusnim administrativnim službenicima, pružajući im pristup znanju potrebnom za obavljanje svakodnevnih poslova. Ovakav sistem može značajno da olakša i ubrza rad službenika, istovremeno održavajući visok kvalitet postignutih rezultata.

Semantički veb kao platforma za izgradnju sistema i njegova arhitektura obezbeđuju da ista platforma može biti korišćena i za jednostavnu implementaciju drugih administrativnih servisa. Otvoreni standardi i otvoreni kod pružaju nezavisnost od nekog konkretnog proizvođača i predstavlja dobru platformu za razvoj sistema i integraciju sa drugim sistemima u budućnosti.

Dalja istraživanja trebala bi da obuhvate prilagođavanje ontologije konkretnim administrativnim sistemima i servisima i razvoj novih servisa.

9. LITERATURA

[1] Savvas, I., Basiliades, N. (2009). A Process-Oriented Ontology-Based Knowledge Management System for Facilitating Operational Procedures in Public Administration, *Expert Systems with Applications: An International Journal*, Volume 36 , Issue 3, pp. 4467-4478

[2] <http://www.w3.org/2001/sw/>

[3] <http://www.metalex.eu/>

[4] <http://en.wikipedia.org/wiki/OWL-S>

[5] <http://www.w3.org/Submission/OWL-S>

[6] <http://protege.stanford.edu/>

[7] <http://en.wikipedia.org/wiki/REST>

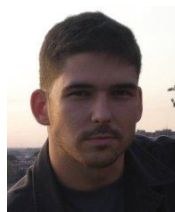
[8] <http://en.wikipedia.org/wiki/Model-view-controller>

[9] <http://jena.sourceforge.net>

[10] <http://www.clojure.org>

[11] Stričević, N. (2010). Ontološki bazirani model elektronskog servisa javne administracije, diplomski-master rad, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad

Kratka biografija:



Nebojša Stričević je rođen 07.07.1986. godine u Somboru. Srednju tehničku školu u Somboru, smer elektrotehničar računara završio je 2005. godine. Iste godine se upisuje na Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu. Ispunio je sve obaveze i položio sve ispite predviđene studijskim programom.

JEDNO REŠENJE DISTRIBUIRANE OBRADE ZASNOVANE NA RASPLINUTOJ LOGICI

DISTRIBUTED PROCESSING SOLUTION BASED ON FUZZY LOGIC

Milen Miodanić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Potreba za distribuiranim sistemima je veoma rasprostranjena, a jedna od primjena jeste upravljanje elektrodistributivnom mrežom. U ovom radu razmotren je jedan način distribuiranja korišćenjem rasplinite logike, u cilju smanjenja vremena obrade zadataka u odnosu na postojeće rješenje obrade aplikativnih proračuna. Poređenje rješenja se obavlja upoređivanjem vremena obrade zahtjeva, za različit broj računara u distribuiranom sistemu. Rješenje distribuirane obrade zasnovane na rasplinitoj logici ima manje vrijeme obrade u odnosu na postojeće rješenje, kao i na distribuiranje zadataka redom u krug. Može se koristiti za realizaciju distribuiranja u sistemima čija obrada mnogo zavisi od performansi računara.

Abstract – Need for distributed systems is wide-spread in information technology. It is implemented in power distribution networks. This paper presents distributed processing solution based on fuzzy logic. Main goal is to reduce task execution time with respect to existing DMS solution. Task execution times are compared for various number of computers in distributed system. Solution from this paper shows better performances than existing DMS solution and solution with Round Robin scheduling strategy. It can be used in distributed systems, where data processing significantly depends on computer performances.

Ključne riječi: Distribuirani sistem, Kontroler rasplinite logike, WCF.

1. UVOD

Raspoređivanje je ključni koncept u računarstvu u sistemima sa više zadataka koji treba da budu obrađeni, u višeprocorskim operativnim sistemima, kao i operativnim sistemima u realnom vremenu. Raspoređivanje podrazumijeva način na koji se određeni zadatak dodjeljuje slobodnoj procesorskoj jedinici. Pojava višeprocorskih sistema pružila je nove mogućnosti za povećanje brzine izvršavanja programa. Otvorilo se novo polje u istraživačkoj djelatnosti, čiji je cilj efikasna paralelizacija programa, kao i distribuiranje i obrada zadataka na udaljenim računarima.

Danas se sreće potreba za distribuiranim obradama u velikom broju primjena. Jedna od njih je sistem za upravljanje elektrodistributivnom mrežom (Distribution

Management System) i ovaj rad predstavlja doprinos u tom smjeru.

Sistemi za upravljanje elektrodistributivnim mrežama su zasnovani na složenim matematičkim proračunima. Srce DMS-a je računanje funkcije LoadFlow nad određenom elektrodistributivnom mrežom [1].

WCF (Windows Communication Foundation) je aplikativna programska sprega u okviru .NET razvojnog okruženja za formiranje i distribuiranje povezanih aplikacija [2].

U računarskim mrežama, balansiranje opterećenja predstavlja tehniku dijeljenja posla na dva ili više računara, procesorskih jedinica ili drugih resursa, u cilju dobijanja najbolje iskorišćenosti resursa [3]. Korišćenjem višestrukih komponenti umjesto jedne komponente, u postupku balansiranja opterećenja, može se povećati pouzdanost sistema.

Rasplinita (fuzzy) logika predstavlja metodologiju rešavanja problema kontrolisanja sistema. Obezbeđuje jednostavan način da se dođe do određenog zaključka na osnovu nejasnih, dvosmislenih, nepreciznih, ili djelimičnih ulaznih podataka [5].

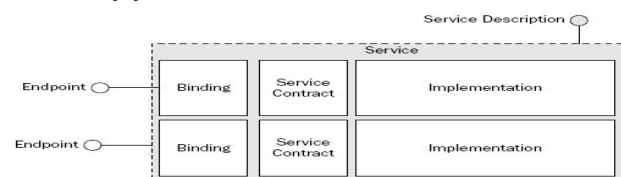
Sistem CE (Calculation Engine) predstavlja referentni sistem obrade aplikativnih proračuna [6]. Predstavlja dio DMS softvera, razvijenog u kompaniji TelventDMS u Novom Sadu. Karakterišu ga visok nivo paralelizacije programskog koda, proširivost, visoka robustnost, kontrola sistemskih resursa i izvršavanje aplikacije.

2. WCF

WCF predstavlja spoj aktuelnih tehnologija za distribuirane sisteme, razvijenih s ciljem što većeg približavanja idealnim uslužno orijentisanim arhitekturama (Service Oriented Architecture).

U WCF-u postoje tri tipa razmjene poruka: *simplex* – jednosmjerna komunikacija, *duplex* – otvorena i dvosmjerna komunikacija *request-reply* – dvosmjerna komunikacija, zahtjev - odgovor.

WCF usluživač se sastoji od opisa, krajnjih tačaka, tipova povezivanja, ugovora i realizacije ugovora (slika 1). Preko krajnjih tačaka komunicira sa okolinom.



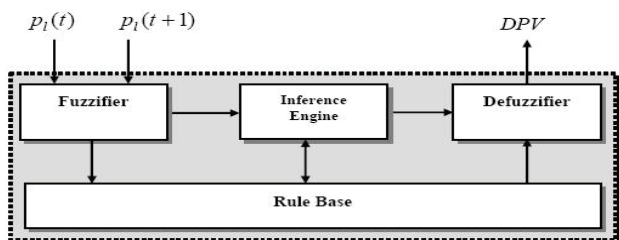
Slika 1. Struktura WCF usluživača

NAPOMENA:

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

3. RASPLINUTA LOGIKA

Komponenta koja realizuje rasplinutu logiku je kontroler rasplnute logike – KRL (*fuzzy controller*). Četiri komponente su ugrađene u kontroler (slika 2):



Slika 2. Kontroler rasplnute logike

3.1. Rasplinjavanje (*fuzzification*)

Predstavlja postupak pretvaranja ulaznih podataka u vrijednosti lingvističkih promjenljivih. Funkcija na kojoj se predstavlja preslikavanje ulaznih u lingvističke vrijednosti se zove funkcija pripadnosti (*membership function*).

3.2. Skup pravila rasplnute logike (*Rule Base*)

Predstavlja način upravljanja sistema, odnosno pokazuje odnos ulaznih i izlaznih lingvističkih promjenljivih. Jednostavan način za predstavljanje pravila rasplnute logike je u vidu tabele.

3.3. Mehanizam zaključivanja (*Inference Engine*)

Mehanizam zaključivanja je postupak dobijanja vrijednosti izlaznih lingvističkih promjenljivih, koristeći skup pravila.

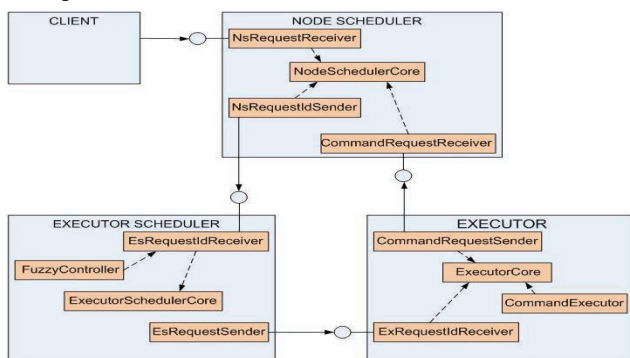
3.4. Pretvaranje rezultata u izlazne vrijednosti (*defuzzification*)

Postupak dobijanja izlaznih vrijednosti kontrolera se obavlja nad obuhvaćenim rasplnutim skupom izlaznih lingvističkih vrijednosti.

4. OPIS RJEŠENJA

4.1. Sistem za distribuiranu obradu

Sistem za distribuiranu obradu aplikativnih proračuna se sastoji od klijentske aplikacije, raspoređivača zadataka i N izvršilaca, prikazan na slici 3. Komponente međusobno komuniciraju posredstvom WCF mehanizma. Koristi se *duplex* tip razmjene poruka. Klijentska aplikacija je realizovana kao internet aplikacija. Ostale komponente su konzolnog tipa. Razmjena podataka između klijentske aplikacije i raspoređivača se obavlja koristeći HTTP protokol, dok je u ostalim komunikacijama zastupljen TCP protokol.



Slika 3. Struktura sistema distribuirane obrade aplikativnih proračuna

Klijentska aplikacija sadrži podatke za obradu, koji su u obliku *XML* datoteka i predstavljaju podatke korijena određene elektrodistributivne mreže.

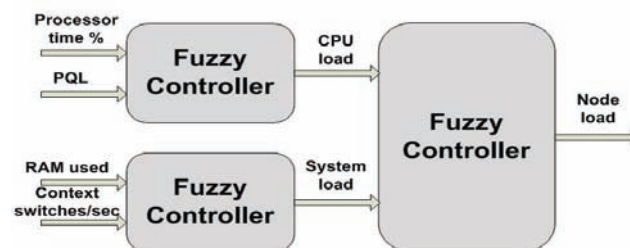
Raspoređivač zadataka (*NodeScheduler*) komunicira sa svim komponentama i predstavlja centralni dio sistema. Njegova uloga je prihvatanje zadataka od klijentske aplikacije i raspoređivanje nekom od izvršilaca određenom strategijom.

Izvršioca čine komponente *ExecutorScheduler* i *Executor*. Komponenta *ExecutorScheduler* sadrži kontroler rasplnute logike, čijim se izvršenjem dobija opterećenje izvršioca. Vrijednost opterećenja se šalje raspoređivaču, na osnovu koga se obavlja raspoređivanje zadataka. Takođe, zadatak komponente je i prosljeđivanje identifikatora zadataka od raspoređivača do izvršioca.

Komponenta *Executor* je zadužena za obradu aplikativnih proračuna. Koristeći dobijene identifikatore zadataka, dobija od raspoređivača potrebne podatke koje obrađuje određena funkcija predstavljena kao *DLL (Dynamic-Link Library)*. Nakon obrade, rezultati se šalju raspoređivaču.

4.2. Kontroler rasplnute logike

Na slici 4. je prikazan sistem kontrolera koji se koristi za računanje opterećenja izvršioca.



Slika 4. Sistem kontrolera rasplnute logike

Sistem je realizovan u dva nivoa. Ulaz predstavljaju četiri sistemska brojača, a izlaz konačno opterećenje računara izvršioca.

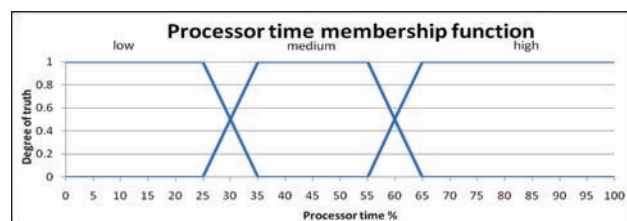
Processor time % predstavlja procenat zauzetosti procesora u jedinici vremena. Najjasnije predstavlja rad procesora. Granična vrijednost opterećenja je 85%.

Processor Queue Length je broj programskih niti koje čekaju u redu na procesorsko vrijeme. Konstantna srednja vrijednost veća od dva predstavlja povećano opterećenje.

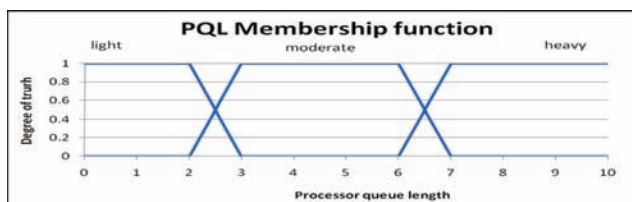
RAM used predstavlja procenat iskorišćene radne memorije. Konstantna vrijednost veća od 75% predstavlja stanje nedovoljno raspoložive memorije.

Context switches/sec je broj preključivanja konteksta programskih niti u jedinici vremena. Vrijednosti manje od 5000 nisu od značaja, dok one preko 15000 predstavljaju kritičnu granicu, odnosno situaciju da veći broj niti sa istim prioritetom čeka na izvršenje.

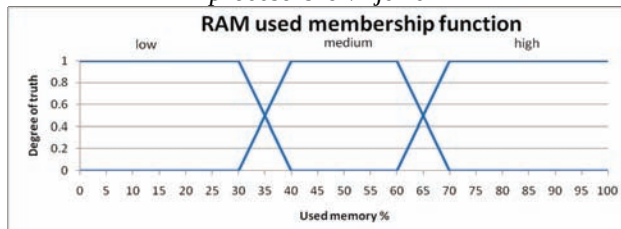
Postupak rasplinjavanja prvog nivoa koristi funkcije pripadnosti na slikama 5-8.



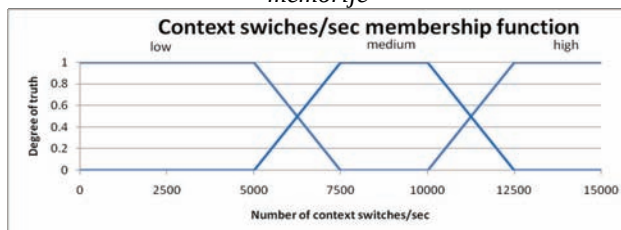
Slika 5. Funkcija pripadnosti iskorišćenosti procesora



Slika 6. Funkcija pripadnosti reda čekanja niti na procesorsko vrijeme



Slika 7. Funkcija pripadnosti procenta upotrebljene RAM memorije



Slika 8. Funkcija pripadnosti broja preključivanja konteksta niti u procesoru u jedinici vremena

U postupku rasplinjavanja se formiraju vrijednosti lingvističkih promjenljivih u zavisnosti od ulaznih promjenljivih. Vrijednosti lingvističkih promjenljivih predstavljaju stepene istinitosti određenih stanja lingvističke promjenljive. Npr. za procenat iskorišćenja procesorskog vremena 27% - vrijednost *low* odgovarajuće lingvističke promjenljive je 0.8 (stepen istinitosti), a vrijednost *medium* je 0.2. Drugim riječima, procesor je nisko iskorišćen $27 \cdot 0.8 = 21.6\%$, a $27 \cdot 0.2 = 5.4\%$ srednje iskorišćen. Skup pravila se formira za svaki kontroler. Tabele 1. i 2. pokazuju skup pravila kontrolera prvog nivoa.

Tabela 1. Skup pravila kontrolera za dobijanje opterećenja procesora

ProcessorTime %\PQL	L	M	H
L	VL	L	M
M	L	M	H
H	M	H	VH

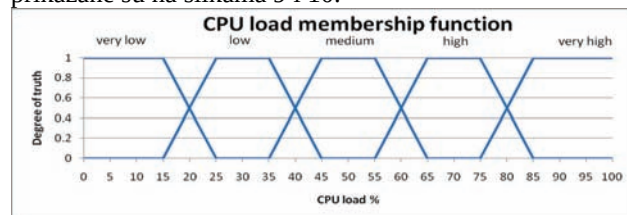
Tabela 2. Skup pravila kontrolera za dobijanje opterećenja sistema

RAM \Switches/sec	L	M	H
L	VL	L	M
M	L	M	H
H	M	H	VH

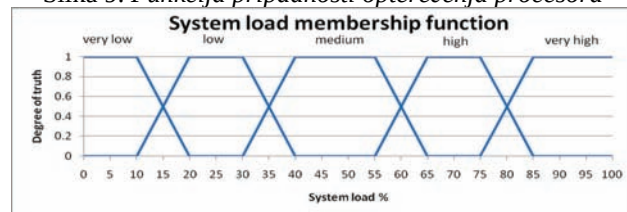
Pravilo je npr. u sledećem obliku:

Ako *processor_time* = *M* **i** *pql* = *L* **onda** *cpu_load* = *L*.
Samo ona pravila koja imaju vrijednosti čiji je stepen istinitosti veći od nule učestvuju u daljem postupku. Mehanizam zaključivanja koristi odabrana pravila da formira skup vrijednosti izlaznih lingvističkih promjenljivih. Koristi mehanizam minimuma pri

formiranju izlaznih vrijednosti koje predstavljaju stepene istinitosti vrijednosti izlaznih lingvističkih promjenljivih. Funkcije pripadnosti izlaznih promjenljivih su potrebne za postupak pretvaranja izlaznih lingvističkih promjenljivih u izlaznu promjenljivu kontrolera. Funkcije pripadnosti izlaznih promjenljivih sistema kontrolera prvog nivoa prikazane su na slikama 9 i 10.



Slika 9. Funkcija pripadnosti opterećenja procesora



Slika 10. Funkcija pripadnosti opterećenja sistema

U sistemu kontrolera se koristi metoda pretvaranja rezultata „centar gravitacije“, koja koristi formulu

$$z_k = \frac{\sum_i b_i \int \mu_i(z)}{\sum_i \int \mu_i(z)}$$

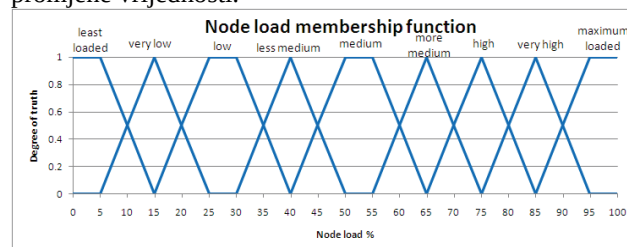
da dobije konačan izlaz iz kontrolera. Pri tome, b_i određuje centar izlazne funkcije pripadnosti pravila i , a $\int \mu_i$ predstavlja površinu koju obrazuju funkcija pripadnosti μ_i određenog pravila i i prava paralelna sa apscisom, koja ima vrijednost jednaku stepenu istinitosti funkcije pripadnosti za dato pravilo i , dok u predstavlja izlaz iz kontrolera.

Postupak rasplinjavanja drugog nivoa koristi funkcije pripadnosti sa slika 9 i 10, skup pravila iz tabele 3. i funkciju pripadnosti izlazne promjenljive sa slike 11. za dobijanje izlaza iz sistema kontrolera.

Tabela 3. Skup pravila kontrolera za dobijanje opterećenja izvršioca

CPU\System	VL	L	M	H	VH
VL	LL	VL	L	LM	M
L	VL	L	LM	M	MM
M	L	LM	M	MM	H
H	LM	M	MM	H	VH
VH	M	MM	H	VH	ML

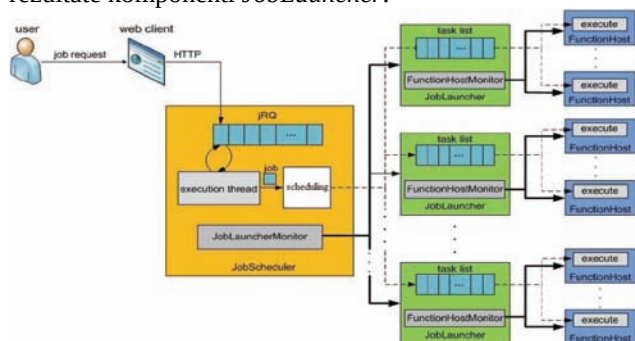
Pošto se sistem kontrolera rasplinute logike se nalazi na svakom izvršiocu, potrebno je na strani raspoređivača osvježavati vrijednosti opterećenja svih izvršilaca. Da bi se izbjegla nepotrebna komunikacija, izvršilac šalje raspoređivaču svoje opterećenje samo u trenucima promjene vrijednosti.



Slika 11. Funkcija pripadnosti opterećenja izvršioca

5. SISTEM CE

Predstavlja referentni sistem za obradu aplikativnih proračuna, koji se koristi u DMS-u (*Distribution Management System*). Sastoji se od komponenti: *JobScheduler* – prima zahtjeve od korisnika i raspoređuje ih jednom od pokretača; *JobLauncher* – prima zahtjeve od raspoređivača i proslijeđuje ih nekom od slobodnih izvršilaca; *FunctionHost* – obrađuje zahtjeve i vraća rezultate komponenti *JobLauncher*.



Slika 12. Princip rada sistema CE sa distribuiranom obradom zadataka

6. ZAKLJUČAK

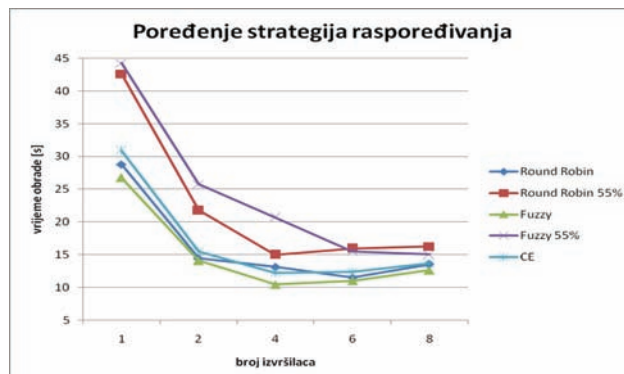
Funkcionalnost rešenja je pokazana na distribuiranom sistemu od deset računara. Jedan predstavlja klijentsku aplikaciju, jedan raspoređivač i 1, 2, 4, 6 ili 8 izvršilaca. Vrijeme kašnjenja između slanja zahtjeva je promjenljivo: 0, 100, 200 i 300 milisekundi. Podaci koji se obrađuju sastoje se od 55 korijena elektroenergetske šeme Beograda. Radi jasnijeg uočavanja principa raspoređivanja, koristeći rasplinutu logiku, u pojedinim izvršiocima se formira dodatno opterećenje u vidu izvršenja programa koji uzima 90% procesorskog vremena, tako da je opterećenje izvršioca 55-60%. Izvršioci sa parnim brojem su podvrgnuti dodatnom opterećenju. Pamti se vrijeme obrade svih zadataka, od slanja prvog, do primanja rezultata poslednjeg i izraženo je u sekundama.

Na slici 13. je prikazan odnos broja obrađenih zadataka, koristeći četiri izvršioca, bez kašnjenja između slanja. U slučaju bez dodatnog opterećenja (svi imaju približno isto opterećenje) više zadataka obrađuju računari sa boljim karakteristikama, odnosno oni sa većom učestanošću rada procesora. Sa dodatnim opterećenjem, se jasno vidi princip raspoređivanja zadataka ka onima sa manjim opterećenjem.



Slika 13. Odnos broja obrađenih zadataka u slučaju korišćenja četiri izvršioca i rasplinite logike

Međusobno su upoređena vremena obrade za različite strategije, kao i sa sistemom CE (slika 14). Najbolje rezultate ima raspoređivanje koje se zasniva na rasplinitoj logici.



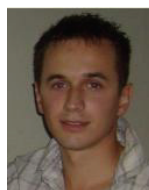
Slika 14. Poređenje strategija raspoređivanja u zavisnosti od broja izvršilaca

Buduća istraživanja rada su u smjeru biranja dodatnih elemenata na osnovu kojih se obavlja raspoređivanje (informacije o stanju računarske mreže, propusnosti i opterećenja ka određenim čvorovima), u cilju što brže obrade.

7. LITERATURA

- [1] M. Popović, I. Bašičević, V. Vrtunski, „A Task Tree Executor: New Runtime for Parallelized Legacy Software“, Engineering of Computer Based System Conference (ECBS), San Francisco, USA, 2009.
- [2] Scott Klein, „Professional WCF programming: .NET development with the Windows communication foundation“, Indianapolis, 2007.
- [3] Abbas Karimi, Faraneh Zarafshan, Adznan Jantan, A. R. Ramli, M. Iqbal Saripan, „A New Fuzzy Approach for Dynamic Load Balancing Algorithm“, Department of Computer Systems Engineering, Faculty of Engineering, UPM, Malaysia, Computer Department, IAU, Arak, Iran, 2009.
- [4] Domenico Ferrari, Songnian Zhou, „An Empirical Investigation of Load Indices for Load Balancing Algorithm“, Department of Electrical Engineering and Computer Sciences, Berkeley
- [5] Kevin M. Passino, Stephen Yurkovich, „Fuzzy Control“, Department of Electrical Engineering, The Ohio State University, 1998.
- [6] B. Trivunović, M. Popović, V. Vrtunski, „An Application Level Parallelization of Complex Real-Time Software“, 17th IEEE International Conference and Workshops on Engineering of Computer Based Systems (ECBS), UK, 2010.
- [7] I. Bašičević, S. Jovanović, B. Drapšin, M. Popović, V. Vrtunski, „An Approach to Parallelization of Legacy Software“, IEEE ECBS-EERC, Novi Sad, Serbia, Sept. 2009.

Kratka biografija:



Milen Miodanić je rođen u Derventi 31.05.1986. godine. Školske 2005/2006. godine je upisao studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva, odsjek Računarstvo i automatika, smjer – Računarska tehnika i računarske komunikacije. Odrabio je Bachelor rad 2009. godine.

JEDNO REŠENJE DISTRIBUIRANE OBRADE ZASNOVANE NA PROCENI PERFORMANSE RAČUNARA

A SOLUTION OF TASK DISTRIBUTION BASED ON BENCHMARK

Igor Cavrić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Danas, kada procesori stižu do granice uvećanja svog radnog takta, za izračunavanje složenih matematičkih operacija se obično koristi distribuirano računarstvo ili simetrični višeprocesorski računari. Primer programske podrške za višeprocesorske računare je Calculation Engine (CE) koji je razvijen od strane TelventDMS LLC iz Novog Sada. Na osnovama tog rešenja je izrađen ovaj rad kao mali doprinos distribuiranom računarstvu. Cilj rada je da se dobije kraće vreme obrade na klasteru komercijalno isplativih računara od skupog NUMA računara. U radu je opisano rešenje distribuirane obrade blokova elektro-distributivne mreže na klasteru poznavajući performanse računara..

Abstract – Under the current circumstances, when the processors are facing the well-known frequency wall, modern symmetric multiprocessors or distributed computing are used to calculate complex mathematical operations. An example of the software architecture for a multiprocessor computer is the Calculation Engine (CE) developed by TelventDMS LLC, Novi Sad. Based on the CE, this paper contributes to the overall research effort in the area of distributed computing. The aim of this paper is to have better results on cluster of commercially viable computers over an expensive NUMA computer. The results of these solutions that calculate load flow function of Progress Energy Carolinas (PEC) scheme are compared. Since the performance of distributed solution is better than CE, it is showed that a very large-scale distributed system can be built in the distributed computing technology.

Ključne reči: balansiranje opterećenja, distribuirana obrada, procena performansi računara

1. UVOD

Izrada istribuiranih sistema velike skale integracije (eng. large-scale), poput elektro-distributivne mreže većeg grada ili regije, smatra se veoma važnim zadatkom u inženjerstvu sistema zasnovanih na računarima.

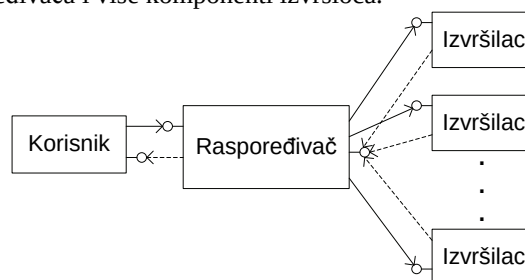
Bitne osobina takvog distribuiranog sistema upravljanja navedene u [1]-[2] su: veliki broj ulaznih promenljivih (na pr. 13 miliona u državi Teksas, SAD), kratak vremenski period očitavanja ulaznih vrednosti i upravljanja sistemom u realnom vremenu (obično oko nekoliko sekundi), kratko vreme ispravke u slučaju greške

(oko 2-3 sekunde), upravljanje zasnovano na složenim matematičkim operacijama (tradicionalno napisanih kao sekvencijalni program, obično na Fortranu). Uzevši u obzir činjenicu da današnji procesori stižu do granice uvećanja svog radnog takta, počelo se sa istraživanjem novih tehnoloških mogućnosti. Moguća rešenja su procesori sa više jezgara ili raspodela zadataka na više računara u mreži gde se može postići veliko ubrzanje obrade složenih matematičkih proračuna. Primer prvog rešenja je podsistem Calculation Engine (CE) koji je razvijen za rad na NUMA arhitekturi [3].

Za razliku od podsistema CE koji radi na računaru sa NUMA arhitekturom rešenje ovog rada za cilj ima distribuiranu obradu na klasteru ličnih računara (eng. personal computer) povezanih Ethernet mrežom. Zajedničko za oba rešenja je poziv fortranske funkcije za obradu tokova snaga (eng. load flow) blokova elektro-distributivne mreže. Pre poziva, potrebno je na određen način urediti argumente funkcije. Svi podaci koji određuju jedan blok se uređuju posebnim modulima za pripremu podataka; dodatno se dodaju podešavanja funkcije. Podaci koji čine jedan blok elektro-distributivne mreže se dele na podatke unutrašnjeg modela (eng. internal model) i modela stanja (eng. state model). Podaci unutrašnjeg modela su statički podaci i uređeni su kao niz bajtova koji predstavlja izgled bloka elektro-distributivne mreže. Stanje modela su dinamički podaci i to su vrednosti očitane sa SCADA-e i prethodni rezultat proračuna tokova snaga. Sledi opis arhitekture rešenja i komponente raspoređivača sa strategijama balansiranja opterećenja. Nakon toga je opisana komponenta izvršilac sa testom performanse (eng. benchmark). Konačno, su predstavljeni rezultati obrade Progress Energy Carolinas (PEC) sheme elektro-distributivne mreže i opšti zaključak o radu.

2. OPIS PROGRAMSKE PODRŠKE

Sistem sa Slike 1 sastoji se iz jedne komponente raspoređivača i više komponenti izvršioca.



Slika 1. Arhitektura rešenja.

NAPOMENA:

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

Komunikacija između komponenti omogućena je upotrebom Windows Communication Foundation aplikativne

programske sprege sa *netTCP* povezivanjem [4]. Sve programske komponente su razvijene na programskom jeziku C#.

2.1 Raspoređivač

Raspoređivač je povezan sa svakim izvršiocom, dok izvršioci nisu međusobno povezani. Raspoređivač je glavni čvor sistema čija je uloga da prima podatke i zadatke od korisnika koje raspoređuje izvršiocima. Za prijem podataka služe dva modula dok za prijem zadataka služi jedan modul. Svi moduli komuniciraju sa korisničkom stranom na različitim prolazima (eng. port). Svaki od modula ima svoje delegate preko kojih obavestava ostale module o pristiglim podacima ili zadacima. Raspoređivač se sastoji iz dva raspoređivača: raspoređivača podataka i raspoređivača zadataka. Raspoređivač podataka statičke podatke prosleđuje svim izvršiocima. Dinamički podaci se mogu slati modulu za prijem dinamičkih podataka ili upakovni u zadatak modulu za prijem zadataka. Raspoređivač zadataka u zavisnosti od strategije odlučuje o izboru jednog izvršioca kojem se dodeljuje zadatak. Podaci o svim izvršiocima se čuvaju u posebnom modulu. Pored raspoređivanja, komponenta raspoređivača stvara i nadzire procese izvršioca na drugim računarima.

Raspoređivač dodeljuje zadatak jednom izvršiocu u zavisnosti od izabrane strategije balansiranja opterećenja. Balansiranje opterećenja (eng. Load Balancing) je tehnika ravnomerne raspodele zadataka između dva ili više računara, mrežnih čvorova, procesora ili drugih resursa čiji je cilj dobijanje optimalne opterećenosti resursa, povećanje protoka, smanjenje odziva ili izbegavanje preopterećenja. Usluga balansiranja opterećenja zavisi od strategije balansiranja opterećenja.

Strategija kružne dodele zadataka čuva jedinstvene oznake svih pokrenutih izvršilaca u jednoj listi. Zadaci se dodeljuju redom izvršiocima iz liste počev od prvog izvršioca. Zadatak se dodeljuje izvršiocu samo ako nije zauzet. Ukoliko je izvršilac zauzet zadatak se dodeljuje sledećem slobodnom izvršiocu. U slučaju da ni jedan izvršilac nije slobodan kroz listu se kruži dok se ne pojavi prvi slobodan izvršilac.

Strategija favorizacije najboljeg izvršioca čuva jedinstvene oznake svih pokrenutih izvršilaca uređene prema indeksu performanse izvršioca od najboljeg ka najlošijem. Zadaci se dodeljuju prvom (najboljem) izvršiocu iz liste sve dok je u stanju slobodan. Ukoliko je izvršilac u stanju zauzet zadatak se dodeljuje sledećem izvršiocu iz liste. Pri raspoređivanju svakog zadatka pretraga slobodnog izvršioca počinje sa početka liste. Razlika između strategije kružne dodele i strategije favorizacije najboljeg izvršioca je što prva strategija traži slobodnog izvršioca od sledećeg elementa liste dok druga uvek kreće s početka liste.

2.2 Korisnik

Korisnik izdaje zadatke ali ima i ulogu uslužioca (eng. server) podataka. Na početku rada sistema korisnik do raspoređivača šalje sve blokove statičkih podataka koje raspoređivač prosleđuje svim izvršiocima. Blokovi dinamičkih podataka (koji su po veličini znatno manji od blokova statičkih podataka) se šalju raspoređivaču zajedno sa zadatkom i podešavanjima funkcije.

2.3 Izvršilac

Izvršilac prihvata blokove statičkih podataka i zadatke (u koje su upakovani i blokovi dinamičkih podataka). Blokovi statičkih podataka se čuvaju u modulu za statičke podatke. Po pristizanju zadatka izvršilac uređuje blokove statičkih i blokove dinamičkih podataka sa podešavanjima funkcije čime uređuje argumente funkcije za obradu. Priprema i obrada zadatka se obavljaju u dve programske niti (eng. thread). Zadatak se ne može obraditi dok nije pripremljen.

Izvršilac periodično očitava vrednost iskorištenosti procesorskog vremena (eng. processor time) i broja zadataka u procesorskom redu zadataka (eng. processor queue length) i računa indeks opterećenja. U cilju boljeg kvaliteta indeksa opterećenja D. Ferari u [5] je uveo nekoliko poželjnih osobina indeksa opterećenja. Dobar indeks opterećenja treba da:

- Predstavlja kvalitetnu procenu trenutnog opterećenja nekog čvora;
- Predvidi opterećenje u skorijoj budućnosti s obzirom da će na obradu zadatka više uticati buduće opterećenje nego trenutno;
- Bude relativno otporan na česte promene opterećenja. Nakon niza oglada Ferari je pokušao da zadovolji sve navedene osobine i kao rezultat tog napora dobio sledeću formulu:

$$Q_i = Q_{i-1}(1 - e^{-T}) + q_i e^{-T}, i \geq 1, Q_0 = 0 \quad (1)$$

gde je Q vrednost indeksa, T interval usrednjavanja u sekundama, q vrednost iskorištenosti resursa.

Koristeću formulu (1) izvršilac dobija vrednosti indeksa opterećenja procesorskog vremena i procesorskog reda zadataka. Granične vrednosti oba indeksa opterećenja postavlja korisnik. Ukoliko oba indeksa opterećenja pređu zadatu granicu izvršilac je u stanju zauzet dok je u suprotnom u stanju slobodan.

Pored stanja, izvršilac je određen i indeksom performanse računara na kojem je pokrenut. Po stvaranju procesa izvršioca pokreće se niz provera po uzoru na *Whetstone* [6] test performansi (eng. benchmark). Proverava se vreme obrade sledećih operacija:

- Izračunavanja jednačina, gde su početne vrednosti $x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = 1$:

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{1}{2}(x_1 + x_2 + x_3 - x_4) \\ x_2 &= \frac{1}{2}(x_1 + x_2 - x_3 + x_4) \\ x_3 &= \frac{1}{2}(x_1 - x_2 + x_3 + x_4) \\ x_4 &= \frac{1}{2}(-x_1 + x_2 + x_3 + x_4) \end{aligned} \quad (2)$$

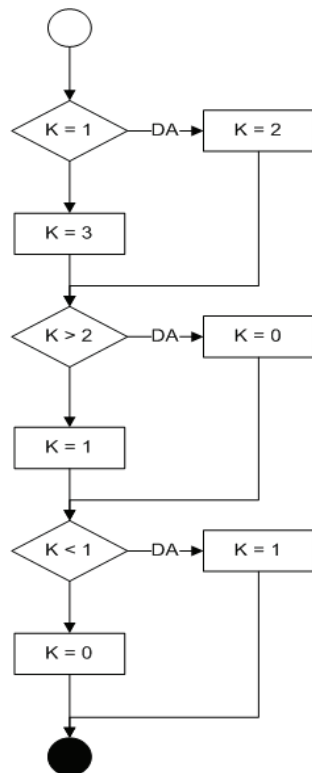
- Izračunavanja trigonometrijske funkcije, gde su početne vrednosti $x = y = 0,5$ i $t = 0,499975$:

$$\begin{aligned} x &= t \cdot \arctan\left(\frac{2 \cdot \sin x \cdot \cos x}{\cos(x \cdot y) + \cos(x - y) - 1}\right) \\ y &= t \cdot \arctan\left(\frac{2 \cdot \sin y \cdot \cos y}{\cos(x \cdot y) + \cos(x - y) - 1}\right) \end{aligned} \quad (3)$$

- Uobičajenih matematičkih funkcija, gde su početne vrednosti $x = 0,5$ i $t = 0,50025$:

$$x = \sqrt[e]{\frac{\ln x}{t}} \quad (4)$$

- Stvaranja i uređivanja (eng. sort) niza nasumično odabranih vrednosti.
- Uslovnih programskih skokova Slika 2, gde je početna vrednost $K = 1$:



Slika 2. Blok dijagram algoritma uslovnih skokova.

3. REZULTATI

Merenja su obavljena u laboratoriji sa heterogenom strukturom računara povezanih Ethernet mrežom protoka 100 Mbit/sec. Ukupno se koristi deset računara od kojih su osam izvršioci i po jedan raspoređivač i korisnik. Struktura računara sa ulogom koja im je dodeljena i indeksom performanse je prikazana u Tabeli 5.1. Operativni sistem na svim računarima je *Microsoft Windows XP Professional* sa *ServicePack2*.

Merenja su obavljena za sistem sa jednim, dva, četiri, šest i osam izvršilaca. Takođe, mereno je i rešenje *Calcluation Engine*. Rezultat merenja je ukupno vreme obrade 55 zadataka PEC sheme elektro-distributivne mreže. Za svaki broj izvršilaca obavljena su merenja za obe strategije balansiranja opterećenja i više graničnih vrednosti opterećenosti izvršioca:

- Strategijom kružne dodele bez ograničenja;
- Strategijom kružne dodele kada je granična vrednost iskorištenosti procesorskog vremena (eng. Processor Time) 70 % i broj zadataka u procesorskom redu zadataka (eng. Processor Queue Length) 2;
- Strategijom favorizacije najboljeg izvršioca kada je granična vrednost iskorištenosti procesorskog vremena 70 % i broj zadataka u procesorskom redu zadataka 2;
- Strategijom favorizacije najboljeg izvršioca kada

je granična vrednost iskorištenosti procesorskog vremena 45 % i broj zadataka u procesorskom redu zadataka 2;

- Strategijom favorizacije najboljeg izvršioca kada je granična vrednost iskorištenosti procesorskog vremena 30 % i broj zadataka u procesorskom redu zadataka 2.

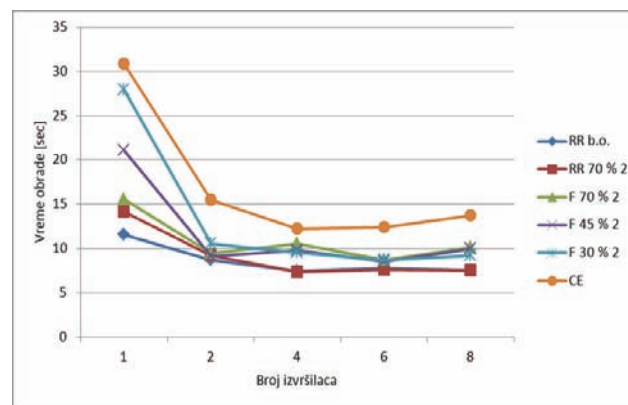
Redni broj	Procesor	Indeks perf.	Uloga
1	Intel Celeron 1,7 GHz	525	Izvršilac 1
2	Intel Pentium 4 2 GHz	440	Izvršilac 2
3	Intel Pentium 4 2 GHz	445	Izvršilac 3
4	Intel Pentium 4 2,4 GHz	366	Izvršilac 4
5	Intel Pentium 4 2 GHz	-	Korisnik
6	Intel Pentium 4 2 GHz	-	Raspoređ.
7	Intel Pentium 4 1,7 GHz	525	Izvršilac 5
8	Intel Pentium 4 2,4 GHz	352	Izvršilac 6
9	Intel Celeron 1,7 GHz	529	Izvršilac 7
10	Intel Pentium 4 2,6 GHz	326	Izvršilac 8

Tabela 1. Struktura računara u laboratoriji.

Rezultati merenja (Tabela 2 i Slika 3) pokazuju da CE ima najveće vreme obrade zadataka zbog nedeljenja podataka na statičke i dinamičke. Međutim, povećanjem broja izvršilaca to vreme se smanjuje i do dva i po puta. S druge strane, najkraće vreme obrade se dobija upotrebom strategije kružne dodele. Strategija favorizacije najboljeg izvršioca i više zavisi od strukture izvršioca i graničnih vrednosti nego od broja izvršilaca.

Kod upotrebe jednog izvršioca vidi se da se vreme obrade povećava sa pooštavanjem graničnog uslova, jer se na raspodelu nekih zadataka čeka dok jedini izvršilac ne pređe u stanje slobodan. Povećanjem broja izvršioca raste i mogućnost raspodele tih zadataka drugim izvršiocima zbog čega se vreme obrade smanjuje.

Međutim, primeti se da je vreme obrade upotrebom šest izvršilaca kraće od vremena kada je u upotrebi osam izvršilaca iako osmi izvršilac ima najbolji indeks performanse. Razlog tome je što test performanse proverava procesorsku moć računara, ali ne i mrežnu opremu kao ni mrežne vodove do tog računara koje mogu dovesti do smanjenja brzine prenosa a tim i ukupnog vremena obrade zadataka.



Slika 3. Uporedni prikaz vremena obrade svih merenja.

Br. Izvr	RR b.o.	RR 70%2	F 70%2	F 45%2	F 30%2	CE
1	11.55	14.1	15.58	21.09	27.89	30.89
2	8.73	9.22	9.43	9.15	10.52	15.5
4	7.44	7.38	10.55	9.77	9.53	12.24
6	7.76	7.61	8.67	8.56	8.71	12.37
8	7.56	7.5	10.09	9.99	9.18	13.68

Tabela 2. Uporedni prikaz vremena obrade svih merenja.

U toku merenja su periodično beleženi parametri opterećenja izvršioca: iskorištenost procesorskog vremena i broj zadataka u procesorskom redu zadataka. Perioda beleženja je jedna sekunda. Pri upotrebi strategije kružne dodele vrednost oba parametra je uglavnom ujednačena, ali postoje i neka odstupanja poput vrednosti broja zadataka sedmog izvršioca za strategiju bez ograničenja. To je pojava koja se dešava usled operativnog sistema opšte namene i procesa nad kojima komponenta izvršioca nema nadzor. Kod strategije favorizacije najboljeg izvršioca očekivano je da su izraženije vrednosti parametara boljih izvršioca zbog većeg broja zadataka koje obrađuju.

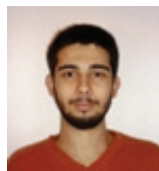
4. ZAKLJUČAK

U poređenju dve strategije sa nasleđenim rešenjem najbolje vreme obrade zadataka postignuto je upotrebom strategije kružne dodele zadataka. Međutim, pokazano je da veoma brzo, već na četiri izvršioca, dolazi do zasićenja ubrzanja. Razlog tome je manje vreme obrade od vremena prenosa podataka čime sa povećanjem broja izvršioca dolazi do čekanja izvršioca na zadatak. Strategija favorizacije najboljeg izvršioca je postigla najbolje vreme obrade od 8,67 sekundi što je sekundu sporije od najboljeg vremena strategije kružne dodele zadataka. Dalji pravci razvoja rešenja su usmereni ka usavršavanju ispitivanja performanse u koji bi bila uključena i provera kvaliteta mrežne opreme. Osim toga, izmenom strategije favorizacije najboljeg izvršioca tako da naizmenično favorizuje više izvršilaca bi se dobilo kraće vreme obrade za tu strategiju.

5. LITERATURA

- [1] M. Popovic, I. Basicovic, and V. Vrtunski, "A Task Tree Executor: New Runtime for Parallelized Legacy Software", Engineering of Computer Based System Conference (ECBS), San Francisco, USA, April 2009
- [2] I. Basicovic, S. Jovanovic, B. Drapsin, M. Popovic, and V. Vrtunski, "An Approach to Parallelization of Legacy Software", IEEE ECBS-EERC, Novi Sad, Serbia, Sept. 2009
- [3] B. Trivunovic, M. Popovic, V. Vrtunski, "An Application Level Parallelization of Complex Real-Time Software", 17th IEEE International Conference and Workshops on Engineering of Computer Based Systems (ECBS), UK, 2010
- [4] S. Klein, "Professional WCF programming: .NET development with the Windows communication foundation", Wiley Publishing, Indianapolis, 2007
- [5] D. Ferrari, S. Zhou, "An Empirical Investigation of Load Indices for Load Balancing Applications", Berkeley, 1988
- [6] H.J. Curnow, B.A. Wichmann, "A Synthetic Benchmark" in Computer Journal, Vol. 19, No 1, 1976, pp. 43-49.

Kratka biografija:



Igor Cavrić rođen je u Bijeljini 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarstvo i automatika odbranio je 2010.god.

PRIMENA FUZZ TESTIRANJA NA DMS SOFTVER PO SDL METODOLOGIJI

FUZZ TESTING DMS SOFTWARE APPLICATION IN ACCORDANCE WITH SDL METHODOLOGY

Kristina Stojaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana implementacija i primena fuzz testova na DMS softver u skladu sa SDL metodologijom.

Abstract – This paper describes implementation and use of fuzz tests on the DMS software application in accordance with the SDL methodology.

Ključne reči: Sigurnost, Security Development Lifecycle, Fuzz testiranje, DMS softver

1. UVOD

Sigurnost u oblasti računarskih sistema se odnosi na zaštitu vrednih resursa, gde se pod resursima u računarskom sistemu podrazumeva hardver, softver i podaci. U oblasti računarskih sistema, svest o potrebi za sigurnošću se javlja u periodu kada dolazi do intenziviranja komunikacije, odnosno kada servisi postaju javno dostupni. Tri najčešća poremećaja programa koji mogu biti iskorišteni da bi se narušila sigurnost jesu: prekoračenje bafera (**buffer overflow**), nepotpuna medijacija (**incomplete mediation**) i utrkiivanje (**race condition**). Istorijski posmatrano, postojalo je nekoliko pristupa u otkrivanju i otklanjanju ovih i drugih poremećaja programa. Prvi, tradicionalni, pristup (**Penetrate and Patch**) se odnosi na otklanjanje poremećaja tek kada se oni manifestuju u vidu greške. Drugi pristup se odnosi na otkrivanje neočekivanog ponašanja programa testiranjem komponenti i otklanjanje poremećaja otkrivenih tokom testiranja, dok se treći pristup odnosi na analizu i otklanjanje ranjivosti u toku procesa razvoja.

2. SECURITY DEVELOPMENT LIFECYCLE (SDL)

Jedan od pristupa u razvoju sigurnog softvera koji je preporučen od strane kompanije **Microsoft**, a koji u osnovi ima analizu i otklanjanje tačaka ranjivosti u toku razvoja softvera, jeste **Security Development Lifecycle (SDL)**.

SDL se odnosi na primenu kolekcije proverenih sigurnosnih aktivnosti, preporučenih od strane kompanije **Microsoft** i grupisanih po fazama tradicionalnog ciklusa razvoja softvera [1]. Napravljen je prvenstveno da dopuni standardni ciklus razvoja softvera. Kombinuje holistički i praktični pristup i kao takav postaje obavezan u kompaniji **Microsoft** od 2004. godine.

NAPOMENA:

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

Aktivnosti koje kompanija **Microsoft** preporučuje da se primene u tačno definisanim tačkama ciklusa razvoja mogu se podeliti u dve grupe. To su:

- Zahtevi (**Requirements**) – aktivnosti koje se moraju primeniti ukoliko se primenjuje **SDL**,
- Preporuke (**Recommendations**) – aktivnosti koje se ne moraju primeniti ukoliko se primenjuje **SDL**, ali bi bile poželjne.

Svaka od aktivnosti **SDL** procesa bi obezbedila neki nivo sigurnosti u slučaju da se implementira samostalno. Međutim, iskustvo pokazuje da aktivnosti implementirane u okviru ciklusa razvoja softvera vode do većeg stepena sigurnosti sistema, nego ukoliko se primenjuju pojedinačno.

Bilo koji sistem nikada ne može biti potpuno siguran. U skladu sa tim, može se reći da **SDL** ima dva cilja:

1. Smanjiti broj tačaka ranjivosti u sistemu,
2. Smanjiti ozbiljnost ranjivosti koje ostanu u sistemu.

Na slici 1. prikazane su faze procesa razvoja softvera kao i aktivnosti koje kompanija **Microsoft** preporučuje da budu izvršene u svakoj određenoj fazi.

U daljem tekstu, navedene su faze i aktivnosti koje su preporučene da se sprovedu u okviru njih.

2.1 Faza obuke (**Training**)

Obuka, kao prva faza **SDL** ciklusa razvoja sigurnog softvera, odnosi se na edukaciju tima za razvoj softvera, kao i na podizanje njihove svesti o potrebi za sigurnim softverom. Postoji nekoliko ključnih koncepata sa kojima bi tim za razvoj trebalo da se upozna u okviru obuke. Oni se dele na osnovne (**basic**) i napredne (**advanced**) koncepte.

2.2 Faza zahteva (**Requirements**)

Faza zahteva je druga po redu faza u okviru **SDL** procesa razvoja softvera i uključuje dve aktivnosti:

- Započinjanje projekta (u okviru kog se razmatra sigurnost i privatnost na osnovnom nivou) i
- Analizu troškova (jer je potrebno da se utvrdi da li su troškovi razvoja i podrške za poboljšanje sigurnosti i privatnosti softvera u skladu sa poslovnim potrebama tog projekta).



Slika 1. *SDL proces*

2.3 Faza dizajna (*Design*)

Razvoj sigurne aplikacije podrazumeva da se u toku faze dizajna donesu i odluke koje se tiču sigurnosti i privatnosti. Odluke koje budu napravljene u ovoj fazi utiću na druge faze kao i na krajnje ponašanje aplikacije. Tokom faze dizajna sprovodi se i detaljan pregled postavljenih zahteva kako bi se identifikovali problemi i rizici koje oni donose. Proces kojim se vrši identifikovanje ovih problema i rizika iz oblasti sigurnosti, naziva se modelovanje pretnji (*threat modeling*).

2.4 Faza implementacije (*Implementation*)

Faza implementacije *SDL* ciklusa razvoja softvera obuhvata dve grupe aktivnosti: kreiranje dokumentacije i alata koje će krajnji korisnik koristiti kako bi sigurno primenio i koristio softver i identifikovanje najboljih praksi koje tim za razvoj treba da primeni u okviru ove faze razvoja softvera.

2.5 Faza verifikacije (*Verification*)

Faza verifikacije podrazumeva proveru kvaliteta u kojoj se, pored standardnih funkcionalnih procedura testiranja, obavljaju i rigorozna testiranja sigurnosti. U toku faze verifikacije, kompanija *Microsoft* preporučuje neke od sledećih tehnika testiranja: *Fuzz* testiranje, *Penetration* testiranje, *Run-time* verifikacija i Pregled koda (*Code Review*).

2.6 Faza isporuke (*Release*)

Faza isporuke je faza u kojoj je softver spreman za javno korišćenje. Faza isporuke, između ostalog, obuhvata i finalni sigurnosni pregled (*Final Security Review*) pre nego što se softver isporuči, kao i finalni pregled privatnosti (*Final Privacy Review*).

2.7 Faza odziva (*Response*)

Poslednja faza *SDL* ciklusa razvoja softvera je faza odziva. Nakon što je proizvod pušten u upotrebu, tim za razvoj mora biti na raspolaganju da odgovori na bilo kakve ranjivosti ili probleme koji mogu da se dese prilikom korišćenja isporučenog proizvoda.

3. FUZZ TESTIRANJE

Fuzz testiranje ili *Fuzzing* je ključna tehnika testiranja koja se primenjuje u toku faze verifikacije *SDL* procesa. *Fuzz* testiranje predstavlja kreiranje i unos neispravnih (*malicious*) podataka u aplikaciju, kao i posmatranje kako aplikacija reaguje na unete neispravne podatke. Ukoliko aplikacija prestane sa radom u toku obrade neispravnih podataka, onda je otkrivena potencijalna tačka ranjivosti. Ranjivosti koje se otkrivaju primenom *fuzz* testiranja su

po svojoj prirodi veoma ozbiljne. Ove ranjivosti napadači mogu da iskoriste kako bi preuzeli kontrolu nad aplikacijom, ili da bi doveli do potpunog pada aplikacije i na taj način onemogućili rad sistema za autorizovane korisnike.

Upotreba *fuzz* tehnike testiranja u odnosu na ostale tehnike testiranja ima dve osnovne prednosti.

1. Ranjivosti koje se uoče primenom *fuzz* testova su po svojoj prirodi veoma ozbiljne.
2. *Fuzz* testiranje je visoko automatizovana tehnika testiranja.

Postoje dve osnovne tehnike primene *fuzz* testiranja. To su *Dumb fuzz* i *Smart fuzz* tehnika.

Dumb fuzz tehnika podrazumeva pristup kod kog se potpuno nasumično izmenjeni podaci unose u aplikaciju i posmatra se reakcija aplikacije na ovako nasumično izmenjene podatke. Ova tehnika *fuzz* testiranja ne mora da pruži neke posebne rezultate, zbog toga što aplikacije obično očekuju da ulazni podaci budu u nekom određenom formatu. Ukoliko podaci na ulazu nisu u tom očekivanom formatu, onda će oni verovatno biti odbijeni na ulazu od strane aplikacije.

Za razliku od prethodno pomenute *dumb fuzz* tehnike, kod *smart fuzz* tehnike umesto kreiranja potpuno nasumičnih ulaznih podataka, radi se promena specifičnih vrednosti i na taj način se utiče na osnovni format i/ili očekivano ponašanje. Alati koji se koriste za *smart fuzz* testiranje na ovaj način kreiraju podatke koji će biti prihvaćeni na ulazu od strane aplikacije, ali će izazvati da se otkriju različite ranjivosti same aplikacije. U poređenju sa *dumb fuzz* tehnikom, šanse za otkrivanje ranjivosti programa su povećane.

Za *fuzz* testiranje se koriste odgovarajući *fuzz* alati koji se, u zavisnosti od potreba projekta, mogu samostalno napisati ili se mogu koristiti već postojeći *fuzz* alati. Postojeći *fuzz* alati se prema nameni mogu svrstati u jednu od sledeće tri grupe:

- *fuzzing framework*,
- alati sa specijalnom namenom (*special-purpose tools*),
- alati opšte namene (*general-purpose tools*).

4. ARHITEKTURA VERZIJE 3 DMS SOFTVERA

DMS (*Distribution Management System*) softver je osnovni proizvod kompanije *Telvent DMS*. *DMS* softver je softver za praćenje, kontrolu i analizu sistema za distribuciju električne energije. Predmet obrade *DMS* softvera su elektrodistributivne mreže.

Verzija 3 **DMS** softvera, posmatrano na visokom nivou apstrakcije, obuhvata sledeće funkcionalne celine [2]:

- Prezentacioni deo (**Presentation**) koji se sastoji od **thin** klijentske aplikacije i **web** klijentskog rešenja.

- Mrežni model (**Network model**) koji se sastoji od servisa koji omogućavaju pristup električnim i grafičkim podacima o elektrodistributivnoj mreži i koji služi da kreira interni model podataka. Interni model podataka sadrži neophodne podatke za izvršavanje **DMS** funkcija.

- Deo za proračune (**Calculation Engine**) je nezavisan **stateless** modul u koga ulazi odgovarajući deo internog mrežnog modela, a iz koga izlazi rezultat izvršavanja željene funkcije. Deo za proračune sadrži sledeće servise: **FunctionHost** koji omogućava izvršavanje **DMS** funkcija, **JobLauncher** koji upravlja životnim ciklusom **FunctionHost** servisa i **JobScheduler** koji predstavlja centralno mesto za prihvatanje zahteva za izvršenje **DMS** funkcija. On određuje prioritete izvršavanja i prosleđuje zahteve za izvršavanje **JobLauncher**-u.

- Deo za upravljanje proračunima (**Calculation Management**) koji rukovodi izvršavanjem **DMS** funkcija i vodi računa o rezultatima tih funkcija.

- Deo za istoriju (**Historian**) koji čuva i upravlja vremenskim serijama podataka.

- Repozitorijum mrežnih modela (**Network Model Repository**) koji predstavlja sistem za upravljanje verzijama mrežnog modela.

5. IMPLEMENTACIJA I PRIMENA FUZZ TESTOVA NA DMS SFOTVER

U skladu sa potrebama kompanije **Telvent DMS**, implementirani su testovi koji su poslužili za **fuzz** testiranje verzije 3 **DMS** softvera.

Modul **DMS** sistema koji je bio od interesa za primenu **fuzz** testiranja jeste **CalculationEngine** modul. Prvi pristup u **fuzz** testiranju **CalculationEngine** modula bilo je presretanje komunikacije između **CalculationEngine**-a i njegovih klijenata u sistemu, odnosno presretanje paketa koje on prima, njihova izmena i ponovno slanje. Kako se ovaj pristup pokazao kao nelogičan, jer se odnosi na **fuzz** testiranje samog **WCF** protokola, kojim je ova komunikacija ostvarena, odabran je drugi pristup kod koga je jedan deo sistema zamenjen novim klijentom **CalculationEngine** modula koji simulira zlonamernog korisnika.

Interfejs **CalculationEngine** modula, koji je javno dostupan njegovim klijentima, jeste **ISubmitJobContract** interfejs **JobScheduler** komponente. On definiše četiri funkcije i one su bile predmet **fuzz** testiranja:

- **SubscribeToSystemStatus** - Ova funkcija služi da se prosledi zahtev za izvršavanje neke od **DMS** funkcija **CalculationEngine** modulu.

- **UnsubscribeFromSystemStatus** - Ova funkcija će prekinuti izvršavanje poslatog zahteva.

- **SubmitJobRequest** - Ova funkcija omogućava prijavu za dobijanje obaveštenja koja se tiču promene statusa resursa sistema.

- **CancelJobRequest** - Ova funkcija omogućava poništavanje prijave za dobijanje obaveštenja koja se tiču promene statusa resursa sistema.

Fuzz testiranje je zamišljeno tako da se implementira **FuzzClient** koji će **CalculationEngine** modulu slati neispravne podatke. Kako bi bilo omogućeno **fuzz** testiranje, a da pri tome **CalculationEngine** ne odbije automatski zahteve koji nisu ispravno formatirani, odabran je pristup kod koga se prvo kreiraju zahtevi koji su ispravno formatirani, a zatim se radi promena specifičnih vrednosti podataka kako bi se dobili neispravni zahtevi koji će poslužiti za **fuzz** testiranje, a koji neće biti automatski odbijeni. Zbog toga je prvo bilo neophodno prilagoditi **FuzzClient** tako da preuzme od odgovarajućih **DMS** servisa neophodne ispravne podatke (operacioni model, **state** model, parametre funkcija).

FuzzClient je implementiran tako da može da ostvari **fuzz**-ovanje:

- parametara funkcija,
- redosleda pozivanja funkcija.

Pozivanjem redom opcija **FuzzClient** aplikacije sa različitim vrednostima parametara za svaku opciju, izvršeno je **fuzz** testiranje **CalculationEngine** modula.

Opcija **Subscribe<number of function calls>** omogućava pozivanje funkcije **SubscribeToSystemStatus()** **WCF** interfejsa **ISubmitJobContract** zadat broj puta. Testiranje **JobScheduler** servisa na ovaj način nije otkrilo sigurnosne ranjivosti. Kako ova funkcija nema parametara, neko dodatno **fuzz** testiranje nije bilo moguće.

Opcija **Unsubscribe <number of function calls>** omogućava pozivanje funkcije **UnsubscribeFromSystemStatus()** **WCF** interfejsa **ISubmitJobContract** zadat broj puta. Testiranje **JobScheduler** servisa na ovaj način nije otkrilo sigurnosne ranjivosti. Kako ova funkcija nema parametara, neko dodatno **fuzz** testiranje nije bilo moguće. Takođe, ukoliko se pozove funkcija **UnsubscribeFromSystemStatus()**, pre poziva funkcije **SubscribeToSystemStatus()**, to neće imati posledice na rad ciljane komponente.

Opcija **Submit** omogućava pozivanje funkcije **SubmitJobRequest(JobRequestInfo jobRequestInfo, int jobRequestPriority, InfoLevel infoLevel)**. **JobRequestInfo** parametar predstavlja klasu koja sadrži sledeće attribute: operacioni model, state model i opcije za izvršavanje funkcije. Ovaj parametar je najviše bio od interesa za promenu specifičnih vrednosti. **Fuzz**-ovanje **JobRequestPriority** parametra ne dovodi do otkaza, jer je izvršena njegova validacija. **InfoLevel** predstavlja enumeraciju i kao vrednost ovog parametra nije ni bilo moguće proslediti bilo šta osim ispravne vrednosti.

Slanje neispravnog operacionog modela vrši se opcijom **Submit FuzzOperationalModel**. Operacioni model se prosleđuje **JobScheduler**-u kao niz **byte**-ova u okviru **JobRequestInfo** parametra, a **JobScheduler** će ga kao takvog proslediti do **FunctionHost**-a. Validaciju operacionog modela, odnosno pripremu podataka za

proračun funkcije obavlja **InputBuilder plug-in FunctionHost**-a. Posle neuspešnog izvršenja funkcije **JobLauncher** će još jednom pokušati da prosledi isti zahtev **FunctionHost**-u. Nakon neuspešno obavljenog i drugog zahteva, poruka o tome će se proslediti do **JobScheduler**-a, a zatim i do **FuzzClient**-a, tako da se može zaključiti da, sa aspekta sigurnosti, slanje nevalidnog operacionog modela, neće imati posledice.

Slanje neispravnih parametara funkcije vrši se odabirom opcije **Submit FuzzLoadFlowOptions**. Ukoliko se ova opcija navede bez parametara, **fuzz**-ovaće se svi atributi **LoadFlowOptions**, a ukoliko navedemo dodatne parametre, **fuzz**-ovaće se samo oni koji su navedeni.

Obavljeno je testiranje slanjem svih neispravnih parametara, kao i testiranje slanja pojedinačnih neispravnih vrednosti i kombinacija slanja neispravna dva parametra. Testiranjem na ovaj način došlo se do zaključka da sa aspekta sigurnosti najveći problem predstavlja opcija kada se šalje nevalidna vrednost parametara **RootIDs** (samo njegove vrednosti ili u kombinaciji sa drugima). U ovom slučaju dolazi do uništavanja aktivnih **FunctionHost** instanci i kreiranja novih. Ovakvo ponašanje **FunctionHost**-a, usled primljenih nevalidnih parametara funkcije, može da predstavlja potencijalnu ranjivost sistema sa stanovišta sigurnosti. Ispravno ponašanje **FunctionHost**-a bilo bi slanje poruke o neuspelo izvršenoj funkciji.

Slanje neispravnog **state** modela vrši se pozivanjem opcije **Submit FuzzStateModel**. Pozivanje ove opcije bez parametara **fuzz**-ovaće kompletan **state** model, a ukoliko se navedu dodatni parametri, **fuzz**-ovaće se samo oni atributi **state** modela koji su navedeni. Izvršeno je **fuzz** testiranje slanjem neispravnog kompletnog **state** modela kao i slanjem neispravnih pojedinačnih atributa **state** modela, kao i slanjem kombinacija neispravnih atributa. Slanje neispravnog **state** modela doprineće da se zahtevana funkcija ne izvrši. **FunctionHost** će poslati obaveštenje o neuspehu izvršenju funkcije **JobLauncher**-u. Može se zaključiti da slanje neispravnog **state** modela nema posledice sa aspekta sigurnosti.

Opcije **Cancel** omogućava da se prekine izvršavanje nekog zahteva. Postoje dve opcije: prva omogućava da se prekine izvršavanje zahteva čiji je **JobId** iz intervala koji korisnik zadaje, dok druga mogućnost omogućava prekidanje izvršavanja nekoliko zahteva sa nasumično generisanim **JobId**-jem. Testiranje na ovaj način nije doprinelo pronalaženju sigurnosnih ranjivosti, zbog toga što se poruke za prekidom izvršavanja zahteva sa nepoznatim **JobId**-jem automatski odbijaju. Ukoliko se napravi kombinacija poziva opcije za prosleđivanje neispravnih zahteva i poziva opcije za prekidanje zahteva sa **JobId**-jevima prosleđenih nepravilnih zahteva, to neće izazvati da se zahtevi za prekidanje izvršavanja automatski odbiju prilikom njihovog prijema, nego će biti prosleđeni do **FunctionHost** komponente, ali neće imati nikakve posledice sa stanovišta sigurnosti.

Opcija **FunctionOrder** implementiranog **fuzzer**-a omogućava **fuzz**-ovanje redosleda pozivanja funkcija. Pozivaju se četiri funkcije u paketu. Različiti paketi sa svim mogućim kombinacijama funkcija se prosleđuju

JobScheduler-u, sa tim da jedna kombinacija može da podrazumeva i iste funkcije. Rezultat ovakvog pristupa testiranju servisa jeste da je **FunctionHost** servis postao **non-responsive**. Iz **log file**-ova **FunctionHost**-ova može se zaključiti da **FunctionHost** servis ne može da izvrši sopstvenu inicijalizaciju i time postaje **non-responsive**, što potencijalno može da naruši sigurnost sistema.

6. ZAKLJUČAK

U radu je prikazana metodologija **Security Development Lifecycle** kompanije **Microsoft** i posebno je izučena jedna od aktivnosti **SDL**-a, **fuzz** testiranje. **Fuzz** testiranje je, u skladu sa **SDL** metodologijom, primenjeno u okviru faze verifikacije **DMS** softvera. Napisani su **fuzz** testovi koji su primenjeni na komponentu **DMS** softvera koja je bila od interesa. Rezultati izvršavanja **fuzz** testova dati su u radu.

Rezultati primene ovih testova su ukazali na potencijalne ranjivosti jednog realnog sistema, te stoga eventualno mogu pomoći da se izbegnu otkazi prilikom upotrebe softvera, nastali kao posledica otkrivenih ranjivosti.

Jedan nedostatak rešenja je što napisani **fuzz** testovi spadaju u grupu **fuzz** testova sa specijalnom namenom (**special-purpose tools**), tako da je njihovo prilagođavanje za testiranje bilo čega izvan obima **DMS** komponente, za koju su pisani, dosta nepraktično.

Prilikom pripreme za rad na **fuzz** testiranju urađeno je popisivanje ulaznih tačaka **DMS** softvera. Ovo popisivanje ulaznih tačaka je urađeno kako bi bila odabrana komponenta koja je, na osnovu tokova podataka, od interesa za primenu **fuzz** testova. Taj spisak ulaznih tačaka **DMS** softvera bi mogao da bude osnova za dalji rad na primeni **fuzz** testiranja na **DMS** softveru. Konkretno, sledeća ulazna tačka koji bi mogla biti od interesa za primenu **fuzz** testova, jeste interfejs koji komunicira sa bazom podataka, odnosno preuzima podatke od nje.

Kako **SDL** metodologija nije kompletno primenjena na razvoj **DMS** softvera, nego su tokom razvoja **DMS** softvera pojedinačno primenjene neke od **SDL** aktivnosti, pregled **SDL** aktivnosti u ovom radu mogao bi da posluži za razmatranje eventualne primene još neke od **SDL** aktivnosti u toku razvoja **DMS** softvera, koja do sada nije primenjena.

7. LITERATURA

- [1] **Microsoft**, <http://www.microsoft.com/sdl>, Novembar 2009.
- [2] Aleksandar Stupar, **DMS Software v3 System Architecture, Telvent DMS**

Kratka biografija:



Kristina Stojaković je rođena u Sremskoj Mitrovici 1985. god. Apsolvent je na Fakultetu tehničkih nauka, na Departmanu za Računarstvo i automatiku, na smeru Računarske nauke i informatika.

PROJEKTOVANJE I VERIFIKACIJA VIDEO IZLAZA VISOKE REZOLUCIJE DESIGN AND VERIFICATION OF HIGH DEFINITION VIDEO OUTPUT

Zdravko Panjkov, Mihajlo Katona, Rastislav Struharik, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

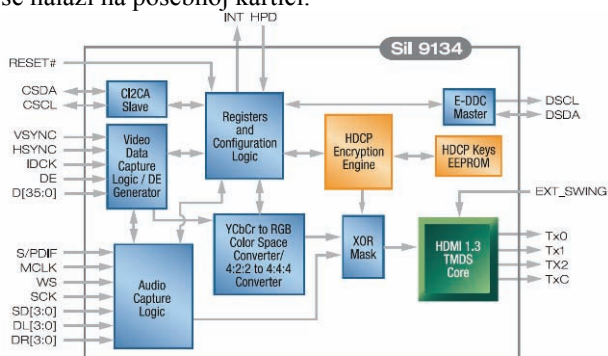
Kratak sadržaj – Tema rada jeste generisanje video izlaza visoke rezolucije. Zadatak se odnosi na proširenje skupa funkcija uređaja BBT2 (Black box testing). Ideja rada jeste da se na BBT2 platformi implementira generisanje video izlaza visoke rezolucije u realnom vremenu preko HDMI spreznog sistema.

Abstract – This paper describes generation of high definition video output. The project is designed as part of BBT2 (Black box testing) system. The idea of this study is to implement generation of high definition video output on a BBT2 platform in real time via HDMI guide system.

Ključne reči: VIDEO IZLAZ, HDMI, FPGA

1. UVOD

Statistike pokazuju da se tokom razvoja proizvoda više od 40% vremena posvećuje verifikaciji i testiranju proizvoda. Zbog jake konkurencije i kratkog vremena na tržištu postoji rastući trend da se verifikacija proizvoda i testiranje automatizuje. BBT2 je potpuno prilagodljivo okruženje za automatizovano testiranje složenih digitalnih uređaja. Projektni zadatak zahteva razvoj HDMI generatora na BBT2 platformi sa prenosom ulazne slike u realnom vremenu. Za realizaciju zadatka BBT2 sistem je opremljen sa HDMI predajnikom (SiI9134 - slika 1) koji se nalazi na posebnoj kartici.



Slika 1. SiI9134, blok šema

SiI9134 je napredni HDMI 1.3 predajnik projektovan za sledeću generaciju Blu-ray i HD-DVD uređaja. SiI9134 podržava generisanje video signala do 1080p rezolucije, na 60Hz i 36-bitnu dubinu boja i Dolby®TrueHD i DTS-HD.

Pored toga što podržava napredne mogućnosti video HDMI 1.3, SiI9134 podržava DVD audio sa 7.1

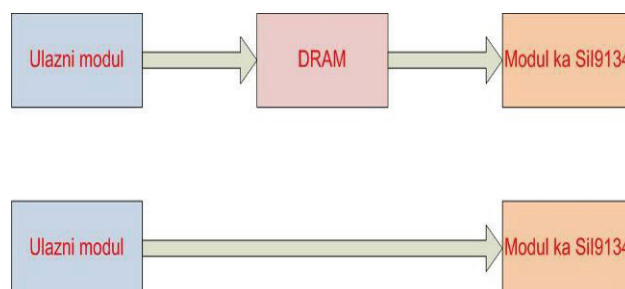
okruženjem na 192kHz, SACD audio-standarde, i stereo audio na 192kHz.

2. OPIS PROJEKTOG ZADATKA

Preko video sprežne pločice (High Definition Multimedia Interface – HDMI) prihvata se ulazni video tok podataka. Unutar Xilinx Virtex4 FPGA prihvataju se video podaci i vrši se generisanje signala za integrisano kolo (SiI9134). Pored prosleđivanja ulaznog video toka na HDMI izlaz, treba omogućiti i generisanje video signala iz RTL video generatora kojeg treba integrisati u FPGA arhitekturu. Takođe, komunikacija svih periferija odvija se posredstvom FPGA.

2.1. Razmatranje projektnih zahteva

Postoje dve varijante rešenja datog problema. Jedno rešenje je uz pomoć memorije sa jednim frejmom kašnjenja a drugo je direktna putanja ulaz->izlaz bez upotrebe memorije. Ove dve arhitekture prikazane su na slici 2.



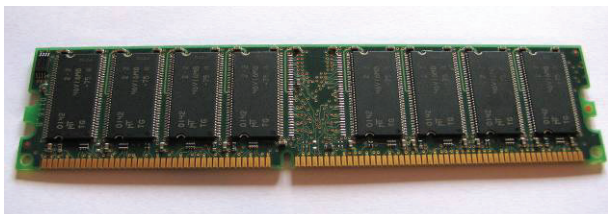
Slika 2. Dve varijante rešenja problema

Rešenje uz pomoć memorije. Upisuje ulazne signale u memoriju i sa jednim frejmom kašnjenja vrši generisanje izlaznih signala za integrisano kolo (SiI9134). U skupu BBT2 platforme nalazi se DDR2 memorija dok je memorijski kontroler instanciran u Virtex4. DDR2 memorija je sinhrona dinamička memorija sa slučajnim pristupom. On zamenjuje originalnu DDR specifikaciju i oni međusobno nisu kompatibilni. Pored dvostrukog bržeg punjenja magistrale podataka, DDR2 memorija omogućava veću brzinu magistrale i zahteva manju snagu pokretanjem internog takta četvrtinom brzine data magistrale.

Memorijski kontroler sadrži logiku neophodnu za čitanje i pisanje u DRAM memoriju i neophodnu elektroniku za osvežavanje DRAM memorije slanjem struje kroz ceo aparat. Prednost ovog rešenja je mogućnost prilagođenja bilo kom ulaznom formatu. Mana mu je složenost i velika količina resursa. Fizički izgled DDR2 memorije prikazan je na slici 3.

NAPOMENA:

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



Slika 3. DDR2, fizički izgled

Rešenje bez memorije. Vodi ulazne signale direktno na izlazni sistem gde se generišu izlazni signali za integrisano kolo (SiI9134). Prednost ovog rešenja je jednostavnost, mala količina resursa, nema kašnjenja. Nedostatak mu je nemogućnost prilagođenja svim ulaznim formatima.

Oba rešenja imaju određene prednosti i mane ali se iz priloženog vidi da je realizacija uz pomoć memorije puno bolja i konkretnija. Međutim nedostatak realizacije sa memorijom je složenost koja je zbog ograničenog vremena za projekat bila odlučujuća. Odlučeno je da će se implementirati arhitektura bez memorije.

3. IMPLEMENTACIJA

3.1. Usvojena arhitektura

Arhitektura se sastoji od tri osnovna modula: HDMI_IN modula, affifo_shet1 modula i HDMI_OUT modula. Treba naglasiti da je HDMI_IN modul realizovan tokom drugog projekta.

HDMI_IN modul daje na svom izlazu video podatke u RGB formatu. U ovom modulu se proverava prisutnost signala takta kao i ispravnost dolaznog toka podataka. U njemu se takođe računa i dimenzija slike koja se prihvata. S obzirom da ulaz radi na različitom signalu takta, domeni takta su razdvojeni FIFO strukutrama. Nakon ulaznog modula sve radi u jednom domenu takta.

FIFO je skraćenica za First In, First Out. Apstraktni način organizovanja podataka u odnosu na vreme i prioritet. Princip obrade ili servisiranja konfliktnih zahteva: šta prvo dođe prvo se koristi, ono što dođe posle čeka dok prvi ne završi, itd. Sinhroni FIFO koristi isti takt signal i za čitanje i pisanje. Asinhroni FIFO koristi različite takt signale za čitanje i pisanje. FIFO se obično koristi u elektronskim kolima za baferovanje i kontrolu protoka između različitih takt domena. Affifo_shet1 modul je FIFO stuktura uloga affifo_shet1 modula je da prilagodi takt za integrisano kolo (SiI9134).

HDMI_OUT je modul čiji izlazi se direktno vode na integrisano kolo (SiI9134). U HDMI_OUT modulu se vrši generisanje signala za integrisano kolo (SiI9134). U nastavku teksta će se detaljnije prikazati struktura HDMI_OUT modula.]

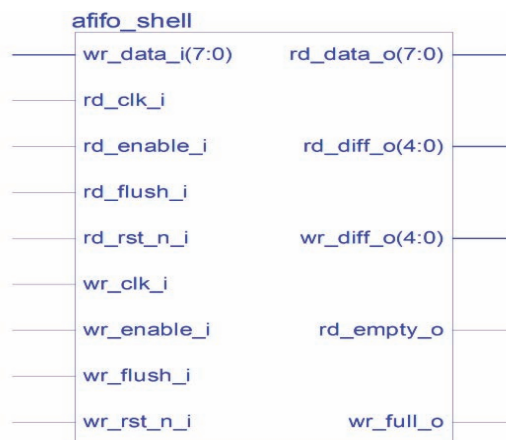
3.2. Modul brojača piksela

Modul brojača piksela služi za brojanje aktivnih piksela u liniji, aktivnih linija po polju i aktivnih piksela po polju. Brojevi piksela i linija služe za ponovo generisanje ulaznih signala.

3.3. Modul FIFO registra

U poglavlju 3.1. FIFO memorija je bila odvojena celina, međutim u toku realizacije FIFO memorija je postala deo HDMI OUT modula. Razlog spajanju jeste uloga FIFO memorije, pošto odvaja dva takt domena prirodno je da bude u sastavu HDMI OUT modula, gde je na ulazu video

tok podataka koji dolazi iz jednog takt domena a unutar HDMI_OUT modula se uz pomoć ove memorije enkapsulira prelazak u takt domen koji je potreban na izlazu za generisanje video signala visoke rezolucije. Ovo je asinhrona FIFO memorija i koristi različite takt signale za čitanje kao što prikazuje slika 4.



Slika 4. Blok dijagram FIFO registra

3.4. Modul write fsm

Write fsm modul je automat zadužen za proveru validnog signala na ulazu, ako je signal validan dozvoliće upis u FIFO registar.

Automat sa konačnim brojem stanja (FSM) je matematička apstrakcija koja se koristi za projektovanje digitalne logike ili računarskih programa. To je ponašanje modela koji se sastoji od konačnog broja stanja, gde se prelazi između tih stanja mogu prikazati odgovarajućim graf prelaza stanja.

3.5. Modul si control

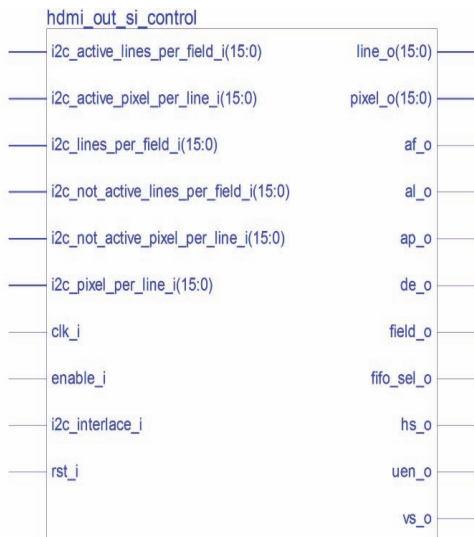
Si control je modul koji služi za generisanje signala standardnog video spreznog sistema koji se sastoji od signala horizontalne i vertikalne sinhronizacije, signala validnosti podataka, linije i video slike, indikacije parne i neparne poluslike za isprepleteni video format i signala za označavanje aktivne komponente boje u slučaju da se koristi tok podataka sa redukovanom komponentom boje prema ITU 601/656 standardima.

Indikacija aktivnih podataka u video toku se obezbeđuje logičkom I operacijom nad sva tri signala validnosti podataka, linije i video slike.

Horizontalna sinhronizacija označava početak jedne linije. Vertikalna sinhronizacija predstavlja početak jedne slike. Signali sinhronizacije se generišu na osnovu sledećih parametara:

- broj aktivnih tačaka (piksela) po liniji (active pixel per line - **appl**) – ovim parametrom je određena širina visokog nivo DATA_ENABLE signala
- broj aktivnih linija po slici (field) (active line per filed – **alpf**)
- broj neaktivnih tačaka po liniji (not active pixel per line- **nappl** – horizontal blankin
- broj neaktivnih linija po slici (not active line per field **nalpf** – vertical blanking)

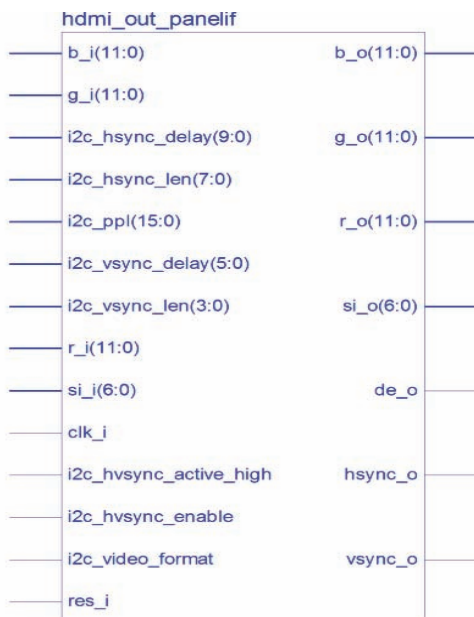
Modul si control prikazan je na slici 5.



Slika 5. Blok dijagram si control

3.6. Modul panelif

Uloga *panelif* modula jeste priprema video formata. Uz pomoć ulaznih signala, vremena horizontalne i vertikalne sinhronizacije, generiše se izlazni format odgovarajući vremenu ulaznih signala. Slika 6 prikazuje realizovani modul panelifa.



Slika 6. Blok dijagram si control

3.7. Modul test patern generatora

Ovaj modul generiše vrednosti šest boja (R, G, B, Y, U, V) i signale standardnog video spreznog sistema (Si), koji obrazuju boju jedne tačke, na sledeći način: Cela slika, u zavisnosti od izbora video uzorka (PATTERN), se deli na određeni broj zona. Širina i visina svake zone zavisi od dimenzije slike (MAX_LINE, MAX_PIXEL). Na osnovu trenutne pozicije (LINE i PIXEL) tačke koja se iscertava, proverava se u kojoj zoni se nalazi tačka i generiše se odgovarajući podatak. Za svaku od boja se generiše 10-bitna vrednost (0-1023). Test patern generator služi za verifikaciju fizičke arhitekture, generiše sve potrebne signale za izlaz.

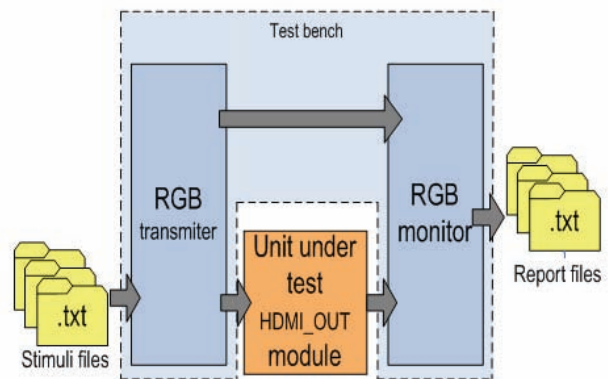
4. TESTIRANJE I VERIFIKACIJA

4.1. Testiranje modula HDMI_OUT

Cilj testiranja modula HDMI_OUT jeste da se verifikuje da za dati ulazni vektor signala, generiše odgovarajući vektor izlaznih signala, u skladu sa definisanim pravilima. Konfiguracija za testiranje projektovanog HDMI_OUT modula prikazana je na slici 7.

U testu je instanciran RTL model. Jedan modul se koristi za pobudu ulaza RTL modula, on generiše sliku koji se vodi na ulaze RTL modula.

Drugi modul se koristi za upisivanje izlaznih signala u datoteku sa izveštajem rezultata simulacije. Pored toga što upisuje u datoteku ovaj modul vrši i generisanje slike u datoteku sa sadržajem slike koja je poslata na video izlaz. Upoređivanjem poslane slike i slike u datoteci sa izlaza dobijama rezultat testiranja. Očekivano je da obe datoteke budu iste na nivou bita.



Slika 7. Okruženje za testiranje modula HDMI_OUT

Rgb_transmitter je model koji emulira ponašanje RGB generatora i služi za generisanje vrednosti tri osnovne boje (R, G, B) koje obrazuju boju jedne tačke i standardnog interfejs signala (Si). Cela slika se generiše na osnovu trenutne pozicije (LINE i PIXEL) tačke koja se iscertava i ulazne slike. Za svaku od boja se generiše 10-bitna vrednost (0-1023).

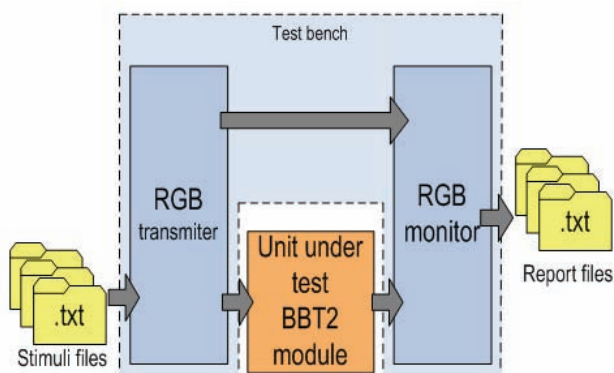
Rgb_monitor je modul čiji su ulazi RGB podaci uloga mu je da skuplja signale sa HDMI_OUT modula i da generiše izlaznu sliku. Bitna napomena je da su moduli rgb_transmitter i rgb_monitor samo modeli ponašanja što znači da se ne mogu realizovati u FPGA. Služe isključivo za funkcionalnu verifikaciju na računaru.

4.3. Testiranje celog sistema

Pošto je zadatak master rada generisanje video izlaza vokie rezolucije na BBT2 platformi potrebno je istestirati da li modul HDMI_OUT u sklopu sa modulom BBT2 dobro funkcioniše. Konfiguracija za verifikaciju modula HDMI_OUT prikazana je na slici 8.

U toku funkcionalnog testiranja upotrebljeni su moduli za generisanje ulazne slike rgb_transmitter i modul rgb_monitor za upis slike u datoteku. Ovi moduli su detaljno objašnjeni u prethodnom poglavlju tako da o njima neće biti dodatnih informacija.

Funkcionalna verifikacija sistema je realizovana programom ModelSim XE 6.6 proizvođača Mentor Graphics.



Slika 8. Konfiguracija test bench-a za testiranje BBT2 modula

5. TESTIRANJE FIZIČKE ARHITEKTURE

Za potrebe ispitivanja rada sistema u realnom vremenu iskorišćena je funkcionalnost razvijena na BBT2 platformi. Spuštanjem koda na BBT2 platformu, sistem je spreman za primanje ulaznih signala.

5.1. Testiranje test patern generatorom

Prvo je iskorišćen test patern generator koji generiše sve potrebne signale za integrisano kolo (SiI9134). Test patern generatorom se utvrđuje da li je kartica dobro inicijalizovana i da li su izlazi FPGA dobro spojeni sa integrisanim kolom (SiI9134).

5.2. Testiranje celog sistema

Preko video spreznih pločica prihvata se ulazni video tok podataka iz programabilnih generatora video signala. Na monitoru se posmatra izlazna slika i u slučaju greške, nastavlja se sa procesom otkrivanja greške u simulatoru. Ovaj algoritam se ponavlja dok se ne otklone sve primećene greške. Omogućen je prikaz slike pomoću HDMI sprega slika 9.



Slika 9. Prikaz slike – HDMI sprega

Glavna prednost hardverske verifikacije jeste brzina, slika se skoro trenutno prikazuje na monitoru. U slučaju softverskog testiranja potrebno je određeno vreme da bi se slika generisala u fajlu. Pored toga jedna slika najčešće nije dovoljna da bi se utvrdila ispravnost modula, zbog mogućnosti da se greška naknadno pojavi.

6. ZAKLJUČAK

Rad opisuje postupak projektovanja i verifikacije sistema za generisanje video signala visoke rezolucije u realnom vremenu. Težište rada bilo je na projektovanju, implementaciji i verifikaciji modula za generisanje. Projekat je ispunio postavljene zahteve u smislu funkcionalnosti. Pokazano je da se pažljivim projektovanjem može realizovati modul koji vrši generisanje video signala visoke rezolucije bez korišćenja RAM memorije, ukoliko su ulazni i izlazni video tok podataka ekvivalentni po pitanju frekvencije takt signala.

7. LITERATURA

- [1] Silicon Image, SIL9134 HDMI Deep Color Transmitter, Data Sheet.
- [2] Silicon Image, SIL9134 HDMI Transmitter, Programmer's Reference.
- [3] Vladimir Kovačević, „Logičko projektovanje računarskih sistema”, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih Nauka, 2001.
- [4] Peter M. Niyasulu, „Introduction to Verilog“.
- [5] ELECTRONIC INDUSTRIES ALLIANCE, A DTV Profile for Uncompressed High Speed Digital Interfaces.
- [6] RT-RK, „HDL Coding Guidelines“.
- [7] Milko Đurđević, „Projektovanje i verifikacija arbitra namenske magistrale“.

Kratka biografija:

Zdravko Panjkov rođen je u Novom Sadu 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikračunarska elektronika odbranio je oktobra 2010. godine.

MALE HIDROELEKTRANE U VOJVODINI SMALL HYDROPOWER PLANTS IN VOJVODINA

Dušan Đukić, Vladimir Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisan hidropotencijal Vojvodine sa povoljnim lokacijama za izgradnju malih hidroelektrana. Dati su podaci o mogućoj godišnjoj proizvodnji električne energije za date lokacije, kao i drugi relevantni podaci. Kao primer data je ekonomska analiza isplativosti ulaganja u jednu ovakvu malu elektranu sa cenom koštanja po kWh. Na kraju rada dati su zakonski propisi i podsticajne cene, koje daje Republika Srbija.

Abstract – The paper deals with the hydro potential of Vojvodina and gives possible locations for the construction of small hydro power plants. It presents data about the calculated annual electricity production for a given location, as well as other characteristics. As an example, an economic analysis of cost-effectiveness of a small hydro-plant with costs of single kWh is presented. At the end of the paper legal regulations and feed-in tariffs for such renewable energy sources are given.

Ključne reči: Hidropotencijal, male hidroelektrane, podsticajne mere.

1. UVOD

Male hidroelektrane su postrojenja u kojima se potencijalna energija vode najpre pretvara u kinetičku energiju njenog strujanja (u statoru turbine), a potom u mehaničku energiju (u rotoru turbine) okretanjem vratila turbine, da bi se konačno pretvorila u električnu energiju u generatoru [1]. Hidroelektrane snage do 10 MW su male hidroelektrane u smislu Zakona o energetici [2]. U poređenju sa velikim hidroelektranama, male hidroelektrane imaju sledeće prednosti:

- mali troškovi ulaganja
- priključuju se na distributivnu mrežu
- mali uticaj na ekosistem
- jeftino održavanje
- automatizovan rad (bez posade)
- mogu se ugraditi u postojeće vodo-privredne objekte (prevodnice, ustave, brane i sl.)
- postoje posebni podsticaji za njihov rad (feed-in tarifa)

2. PREGLED RASPOLOŽIVOG HIDRO-ENERGETSKOG POTENCIJALA VOJVODINE

Mada je Vojvodina bogata rečnim tokovima, zbog male visinske razlike hidro-energetski potencijal nije veliki.

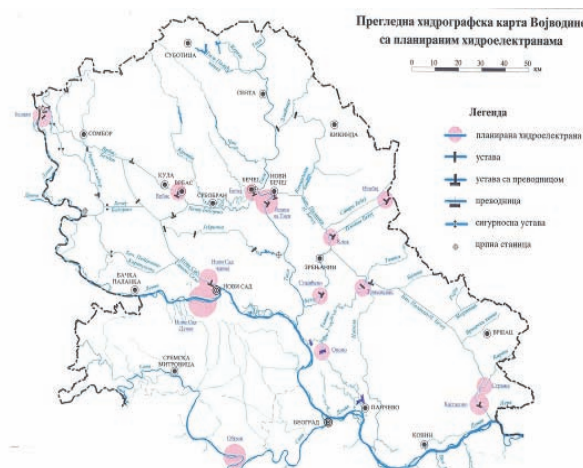
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-mater rada čiji mentor je dr Vladimir Katić, red.profesor.

Međutim, postojeći kanalski sistem sa svojim ustavama i prevodnicama daje dobre mogućnosti za instaliranje malih hidroelektrana. U tom smislu je u Vojvodini markirano 12 lokacija za male i dve za velike hidroelektrane snage oko 200 MW (Novi Sad na Dunavu i Obrež na Savi).

Na slici 1 je data hidrografska karta Vojvodine sa planiranim lokacijama ovih hidroelektrana.

U nastavku će biti ukratko opisane ili slikom prikazane ove lokacije. Programom ostvarivanja strategije razvoja energetike Republike Srbije u AP Vojvodini predviđeno je njihovo korišćenje, kao obnovljivih izvora energije [3].



Slika 1. Lokacije hidroelektrana u Vojvodini

2.1. Brana na Tisi kod Novog Bečeja

Prema idejnom projektu hidroelektrane ("Energoprojekt", 1982) predviđena je izgradnja hidroelektrane uz postojeću branu na desnoj obali Tise (slika 2).

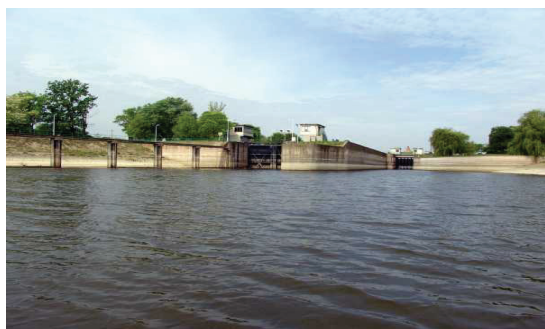
Instalisana snaga bi bila 9,8 MW. Prosečna godišnja proizvodnja 42,7 miliona KWh, kota uspora 76,00 m.n.J.m., što znači da potpuno ispunjava minor korito Tise u profilu brane. Predviđeni su radovi na zaštiti priobalja.



Slika 2. Brana na Tisi

2.2. Hidroelektrane na hidrosistemu Dunav-Tisa-Dunav

Dunav-Tisa-Dunav je višenamenski hidrosistem čije su osnovne funkcije odbrana od poplava, odvodnjavanje, snabdevanje vodom (navodnjavanje) i unutrašnja plovidba. Za upravljanje vodnim režimom izgrađen je veći broj objekata, ustava i crpnih stanica, a izgradnja hidroelektrana je moguća uz već postojeće objekte, gde su formirane vodne stepenice. Da bi se izgradnja hidroelektrana isplatila potrebno je korigovati vodni režim hidrosistema u cilju povećanja proizvodnje energije, ali tako da se ne umanjuju njegove osnovne funkcije, koje i dalje imaju prioritet. To je moguće i od te pretpostavke se i pošlo kod izrade studije hidroenergetskih parametara i kod izrade projekata lociranja hidroelektrana. Osnovni hidroenergetski parametri i podaci o snazi i prosečnoj godišnjoj proizvodnji energije svih potencijalnih hidroelektrana na hidrosistemu Dunav-Tisa-Dunav dati su u tabeli 1. Korigovani vodni režim hidrosistema u cilju povećanja proizvodnje energije, izazvao bi dodatne troškove zbog povećanog pumpanja, forsiranog rada i zaštite priobalja, koji se moraju uzeti u obzir kod vrednovanja svake hidroelektrane. Na slikama 3 do 12 prikazane su prevodnice i ustave, koje su uzete u obzir za postavljanje malih hidroelektrana.



Slika 3. Prevodnica na kanalu DTD kod Novog Sada



Slika 4. Ustava na kanalu DTD kod Kleka



Slika 5. Ustava na kanalu DTD kod Bezdana



Slika 6. Ustava na kanalu DTD kod Vrbasa



Slika 7. Ustava na kanalu DTD kod Bečeja



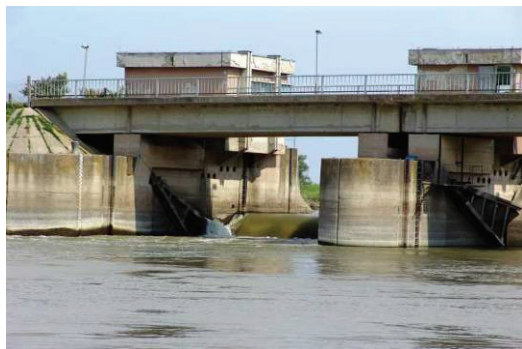
Slika 8. Ustava na kanalu DTD kod Itebeja

Tabela 1. Zbirni pregled hidroenergetskog potencijala Vojvodine

Vodotok	Naziv hidro elektrane i lokacije	Ukupni potencijal		Pripada Srbiji	Naš potencijal		Napomena
		Snaga MW	Godišnja proizvodnja GWh		Snaga MW	Godišnja proizvodnja GWh	
Dunav	Novi Sad km 1265	130 (170) ¹⁾ (210) ²⁾	985,3 (1250,0) ¹⁾ (1500,0) ²⁾	67,5 (65) ¹⁾ (62,5) ²⁾	87,7 (110,5) ¹⁾ (131,2) ²⁾	665,1 (812,5) ¹⁾ (937,5) ²⁾	kota uspora 80,00 kota uspora 81,00 ¹⁾ kota uspora 82,00 ²⁾
Sava	Obrež km 83,5	70	440	74,2	51,9	326,5	
Tisa	Novi Bečej brana km 63	9,8	42,7	100	9,8	42,7	
Hidroinvest DTD	Bezdán	1,65	2,20	100			
	Novi Sad	3,0	19,20	100			
	Vrbas	0,85	4,70	100			
	Bečej	0,62	2,27	100			
	Itebej	0,60	2,60	100			
	Klek	0,85	3,40	100			
	Stajljevo	0,85	2,60	100			
	Tomaševac	0,24	0,75	100			
	Opovo	0,28	0,90	100			
Svega	HS DTD	10,40	48,03		10,40	48,03	
	UKUPNO	220,2	1516,03		159,8	1082,33	
		(260,2) ¹⁾	(1780,73) ¹⁾		(182,6) ¹⁾	(1229,73) ¹⁾	
		(340,2) ²⁾	(2030,73) ²⁾		(203,3) ²⁾	(1354,73) ²⁾	



Slika 9. Ustava na kanalu DTD kod Stajičeva



Slika 10. Ustava na kanalu DTD kod Tomaševca



Slika 11. Ustava na kanalu DTD kod Opova



Slika 12. Ustava na kanalu DTD kod Kajtasova

2.3. Hidroelektrane na Karašu

Na Karašu je u prošlosti korišćena hidroenergija za pogon mlinova (Jasenovo, Straža i Vojvodinci) gde još uvek postoje objekti za formiranje vodne stepenice. Sada se koristi još objekat kod Straže gde postoji hidroelektrana sa dve turbine (trenutno nije u funkciji), a mlin se napaja električnom energijom iz javne distributivne mreže. U programu se predviđa preispitivanje mogućnosti ponovnog korišćenja sva tri objekta imajući u vidu

mogućnost primene savremenih tipova turbina, kao i povratno snabdevanje vodom za navodnjavanje gde bi HE Jasenovo i Straža radile i kao pumpe [3].

2.4. Hidroelektrane na Neri

Reka Nera za ravničarske uslove ima veliki pad (1-2m/km) pa je u prošlosti izgrađen derivacioni kanal Jaruga od Kusića do Vrančev Gaja, gde je formirano nekoliko vodnih stepenica za pogon mlinova. Derivacioni kanal Jaruga sada nije u funkciji, ali neposredno predstoji izrada novog derivacionog kanala koji bi dobio ulogu rasteretnog kanala za velike vode, pa bi se to moglo iskoristiti za eventualno postavljanje male hidroelektrane.

3. EKONOMSKA ANALIZA – PRIMER PRORAČUNA

Sledeći primer ilustruje kako treba primeniti standardne metode ekonomske analize za izgradnju male hidroelektrane sledećih karakteristika [4]:

Instalisan snaga:	4,929 MW
Procenjeni godišnji izlaz:	15.750 MWh
Godišnji prihodi za prvu godinu:	929.250 Evra
Podsticajna cena električne energije:	5,9 c/kWh
(pretpostavlja se da će cena električne energije rasti svake godine za jedan bod manje u odnosu na inflaciju)	
Procenjeni troškovi projekta u Evrima:	
1. Studija izvodljivosti	6.100
2. Projektovanje i menadžment	151.975
3. Građevinski radovi	2.884.500
4. Elektromehanička oprema	2.686.930
5. Instalacije	686.930
Ukupno:	6.416.435
Nepredviđeni troškovi: (3%)	192.493
Ukupna investicija:	6.608.928 Evra

Investicioni troškovi po instalisanom kW će biti:

$$6.608.928 / 4.929 = 1.341 \text{ Evra/kW}$$

Investicioni troškovi po godišnjoj proizvodnji kWh su:

$$6.608.928 / 15.750.000 \text{ kWh} = 42 \text{ c/kWh.}$$

Troškovi eksploatacije i održavanja po godini, procenjeno je da iznose 4% ukupne investicije: 264.357 Evra.

Vreme izgradnje: 4 godine.

U ovoj analizi pretpostavljeno je da će projektovanje i izgradnja trajati četiri godine. Prva godina će biti posvećena studijama izvodljivosti i procesu planiranja i nabavljanja dozvole. Stoga će se na kraju prve godine potrošiti predviđeni budžet za pokrivanje troškova studija izvodljivosti i polovine troškova namenjenih za projektovanje i menadžment.

Na kraju druge godine potrošiće se i druga polovina budžeta namenjena za projektovanje i menadžment. Na kraju treće godine 60% građevinskih radova će biti gotovo i 50% elektromehaničke opreme će se isplatiti.

Na kraju četvrte godine čitav projekat će biti gotov i isplaćen.

Na kraju četvrte godine sistem će biti ispitan, a postaće operativan na početku pete godine (nulta godina). Prihodi od proizvodnje i troškovi održavanja i eksploatacije (O&M) se svode na kraju svake godine. Cena električne energije se povećava za jedan red veličine sporije u odnosu na stopu inflacije. Životni vek je fiksiran na 35 godina, počev od druge godine (godina -2). Stopa sniženja iznosi 8% a zaostala vrednost nula.

4. MERE PODSTICAJA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE KORISTEĆI MALE HIDROELEKTRANE

Mere podsticaja obuhvataju otkupne cene određene prema vrsti elektrane u kojoj se proizvodi električna energija korišćenjem obnovljivih izvora energije i prema instalisanoj snazi izraženoj u MW [5]. Vrsta elektrane i instalisana snaga određuju se aktom o sticanju statusa povlašćenog proizvođača električne energije. Otkupne cene su izražene u evrocentima po kilovat-času i date su u tabeli 2.

Tabela 2. Otkupne cene električne energije za MHE

Vrsta MHE	Instalisana snaga (MW)	Podsticajna otkupna cena (c€/kWh)
	do 0.5 MW	9.7
	od 0.5 MW do 2 MW	10.316-1.233*P
	od 2 MW do 10 MW	7.85
Na postojećoj infrastrukturi	do 2 MW	7.35
Na postojećoj infrastrukturi	od 2 MW do 10 MW	5.9

5. ZAKLJUČAK

Vojvodina, iako pretežno ravničarski predeo, ima dosta neiskorišćenog hidroenergetskog potencijala. Procenjuje se da Dunav, Sava, Tisa, Karaš, Nera i kanal DTD raspolazu sa hidroenergetskim potencijalom za proizvodnju od 1082,33 GWh električne energije na godišnjem nivou, što je oko 12% potrošnje u Vojvodini.

Vojvodina ima više lokacija na postojećoj infrastrukturi na kojim bi se mogle izgraditi male hidro elektrane, kao što su ustave i prevodnice na kanalu DTD, brana na Tisi kod Bečeja, mlinovi na Karašu i reci Neri koji se mogu pretvoriti u male hidrocentrale. Pored niza prednosti, osnovni problem kod izgradnje malih hidro elektrana u Vojvodini je zastarelost tehničke dokumentacije (gotovo sve aktivnosti na korišćenju hidropotencijala u Vojvodini su prekinute 1989.godine). Projektu dokumentaciju je potrebno ponovo uraditi, ali je jedna od najvećih prepreka izgradnji nedostatak sredstava.

Posebnu problematiku predstavlja podsticanje malih, domaćih privatnih investitora i/ili lokalnih zajednica na ulaganje u male hidroelektrane. U ovom segmentu, treba pre svega na odgovarajući način pokretati projekte malih hidroelektrana i obrazovati preduzetnike i lokalnu zajednicu o mogućnostima razvoja malih hidroelektrana. S obzirom da procedura razvoja i izgradnje malih hidroelektrana zahteva specifična znanja iz raznih oblasti (elektroenergetika, vodoprivreda, zaštita životne sredine, pravo, finansije), neophodna je stručna pomoć od strane nadležnih državnih tela.

Na nivou realizacije projekta, potrebno je predvideti i konkretne podsticajne mere, kao npr. finansijske i porezne olakšice, bespovratna sredstva države, povoljne kredite, izgradnju pomoćne infrastrukture i pružanje usluga od strane države i slično.

Ovo je posebno važno u slučaju kada je investitor lokalna zajednica, koja najčešće ne raspolaže dovoljnim sredstvima i garancijama kojima bi projekat sama realizirala. Ipak, postoje podaci da su lokalne zajednice u prošlosti bile zainteresovane za razvoj potencijala malih hidroelektrana, i da su i same finansirale pojedine istražne radove.

Jedna od postojećih podsticajnih mera su podsticajne otkupne cene po kojima će EPS otkupiti električnu energiju iz malih hidro elektrana, koja ima za cilj oživljavanje investiranja u ovoj oblasti. Dosadašnji rezultati su skromni, ali poznato je da je u Srbiji do sada ugovorena proizvodnja iz 4 male hidroelektrane.

6. LITERATURA

- [1] Vladimir Katić, Izudin Kapetanović, Vangel Fuštić, „Obnovljivi izvori električne energije“, FTN, Novi Sad, 2007
- [2] „Zakon o energetici“, Sl. Glasnik RS 84/04
- [3] Ljubomir Gerić, Budislav Likić, „Program ostvarivanja strategije razvoja energetike Republike Srbije u AP Vojvodini 2007-2012“, Novi Sad, 2007, www.psemr.vojvodina.gov.rs/pdf08/M%205.pdf
- [4] European Small Hydropower Association - ESHA - esha@arcadis.be, „Guide on how to develop a small hydropower plant“, European Small Hydropower Association – ESHA, 2004.
- [5] Ministarstvo rudarstva i energetike RS, „Uredba o merama podsticaja za proizvodnju električne energije korišćenjem OIE i kombinovanom proizvodnjom električne i toplotne energije“, 2009, <http://www.mem.gov.rs>

Kratka biografija:



Dušan Đukić rođen je u Novom Sadu 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2010.god.



Vladimir Katić rođen je 1954. god. u Novom Sadu. Doktorirao je na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu 1992. godine, a od 2002 je redovni profesor Univerziteta u Novom Sadu zaposlen na Fakultetu tehničkih nauka. Prodekan je FTN-a i šef Katedre za energetsku elektroniku i pretvarače. Oblasti interesovanja su energetska elektronika, kvalitet električne energije i obnovljivi izvori električne energije.

**PROCENA NELINEARNOSTI SIGNALA STRESIRANIH ŽIVOTINJA METODAMA
APROKSIMATIVNE ENTROPIJE****ESTIMATION OF NON-LINEAR SIGNAL PARAMETERS IN STRESSED ANIMALS
USING APPROXIMATIVE ENTROPY METHODS**

Dejan Kurtović, Dragana Bajić, Tatjana Lončar-Turukalo, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Na odraslim mužjacima Wistar pacova izvršene su dve hirurške intervencije: telemetrija (ugradnja transmitera u trbušnu aortu životinje, u cilju merenja kardiovaskularnih parametara) i transfekcija (ugradnja virusa u mozak životinje). Date životinje su zatim izložene air-jet stresu i mereni su njihovi kardiovaskularni parametri. Rezultati merenja (u vidu signala) su dalje filtrirani i obrađeni (u programskom okruženju Matlab) da bi se mogla proceniti entropija datih signala.

Abstract – On the adult male Wistar rats two surgical interventions were performed: telemetry (insertion of transmitter in the abdominal aorta of the animal, in order to measure cardiovascular parameters) and transfection (injection of viruses into the animals' brain). These animals were then exposed to the air-jet stress and their cardiovascular parameters were measured. The measurement results (in the signal form) are further filtered and processed (in Matlab programming surrounding) in order to estimate the entropy of given signals.

Ključne reči: air-je stress, Approximative Entropy, Heart Rate, Systolic blood pressure

1. UVOD

Fiziološki procesi predstavljaju rezultat delovanja velikog broja faktora, uključujući autonomni nervni sistem i humoralnu kontrolu. Entropija kvantifikuje nepredvidljivost fluktuacija vremenskih serija. Zbog toga, vremenska serija koja sadrži dosta obrazaca koji se ponavljaju ima relativno malu entropiju, dok manje predvidivi procesi (sa više nepravilnosti) imaju veću entropiju.

Procena entropije vremenske serije je lak zadatak ako je proces dobro opisan. Entropija može biti još pouzdanije utvrđena ukoliko postoji znanje o statistikama vremenske serije. Sa druge strane, u slučajevima kada je vremenska serija pod uticajem većeg broja nepoznatih faktora, pokušaj da se proceni entropija može rezultovati netačnim zaključcima i neosnovanim razmatranjima.

Cilj ovog rada jeste da pokuša da kvantifikuje doprinos autonomnog nervnog sistema na varijabilnosti kardiovaskularnih signala. Signali pritiska su snimljeni na pacovima koji su se slobodno kretali u kavezima. Iz signala

pritiska izvedeni su vremenski nizovi sistolnog pritiska (SBP) i srčanog ritma (HR), iz kojih je procenjena entropija.

2. MATERIJALI I METODE**2.1. Životinje**

U eksperimentu su korišćeni Wistar pacovi i granično hipertenzivni pacovi. Pacovi su odgajani na Institutu za farmakologiju pri Medicinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Svi pacovi su muškog pola kako bi se izbegle hormonske interakcije. Pacovi su težine 330 ± 10 g i pojedinačno su odgajani u kavezima od pleksiglasa u kontrolisanim laboratorijskim uslovima (temperatura 21 ± 1 °C, relativna vlažnost vazduha $60 \pm 5\%$, 12h svetla i 12h mraka).

2.2. Operacija

Deset dana pre eksperimenta pacovi su bili izloženi operacijama:

Telemetrija-ubacivanje transmitera u trbušnu aortu, zahvaljujući čemu možemo da registrujemo kardiovaskularne parametre. Ugrađene su im sonde u abdominalnu aortu (TA11PA – C40, DSI, Transoma medical) dok su životinje bile pod kombinovanom anestezijom, *ketamin-xylazine* (0.4 ml 10 % *ketamine* i. p. plus 0.1 ml 2% *xylazine*, po jednoj životinji). Tri dana pre i posle operacije, pacovi su tretirani sa *gentamicinom* (25 mg/kg i. m). Posle operacije, pacovi su primili po jednu injekciju *metamizola* (200 mg/kg i. m) protiv bolova, i ostavljeni su da se potpuno oporave.

Transfekcije – “ubacivanje virusa u mozak životinje”.

Mereni su HR i SBP signali šesnaest posmatranih pacova.

U zavisnosti od toga šta je ubačeno u jedro mozga, izvršena je podela životinja u 3 grupe:

- GFP virusom tretirana je eGFP grupa od šest pacova (GFP tj zeleni fluorescentni protein, koji ima samo funkciju obeleživača i samim tim ne dovodi do fizioloških promena);
- V2 grupi pacova je ubačen virus koji sadrži receptor *Vasopressin V2*, koji ne postoji u mozgu odrasle životinje i utiče na transport soli i vode kroz organizam;
- PKI životinjama je ubačen virus koji sadrži i V2 receptore (kao u prethodnoj grupi) i supstancu PKI alfa,

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bila dr Dragana Bajić, red. prof.

koja bi trebalo da blokira efekte (ili bar neke od efekata) dobijene u prethodnoj grupi.

Eksperiment obuhvata 3 različite faze merenja (prikazane na Slici 1.) posmatranih HR i SBP signala:

- C, Control – kontrolna faza merenja,
- S, Stress – merenje signala u toku izlaganja pacova *air-jet* stresu

- Rec, Recovery – faza praćenja signala u periodu oporavka nakon stresa



Slika 1. ilustruje hronologiju faza merenja tokom eksperimenta (Control, Stress i Recovery)

2.3. Aproksimativna entropija i entropija uzoraka

Algoritam za izračunavanje ApEn-a može se ukratko predstaviti na sledeći način: imamo sekvencu S_N , pri čemu je N ukupan broj uzoraka u vremenskoj seriji trenutnog srčanog ritma $HR(1), HR(2), \dots, HR(N)$. Aproksimativna entropija signala, $ApEn(S_N, m, r)$ dodatno zavisi od još dva parametra: m , dimenzije prostora okruženja i r , praga za rastojanje između obrazaca koji se porede. Parametar m u suštini predstavlja dužinu podsekvence uzoraka, i tokom izračunavanja ApEn-a je fiksno. Parametar r definiše kriterijum sličnosti, i uvek je pozitivan broj. Ako nije drugačije dato, smatra se da je $m=2$, a $r=0.2 \times \text{std}$, gde std predstavlja standardnu devijaciju posmatranog niza odbiraka. Mi obeležavamo podsekvencu od m izmerenih otkucaja srca počevši od i -tog merenja u okviru S_N , vektorom $p_m(i)$.

Dve podsekvence $p_m(i)$ i $p_m(j)$ smatramo sličnima ako je rastojanje između svaka dva odgovarajuća uzorka u podsekvenci manje od r (odn. manje od kriterijuma sličnosti), tj. ako je

$$|HR(i+k) - HR(j+k)| \leq r \text{ za } 0 \leq k \leq m-1 \quad (1)$$

Počev od prve pozicije u vremenskoj seriji, koristeći metodu klizajućeg prozora, bira se m uzastopnih odmeraka, koji predstavljaju trenutni šablon. Ovaj šablon se poredi sa svim podsekvencama dužine m u vremenskoj seriji, uključujući i poređenje sa samim sobom. Broj podsekvenci sličnih šablon sekvenci dužine m koja počinje na poziciji i , označićemo sa $n_i^m(r)$. Tada se verovatnoća da će proizvoljna sekvenca dužine m biti slična šablonu može proceniti kao:

$$C_i^m(r) = \frac{n_i^m(r)}{N - m + 1} \quad (2)$$

$C_i^m(r)$ se računa za svaku poziciju šablona, počev od $i=1$ do $i=N-m+1$. $C^m(r)$ je za šablone dužine m definisano kao srednja vrednost i procenjuje verovatnoću da su dve podsekvence dužine m , u okviru te vremenske serije, međusobno slične.

$$C^m(r) = (N - m + 1)^{-1} \sum_{i=1}^{N-m+1} C_i^m(r) \quad (3)$$

Ukoliko se uzme srednja vrednost logaritama, dobija se:

$$\phi^m(r) = (N - m + 1)^{-1} \sum_{i=1}^{N-m+1} \log C_i^m(r) \quad (4)$$

Ukoliko se čitava procedura ponovi za dužinu šablona $m+1$, utvrđuje se koliko od podsekvenci sličnih u m tačaka, ostaje slično i na $m+1$ poziciji.

Eckmann – Ruelle entropija se definiše kao:

$$E - R = \lim_{r \rightarrow 0} \lim_{m \rightarrow \infty} \lim_{N \rightarrow \infty} [\Phi^m(r) - \Phi^{m+1}(r)] \quad (5)$$

$E-R$ entropija je izuzetno značajna za klasifikovanje haotičnih sistema malih dimenzija, ali ima i mnoga ograničenja. Nažalost, ispostavilo se da je $E - R$ entropija beskonačna u slučajevima kada je superponiran i šum bilo koje amplitude, a ne razlikuje neke procese koji su različite kompleksnosti.

Primenu ovakve analize na kratke eksperimentalne sekvence, koje su veoma često pogođene šumom, dao je Pincus u [1-2], uvodeći aproksimativnu entropiju, AppEn. ApEn predstavlja familiju statistika kojom se kvantifikuje regularnost vremenske serije, pri čemu poznavanje sistema koji generiše datu vremensku seriju nije nužno. Izraz za ovu statistiku dobija se na osnovu formule za $E-R$ entropiju kada se fiksiraju parametri m, r i N .

$$ApEn(m, r, N) = \Phi^m(r) - \Phi^{m+1}(r) \quad (6)$$

Očigledno je da je izbor parametara m, r i N od izuzetnog značaja za ovu statistiku. U svom radu [1], Pincus predlaže da je potrebna dužina sekvence za zahtevanu dužinu šablona $m, 10^m$. Što se vrednosti praga tiče isti autor navodi da je najbolje utvrđivati ApEn za vrednosti $r=0.2 \times \text{std}$, dok za vrednost m predlaže $m=3$ kad su kardiovaskularne sekvence u pitanju. Pored ovih tvrdnji u literaturi ne postoje jasna pravila kako izabrati ove parametre. Nedavno se pojavilo nekoliko studija na tu temu [3-7], gde su analizirana ponašanja ove statistike za razne vrednosti N, m i r i utvrđeno je da je statistika izuzetno osetljiva na dužinu vremenske serije N , i da je iz tih razloga moguće porediti jedino ApEn izračunate nad serijama za iste parametre m, r i N . Vrednost r za koje ApEn dostiže maksimum može da se izračuna na osnovu nekoliko osnovnih statistika same vremenske serije [3]. Takode je pokazano da vrednost koju ApEn dostiže u maksimumu nije stabilna, upravo zbog malog broja podsekvenci koje su slične sa šablonom za male vrednosti r i da je stoga potrebno posmatrati ponašanje statistike ApEn za veće vrednost r [7].

Za entropiju uzoraka, $SampEn$, definišimo:

$$B^m(r) = (N - m)^{-1} \sum_{i=1}^{N-m} B_i^m(r) \quad (7)$$

$$A^m(r) = (N - m)^{-1} \sum_{i=1}^{N-m} A_i^m(r) \quad (8)$$

gde $B_i^m(r)$ u jednačini (7) predstavlja broj odgovarajućih vektora $x_m(j)$ podsekvence dužine m , koji su međusobno slični $x_m(i)$ u okviru zadate tolerancije r , gde je $j=1, \dots, N-m$, i $j \neq i$. Isto je i za $A_i^m(r)$, samo se radi o podsekvencama dužine $m+1$ [2]. Tada je $SampEn$

$$SampEn(m, r) = \lim_{N \rightarrow \infty} [-\ln[A^m(r) / B^m(r)]] \quad (9)$$

$$SampEn(m, r, N) = [-\ln[A^m(r) / B^m(r)]] \quad (10)$$

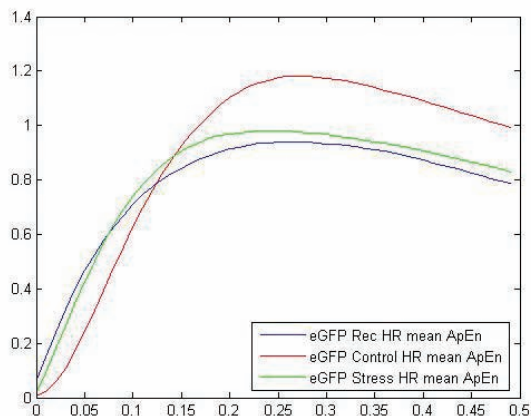
Pošto je $A_m(r)/B_m(r)$ ekvivalentno sa A/B , SampEn se može definisati kao:

$$\text{SampEn}(m, r, N) = -\ln(A/B) \quad (11)$$

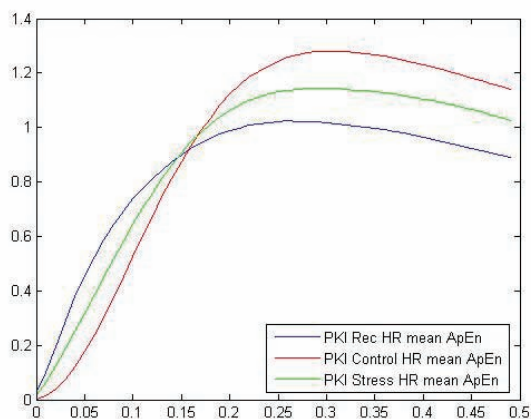
Analiza izbora parametara za ovu vrstu statistike data je u [6].

3. REZULTATI

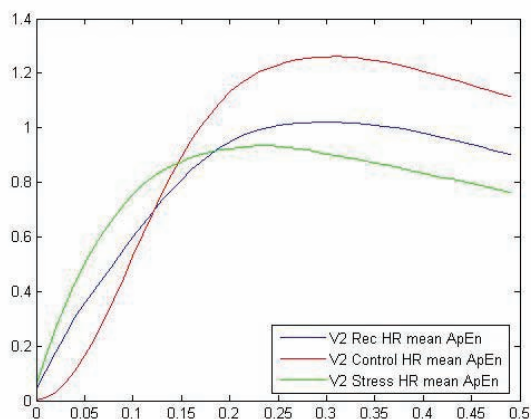
Aproksimativna entropija je računata za vrednosti parametara $m=3$ i $N=2700$. Rezultati primene metode na HR i SBP signale su prikazani na sledećim slikama:



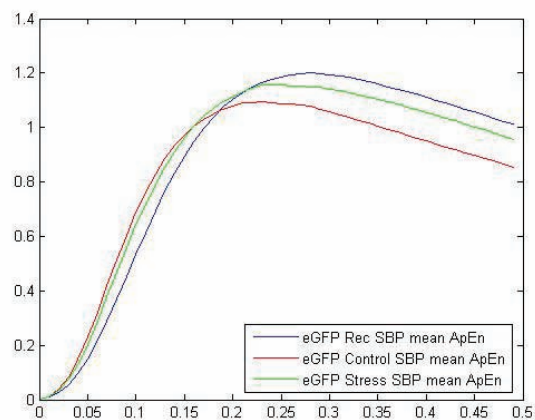
Slika 2. $ApEn(m, N)$ za HR signal u tri eksperimentalne faze



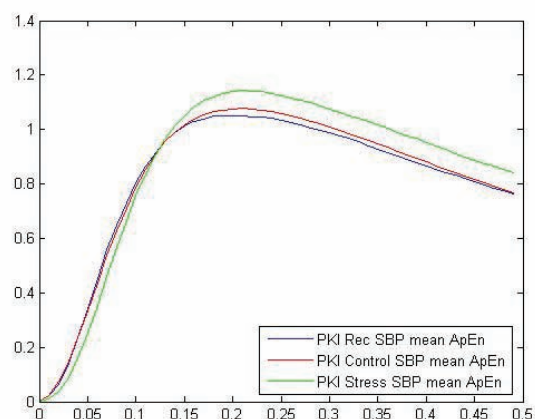
Slika 3. $ApEn(m, N)$ za HR signal u tri eksperimentalne faze



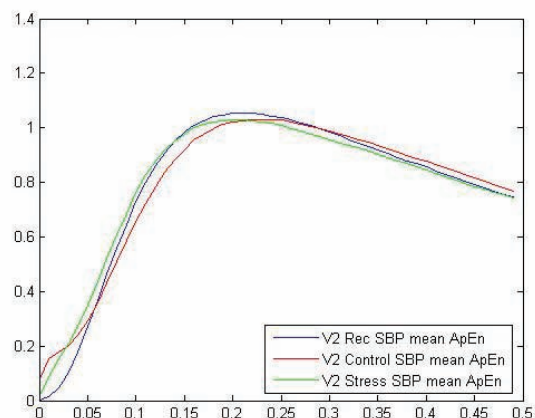
Slika 4. $ApEn(m, N)$ za HR signal u tri eksperimentalne faze



Slika 5. $ApEn(m, N)$ za SBP signal u tri eksperimentalne faze



Slika 6. $ApEn(m, N)$ za SBP signal u tri eksperimentalne faze



Slika 7. $ApEn(m, N)$ za SBP signal u tri eksperimentalne faze

Tabela 1. ApEn i SampEn (m=3, r=0.3, N=2700)

			control	stress	recovery
eGFP	ApEn	HR	1.1772±0.18	0.9722±0.18	0.9368±0.28
		SBP	1.0676±0.11	1.1475±0.09	1.1965±0.1
	SampEn	HR	1.2758±0.31	0.8744±0.28	0.8515±0.47
		SBP	1.0515±0.22	1.1833±0.22	1.2556±0.25
PKI	ApEn	HR	1.2774±0.03	1.1461±0.14	1.0203±0.17
		SBP	1.0199±0.18	1.0878±0.08	0.9967±0.16
	SampEn	HR	1.4239±0.1	1.1937±0.26	0.9664±0.3
		SBP	0.9521±0.25	1.1192±0.15	0.9226±0.22
V2	ApEn	HR	1.2579±0.05	0.9115±0.24	1.0212±0.37
		SBP	0.9963±0.43	0.9679±0.3	0.9955±0.24
	SampEn	HR	1.4043±0.16	0.8278±0.35	1.0287±0.58
		SBP	1.0012±0.48	0.9268±0.4	0.9836±0.36

Vrednosti u tabeli 1. predstavljene su na sledeći način: usrednjena entropija + standardno odstupanje

4. ZAKLJUČAK

Posmatrajući dobijene rezultate možemo uočiti da u CONTROL fazi merenja nema razlike među grupama životinja ukoliko se poredе entropije HR i SBP signala, tako da sama metoda nema mogućnost razlikovanja kontrolne grupe životinja eGFP od transfekcijom izmenjenih životinja koje pripadaju grupama PKI i V2, verovatno iz razloga što se izmene na životinjama manifestuju tek prilikom njihovog izlaganja stresu i u kasnijem oporavku, dok ne utiču na promene kardiovaskularnih varijabli u redovnim uslovima.

Za eGFP grupu usled stresa ApEn opada i najniža je u RECOVERY periodu. Isti odnos se zadržava i u slučaju SampEn analize. Kod SBP signala situacija je obrnuta, što ukazuje da pod uticajem stresa SBP postaje manje regularna, što može da se tumači kao privremeni poremećaj u kratkoročnoj regulaciji SBP.

U PKI grupi su iste promene za HR, ali se primećuje da pacovi bolje reaguju na stres u toku primene stresa, jer je ApEn i SampEn u CONTROL i STRESS fazi približno ista, dok raste u RECOVERY fazi.

U V2 grupi za HR signale je uočena promena da se ApEn i SampEn umanjuju usled primene stresa, ali u RECOVERY periodu entropije ne nastavljaju da opadaju kao kod prethodne dve grupe životinja, već naprotiv rastu težeći vrednostima u CONTROL periodu. Veoma značajna promena uočava se i za SBP signale, tj. promene u entropiji usled primene stresa i naknadno u RECOVERY fazi nisu značajne, što znači da intervencije nad ovom grupom životinja uspešno baferuju promene SBP, odražavajući regularnost promena u signalu.

5. ZAHVALNICA

Zahvaljujem se prof. dr Nini Žigon sa Medicinskog fakulteta u Beogradu na signalima nad kojim je urađena ova studija.

6. LITERATURA

- [1] Steven. Pincus: *Approximate entropy as a measure of sistem complexity in Proceedings of Nat. Acad. Sci. USA*, Mathematics, vol.88, pp.2297-2301, March 1991.
- [2] A.L. Goldberger, S.M. Pincus, "Physiological time-series analysis: What does regularity quantify?" *Am J Physiol(Heart Circ Physiol)*, Vol. 266, 1994, pp H1643-H1656.
- [3] S.Lu, X.Chen, J.K.Kanters, I.C.Solomon and K.H.Chon, "Automatic selection of the threshold value r for approximate entropy", *IEEE Trans. Biomed. Eng.* Vo55., no.8, Aug.2008.,pp.1966-1972
- [4] X.Chen, I.C.Solomon and K.H.Chon, "Comparison of the use of approximate entropy and sample entropy: application to neural respiratory signal", in *Proc. of the 27th IEEE EMBS Ann. Conf*, 2005, pp.4212-4216
- [5] P Castiglioni, M Di Rienzo, "How the Threshold "R" Influences Approximate Entropy Analysis of Heart-Rate Variability", *Computers in cardiology*, vol. 35, 2008, pp.561-564
- [6] F. Kaffashi, R.Foglyano, C.G.Wilson and K.Loparo, "The effect of time delay on Approximate and Sample entropy calculations", *Physica D*, vol 237, 2008, pp.3069-3074;ž
- [7] Tatjana Loncar-Turukalo*, Dragana Bajic, Olivera Sarenac, Nina Japundzic-Zigon, Aleksandar Boskovic: *Environmental Stress: Approximate Entropy approach Revisited*, Proceedings of EMBC2009, Minneapolis, Minnesota, USA

Kratka biografija:

Dejan Kurtović rođen je u Beogradu 1986. god. Bečelor rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranio je 2009. god.

TEHNIKE RAZVOJA APLIKACIJA INFORMACIONOG SISTEMA ZASNOVANE NA PRIMENI ALATA DEKLARIT**TECHNIQUES OF DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEM APPLICATIONS BASED ON THE DEKLARIT TOOL**Goran Murić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je izvršena analiza softverskog alata za projektovanje baza podataka pod nazivom *DeKlarit*, kao i njegova komparacija sa drugim projektantskim alatima istog tipa.

Abstract – In this paper we present an analysis of a software tool for database design, named *DeKlarit*. We also compare this tool with the other design tools of the same kind.

Ključne reči: CASE Alati, Modelovanje, Baze podataka

1. UVOD

Cilj rada je analiza softverskog alata *DeKlarit* i upoređivanje sa drugim projektantskim alatima, odnosno prikupljanje iskustava o njegovoj primeni na jednom praktičnom projektu.

Za dati projekat bilo je potrebno isprojektovati bazu podataka i generisati aplikaciju u softverskom alatu *DeKlarit*.

Softverski alat za projektovanje baza podataka *DeKlarit* je odabran da bude predmet ovog rada iz razloga što on na drugačiji način pristupa projektovanju baza podataka nego što je to slučaj sa ostalim često korišćenim i proučavanim alatima.

Ovim radom je bilo potrebno realizovati sledeće zadatke:

- Proučiti aspekte praktične primene izabranog alata za projektovanje i implementaciju šeme baze podataka i aplikacija, pod nazivom *DeKlarit*. Ovde je bilo potrebno savladati drugačiju logiku projektovanja šema baza podataka nego što je to bio slučaj u drugim projektantskim alatima sličnog tipa.
- Isprojektovati i implementirati šemu baze podataka potrebnu za razvoj informacionog sistema fakulteta, a namenjenju za operativnu podršku realizacije nastavnog procesa, koristeći softversko okruženje *DeKlarit*. Šema baze podataka namenjena za podršku realizacije nastavnog procesa je postojala i bila je isprojektovana u alatu *Power Designer*. Bilo je potrebno tu šemu "preslikati" na *DeKlarit* okruženje tj. prilagoditi je logici kojom se vodi softverski alat pod nazivom *DeKlarit*.
- Generisati aplikativno softversko rešenje na osnovu isprojektovane šeme baze podataka i formiranih aplikativnih specifikacija – tzv. biznis komponenti

NAPOMENA:

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

- *DeKlarit* pored toga što je softverski alat za modelovanje i realizaciju baza podataka, on je i alat koji ima mogućnost generisanja aplikacije na osnovu prethodno isprojektovane i realizovane baze podataka.

- Uporediti alat sa drugim uobičajeno korišćenim projektantskim alatima u oblasti razvoja informacionih sistema. Pošto je *DeKlarit* softverski alat prevashodno namenjen za projektovanje šema baza podataka kao i implementaciju samih baza, bilo je potrebno uporediti dati alat sa drugim projektantskim alatima za modelovanje i implementaciju baza podataka.

Pored Uvoda i Zaključka, rad sadrži još tri dela. Nakon Uvoda, u drugom delu rada predstavljeni su različiti pristupi projektovanja baza podataka, kao i faze koje se moraju proći prilikom projektovanja baza podataka.

U trećem delu rada opisan je proces projektovanja baze podataka i generisanja aplikacije upotrebom softverskog alata *DeKlarit*.

U četvrtom delu rada izvršeno je poređenje softverskog alata *DeKlarit* sa još dva alata istog tipa i izneti su rezultati komparacije.

2. PROJEKTOVANJE BAZE PODATAKA

Postoje dva obično korišćena pristupa u projektovanju baza podataka [1].

Po prvom, odmah projektujemo implementacionu šemu baze podataka korišćenjem relacionog modela podataka. Projektovanje ove šeme počinje na osnovnom nivou – nivou atributa koji se, posle analiziranja, grupišu u tabele (koje predstavljaju tipove entiteta). Ovakav pristup je pogodan za projektovanje manjih baza podataka sa relativno malim brojem atributa.

Drugi pristup je pogodniji za projektovanje složenijih baza podataka i po njemu se najpre kreira konceptualni model (korišćenjem modela podataka tipova entiteta i poveznika - *ER* model) baze podataka koji sadrži samo nekoliko globalnih tipova entiteta i veza, da bi se zatim prešlo na sukcesivno identifikovanje tipova entiteta, veza i njima pripadajućih atributa sa nižih nivoa. Nakon kreiranog konceptualnog modela, vrši se prevođenje tog konceptualnog modela u logički ili odmah fizički model. Ove tri faze (konceptualno, logičko i fizičko projektovanje) u projektovanju baza podataka biće detaljnije objašnjene u nastavku ovog rada.

DeKlarit za projektovanje baza podataka koristi pristup koji je u neku ruku alternativan često korišćenim pristupima za projektovanje baza podataka. *DeKlarit*-ov pristup zahteva da se prvo izmodeluje konceptualna šema,

postupno, pa je tu konceptualnu šemu kasnije potrebno prevesti u relacioni model podataka.

2.1. Konceptualno projektovanje

Konceptualno projektovanje predstavlja prvu fazu tokom koje se kreira konceptualni model podataka na osnovu korisničke specifikacije zahteva. Konceptualno projektovanje baze je potpuno nezavisno od detalja implementacije kao što su na primer softverska platforma, programski jezici, hardverska platforma ili bilo koji drugi fizički aspekti.

U *DeKlarit*-u, konceptualno projektovanje predstavlja takođe prvu fazu u projektovanju baza podataka. Bazira se na modelovanju biznis komponenti, i ukoliko je ta faza uspešno realizovana, neće biti potrebe da se prepravlja šema baze podataka (ili će eventualne prepravke biti minimalne) u narednim fazama projektovanja baze podataka u softverskom alatu *DeKlarit*.

2.2. Logičko projektovanje

Logičko projektovanje predstavlja drugu fazu u projektovanju baza podataka i podrazumeva kreiranje modela koji se bazira na konceptualnom modelu iz prethodne faze. Model iz prethodne faze se doraduje i prilagođava konačnom modelu koji je usvojen za bazu (npr. relacioni model). Dakle, logički model se kreira namenski, za tačno određeni model podataka koji koristi izabrana SUBP platforma. Kao rezultat dobija se model koji je nezavisan od fizičkih detalja SUBP, kao na primer fizičke strukture podataka i indeksa. Za testiranje korektnosti logičkog modela koristi se tehnika normalizacije koja obezbeđuje da podaci budu pravilno raspoređeni po tabelama.

Nakon uspešnog projektovanja biznis komponenti u alatu *DeKlarit* nastupa druga faza, u kojoj se, generiše implementaciona šema baze podataka (prikaz strukture tabela i prikaz indeksa tabela) od strane prethodno pomenutog alata. Ukoliko su dobro izmodelovane biznis komponente, nije potrebno da korisnik radi sa implementacionom šemom baze podataka, ali ponekad je neophodno izmeniti je. *DeKlarit* dozvoljava korisniku da izvrši odgovarajuće izmene šeme koje neće uticati na konzistentnost date šeme baze podataka.

2.3. Fizičko projektovanje

Fizičko projektovanje je treća i poslednja faza u procesu projektovanja baza podataka. Ova faza podrazumeva kreiranje elemenata baze na tačno određenoj platformi sa svim detaljima i specifičnostima vezanim za nju. Treba spomenuti i to, da ova faza može izazvati povratni efekat na prethodnu, jer neki specifični detalji vezani za fizičko projektovanje projektovanje na izabranoj platformi mogu da izazovu promene u logičkom dizajnu. Dakle, fizičko projektovanje se odnosi na konkretnu implementaciju baze podataka na izabranoj SUBP platformi.

Nakon uspešno izmodelovanih biznis komponenti, kao i eventualnih izmena nad generisanom implementacionom šemom baze podataka, nastupa treća faza u projektovanju baza podataka u okviru alata *DeKlarit*. Realizovanje ove faze projektovanja baze podataka korisniku je krajnje olakšano od strane softverskog alata *DeKlarit*. Potrebno je samo odabrati ciljnu SUBP, kao i podesiti odgovarajuće

parametre konekcije, i *DeKlarit* će sam da izvrši konkretnu implementaciju baze podataka na izabranom SUBP.

3. PROJEKTOVANJE BAZE PODATAKA I GENERISANJE APLIKACIJE U DEKLARIT-U

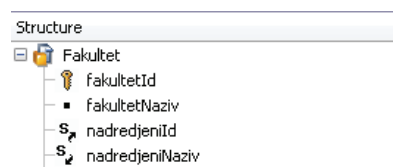
DeKlarit je softverski alat za modelovanje šema baza podataka, kao i za brz razvoj aplikacija informacionog sistema [2]. *DeKlarit* ne oduzima puno vremena za modelovanje baza podataka ili kreiranja srednjih – veznih komponenti. To nam omogućava da više vremena posvetimo ostatku aplikacije.

3.1. Biznis komponente

Biznis komponenta u *DeKlarit*-u predstavlja određenu strukturu podataka koju je potrebno smestiti u bazu podataka. Biznis komponente se obično, ali ne uvek, mapiraju na tipove objekata iz stvarnog sveta kao što su na primer: student, nastavno osoblje, organizaciona jedinica itd. Čest je i slučaj da se biznis komponente mapiraju na tipove dokumenata informacionog sistema.

Biznis komponente su modelovane tako da podržavaju operacije transakcija i njihov zadatak je da obezbede unos, menjanje ili brisanje njihovih specifičnih primeraka (instanci). Struktura biznis komponente može biti: jednonivovska i višenivovska. Jednonivovska struktura biznis komponente će za posledicu imati kreiranje jedne tabele u bazi podataka, dok će višenivovska struktura biznis komponente izazvati kreiranje većeg broja tabela u bazi podataka.

Prvi nivo biznis komponente Fakultet koji se bavi evidencijom organizacionih jedinica prikazan je na slici 1. Na osnovu ovog nivoa biznis komponente biće kreirana jedna tabela u bazi podataka. Primarni ključ te tabele biće atribut *fakultetId*, dok će atribut *nadredjeniId* predstavljati strani ključ u tabeli, čiji je zadatak da uspostavi vezu sa primarnim ključem tabele u kojoj se nalazi (*fakultetId*) posredstvom podtipa koji će kasnije biti detaljnije objašnjen. Atribut *nadredjeniNaziv* služi samo za prikaz tj. da olakša rad korisniku. On ne postoji kao atribut u datoj tabeli u bazi podataka. Pri realizaciji praktičnog dela ovog master rada isprojektovano je još 14 biznis komponenti.



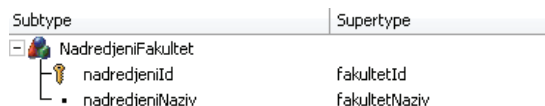
Slika 1. Prikaz prvog nivoa biznis komponente Fakultet

3.2. Podtipovi

Podtipovi su elementi u *DeKlarit*-u koji se koriste u slučajevima kada je jedna biznis komponenta ili čak jedna tabela (nivo) te biznis komponente više puta povezana sa nekom drugom biznis komponentom tj. kada jedna biznis komponenta sadrži dva ili više stranih ključeva koji su u vezi sa jednom istom tabelom. Podtipovi su neophodni jer je u *DeKlarit*-u u istoj biznis komponenti nemoguće navesti dva atributa sa istim imenom kako bi se te veze

ostvarile. Podtipovi vrše mapiranje atributa za koje želimo da budu strani ključevi u nekoj biznis komponenti (tabeli) na atribut(e) koji predstavljaju primarni ključ biznis komponente (tabele) sa kojom želimo ostvariti vezu.

Atribut `nadredjeniId` prvog nivoa biznis komponente Fakultet (prikazan na slici 1) treba da bude strani ključ u tabeli, i da "pokazuje" na primarni ključ tabele u kojoj se nalazi (`fakultetId`). Ukoliko bi poštovali *DeKlarit*-ovo pravilo uspostavljanja veza između tabela, atribut koji predstavlja oznaku nadređene jedinice trebalo bi da nosi naziv `fakultetId`, jer je to naziv atributa primarnog ključa tabele sa kojom se želi uspostaviti veza. Međutim, tada bi u datoj biznis komponenti (tabeli) postojala dva atributa sa istim imenom (`fakultetId`) što je nedozvoljeno osnovnim pravilom *DeKlarit*-a da u istoj biznis komponenti ne mogu da postoje dva atributa sa istim imenom. Podtip Nadređeni Fakultet prikazan na slici 2 rešava problem definisanja stranog ključa prvog nivoa biznis komponente Fakultet prikazanog na slici 1. Pri realizaciji praktičnog dela ovog master rada definisano je još 9 podtipova.



Slika 2. Prikaz podtipa Nadređeni Fakultet

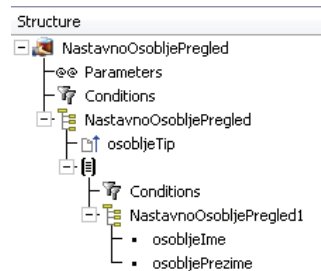
3.3. Dobavljači podataka

Dobavljači podataka su elementi *DeKlarit* projekta čiji je jedini zadatak čitanje traženih podataka iz baze podataka, kao i njihovo prikazivanje u tabelarnoj formi. Dobavljači podataka ne mogu da unose nove podatke, niti mogu da menjaju postojeće podatke u bazi podataka (za razliku od biznis komponenti).

Dobavljači podataka imaju skoro identičnu strukturu kao i biznis komponente. Dakle, svaki dobavljač podataka u *DeKlarit*-u ima strukturu stabla kao što je to slučaj i sa biznis komponentama. Dobavljači podataka su u uskoj vezi sa biznis komponentama. Dobavljači podataka mogu da koriste samo unapred definisane attribute (od strane biznis komponente).

Oni ne mogu da kreiraju nove attribute. Jedini način da kreiraju novi atribut je posredstvom biznis komponente. Formule koje su definisane u sklopu neke biznis komponente mogu da se koriste u sklopu dobavljača podataka kao i svaki drugi atribut, nije ih potrebno ponovo definisati. *Drag and drop* sistem ubacivanja atributa je takođe omogućen, pa se vrlo lako može "prevući" atribut iz neke biznis komponente u dobavljač podataka, i na taj način odabrati sve attribute koji su nam potrebni.

Na slici 3 prikazan je dobavljač podataka koji grupiše i prikazuje podatke o profesorima i asistentima u zasebnim grupama. Ovaj dobavljač podataka se izvršava nad jednom tabelom. Atribut `osobljeTip` je atribut po kojem se vrši grupisanje. Atributi `osobljeIme` i `osobljePrezime` su atributi koji će biti prikazani za svakog člana nastavnog osoblja. U ovom dobavljaču podataka biće prikazani svi članovi nastavnog osoblja iz razloga što nije naveden nikakav uslov (*conditions*).



Slika 3. Prikaz dobavljača podataka koji prikazuje podatke o nastavnom osoblju

3.4. Tabele

Nakon kreiranja biznis komponenti, *DeKlarit* automatski definiše implementacionu šemu baze podataka neophodnu za podršku tih komponenti. Generalno, nije potrebno da korisnik radi sa implementacionom šemom baze podataka, ali ponekad je neophodno izmeniti je. *DeKlarit* dozvoljava korisniku da izvrši odgovarajuće izmene šeme koje neće uticati na konzistentnost date šeme baze podataka. Prva stvar koju korisnik može da uradi nakon kreiranja tabele u *DeKlarit*-u je da promeni njeno ime. *DeKlarit* dodeljuje podrazumevana imena tabelama koja se propagiraju iz naziva biznis komponenti. Ponekad ova imena nisu dovoljno određena i mogu izazvati konfuziju kod korisnika, pogotovo u slučaju kad je kreiran veći broj tabela.

Za isprojektovanih 15 biznis komponenti u praktičnom delu ovog master rada *DeKlarit* je automatski definisao šemu baze podataka u kojoj se nalaze 32 tabele.

Ono što je još bitno napomenuti u vezi tabela u *DeKlarit*-u, je da *DeKlarit* pored prikaza strukture tabele omogućava i prikaz indeksa tabele. *DeKlarit* automatski definiše sve indekse (primarne i strane ključeve tabela) neophodne za uspešno rukovanje ograničenjima referencijalnog integriteta.

3.5. DeKlarit Business Framework Prototyper

Mada *DeKlarit* nije fokusiran na rešavanje problema vezanih za nivo korisničkog interfejsa aplikacije, *DeKlarit* omogućava korisniku prototipski alat za komunikaciju korisnika sa bazom. *Business Framework Prototyper* je naziv alata – generatora, čija je uloga da na osnovu prethodno isprojektovane baze podataka tj. na osnovu prethodno isprojektovanih biznis komponenti formira aplikaciju koja će uspešno da manipuliše nad podacima iz te baze podataka.

4. KOMPARACIJA SOFTVERSKOG ALATA DEKLARIT SA DRUGIM ALATIMA ISTOG TIPRA

Na tržištu postoji veliki broj komercijalnih, besplatnih i *open source* alata za projektovanje i održavanje baza podataka. Njihov kvalitet kao i njihova korisnost varira, zavisno od firme koja ih razvija i od njihove cene na tržištu. Nakon analiziranja tri softverska alata za projektovanje i održavanje baza podataka, u nastavku teksta će biti izneti rezultati njihovog poređenja. Analizirani su sledeći alati:

- *DeKlarit* – alat u kojem je izmodelovana baza podataka koja je bila tema praktičnog dela rada,
- *Power Designer* – jedan od popularnijih komercijalnih alata za modelovanje baza podataka i

- *SQL Power Architect* – jedan od popularnijih *open source* alata za modelovanje baza podataka.

Kriterijumi po kojima je vršeno poređenje prethodno nabrojanih alata su: vizuelno modelovanje, životni ciklus razvoja baze podataka, baze podataka za koje dati alat ima podršku, kontola verzija i dokumentovanje modela.

Na osnovu opisa osobina i funkcionalnosti alata za modelovanje baza podataka, kao i rezultata njihove komparacije, može se zaključiti da komercijalni alati (*Power Designer* i *DeKlarit*) imaju bolje karakteristike od *open source* rešenja (*SQL Power Architect*). Ukoliko korisnik nije finansijski ograničen, trebalo bi da se opredeli za jedan od dva komercijalna alata izanalizirana u ovom radu.

Kada je reč o *SQL Power Architect*-u kao *open source* rešenju može se reći da pruža sasvim solidne mogućnosti [3]. U slučaju kad je korisnik finansijski ograničen, ovaj alat može da posluži kao solidno rešenje za projektovanje ne prevelikih modela baza podataka. *SQL Power Architect* ima podršku za velik broj SUBP, ima jako dobre mogućnosti dokumentovanja modela, kao i podršku za OLAP (*Online analytical processing*), što ga svrstava u red jednog od kvalitetnijih *open source* alata ovog tipa. Jedan od najvećih nedostataka ovog softverskog alata je što nije pogodan za kreiranje većih modela baza podataka zbog postojanja samo jednog dijagrama unutar projekta, ali, obzirom da je u pitanju *open source* alat, za očekivati je da će taj problem u budućnosti biti rešen.

Kada je reč o prethodno pomenuta dva komercijalna alata za modelovanje baza podataka, treba napomenuti da su to alati dosta visokog kvaliteta. Oba alata podržavaju veliki broj SUBP, pružaju odlične funkcionalnosti koje olakšavaju modelovanje šema baza podataka, poseduju odličan *forward* i *reverse engineering*. Što se tiče kontrola verzija i dokumentovanje modela *Power Designer* je u prednosti u odnosu na *DeKlarit*. Međutim, jedna od prednosti *DeKlarit*-a u odnosu na *Power Designer* (pa i na druge alate istog tipa) je njegova prilagođenost konceptima realnog sistema. To znači, da se koncepti *DeKlarit*-a dosta lako mogu mapirati na koncepte koje korisnici upotrebljavaju u svom poslovanju, kao što su na primer: tip dokumenta, tip izveštaja i slično. Zato se *DeKlarit* u ovom delu pokazuje superiornije u odnosu na druge alate istog tipa, između ostalog i u odnosu na *Power Designer*.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je opisan način projektovanja baza podataka upotrebom softverskog alata *DeKlarit*, kao i komparacija datog alata sa drugim projektantskim alatima istog tipa. Formirana su iskustva o primeni alata *DeKlarit* na osnovu jednog urađenog praktičnog primera. Praktičan primer upotrebe *DeKlarit*-a predstavlja programsko rešenje koje će pružiti operativnu podršku nastavnom procesu i omogućiti nastavnom osoblju da jednostavnije obavlja svoje poslove u vezi realizacije nastave.

Nakon uspešno savladane logike i tehnika upotrebe softverskog alata *DeKlarit* bilo je potrebno isprojektovati konkretnu šemu baze podataka neophodnu za realizaciju nastavnog procesa.

Nakon toga, bilo je potrebno realizovati tu bazu u nekom od SUBP. Konkretna realizacija ove baze podataka izvršena je u *Microsoft SQL Server 2005* SUBP. Sledeći zadatak u ovom radu bio je generisanje aplikacije koja će pružiti operativnu podršku nastavnom procesu. *DeKlarit* na vrlo jednostavan način (potrebno je samo podesiti odgovarajuće parametre) generiše aplikaciju dosta dobrog kvaliteta. Aplikacija koju generiše *DeKlarit* je pristupačnog interfejsa, kao i solidne funkcionalnosti koja omogućava uspešan rad korisniku. Pored toga što je pregledna, aplikacija omogućava relativno jednostavnu manipulaciju nad podacima baze podataka, kao i generisanje dobro struktuiranih i upotrebljivih izveštaja.

Na osnovu projektovanja i realizacije baze podataka, kao i generisanja aplikacije za datu bazu, mogla se stvoriti realna slika kvaliteta alata u kojem smo prethodno pomenuto realizovali (*DeKlarit*). Na osnovu tih činjenica realizovan je i četvrti zadatak ovog rada, u kojem je bilo potrebno izvršiti poređenje alata *DeKlarit* sa drugim projektantskim alatima za modelovanje i realizaciju baza podataka (*Power Designer* i *SQL Power Architect*).

DeKlarit je generalno jedno dosta kvalitetno rešenje za modelovanje šema baza podataka, kao i realizaciju konkretnih baza podataka. Međutim, ovaj alat ima i svojih mana i nedostataka koji ga ograničavaju u nekoj masovnijoj primeni. Jedan od nedostataka alata *DeKlarit* je njegova vezanost isključivo za *Microsoft Visual Studio* platformu. Sigurno da bi primena alata *DeKlarit* bila znatno masovnija ukoliko bi se dati alat mogao implementirati u pojedina razvojna okruženja koja su bazirana na *Java* tehnologiji, te bi to mogao biti jedan od pravaca kojim bi trebalo da ide dalji razvoj alata *DeKlarit*.

Takođe, jedan od daljih pravaca razvoja ovog rada bi mogao biti i analiza mogućnosti primene alata *DeKlarit* u komercijalnim projektima, u ambijentu nekog od konkretnih okruženja za razvoj komercijalnog softvera.

6. LITERATURA

- [1] Thomas M. Connolly, Carolyn E. Begg, Database Systems, Third Edition, Addisonwesley, 2002.
- [2] Deklarit White Papers, 2010., http://www.deklarit.com/pdf/DeKlaritWhitePaper_4.0.pdf
- [3] Marko Likić, Pregled alata za projektovanje baza podataka, FTN, Novi Sad, 2010.

ZAHVALNICA

Autor zahvaljuje mentoru, profesoru dr Ivanu Lukoviću, na pruženoj pomoći prilikom izrade rada.

Kratka biografija:



Goran Murić rođen je 1984. godine u Sisku. Apsolvent je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, departman za Računarstvo i automatiku, smer za primenjene računarske nauke i informatiku.

MERNO-UPRAVLJAČKI SISTEM ZA PULSNU OKSIMETRIJU NA BAZI PIC MIKROKONTROLERA**MEASURING AND CONTROL SYSTEM FOR PULSE OXIMETRY BASED ON PIC MICROCONTROLLER**

Željko Beljić, Nemanja Gazivoda, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su prikazane osnove pulsne oksimetrije, opis hardvera korišćenog u realizaciji projekta, kao i osnovne crte napisanog firmvera (algoritam). Najveći akcenat rada jeste na samoj realizaciji mernog sistema.

Abstract – Basic principles of pulse oximetry are shown in this paper along with hardware review and basic firmware information (algorithm). We have focused on the measurement system realisation.

Ključne reči: Mikrokontroler, simulacija, mikroC PRO For PIC, BigPIC5, merni sistem, pulsna oksimetrija

1. UVOD

Rad na temu “MERNO-UPRAVLJAČKI SISTEM ZA PULSNU OKSIMETRIJU NA BAZI PIC MIKROKONTROLERA” predstavlja završno poglavlje našeg studentskog, istraživačko-eksperimentalnog projekta, vezanog za primenu mikroprocesorskih (mikrokontrolerskih) sistema u medicinskoj instrumentaciji. Kroz naredna poglavlja ovog rada nastojaćemo da prikazemo ideju projekta (projektni zadatak), kao i detaljan pregled materijala, opreme, metoda i postupaka zaslužnih za uspešnu realizaciju projektnog zadatka. U prvom delu, biće reči o pulsnoj oksimetriji, kao metodi merenja oksigenisanosti krvi (zasićenosti krvi kiseonikom). Kratak istorijski pregled pružiće osvrt na prve korake u ovoj oblasti, zatim, biće reči i o fizičkim principima na kojima počiva čitava metoda. Preostala poglavlja obuhvataju opis korišćenog hardvera, realizovani softver tj. firmver, kao i postignute rezultate.

2. PULSNA OKSIMETRIJA

Po pitanju ljudske fiziologije, kiseonik se može predstaviti kao ekvivalent života. Funkcionisanje svake ćelije u ljudskom organizmu zavisi od ovog vitalnog gasa. Prema tome, nivo kiseonika u krvi je značajan pokazatelj zdravlja osobe. I to je u suštini ono što pulsna oksimetrija nastoji da kvantifikuje.

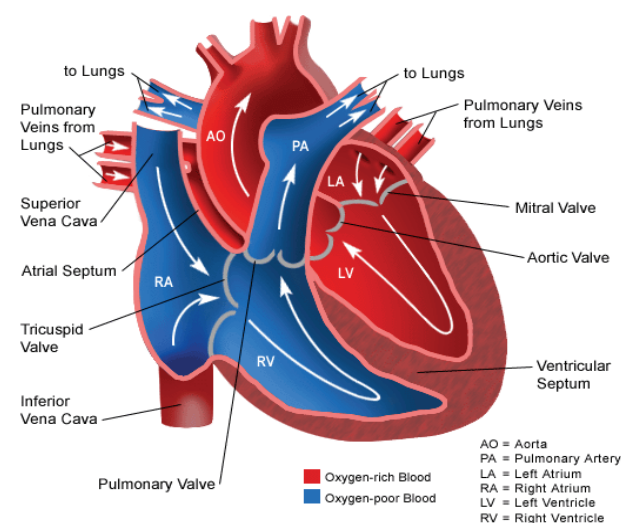
2.1. Fiziologija cirkulacije kiseonika

Ljudsko srce je u suštini pumpa koja uspostavlja gradijente pritiska, kako bi protok krvi kroz krvne sudove bio moguć.

Na slici broj 1, lako se može uočiti da se srce može posmatrati preko dve polovine (podeljene intraventrikularnim septumom) koje su izdvojene na četiri komore. Gornje komore prihvataju krv koja ulazi u srce i prenose je u niže komore. Desna polovina srca prihvata i pumpa dezoksigenisanu krv, dok leva polovina prihvata i pumpa oksigenisanu krv [1].

2.2. Istorijski pregled

Oksimetrijska merenja datiraju još od ranih 1930-tih, kada su nemački istraživači koristili spektrofotometre prilikom istraživanja na polju transmisije svetlosti kroz ljudsku kožu. 1934, jedan istraživač je objavio rad vezan za merenje zasićenosti krvi kiseonikom u zatvorenim krvnim sudovima životinja.



Slika 1 Prikaz anatomije ljudskog srca s obzirom na protok krvi

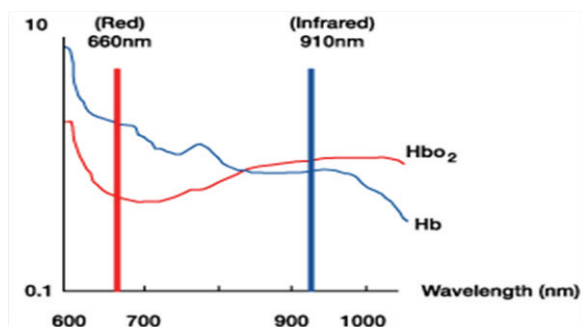
Od godine 1939-te, kada su nemački istraživači objavili rad o korišćenju “ušnog merila kiseonika”, pa sve do Drugog svetskog rata vladalo je zatišje na polju oksimetrije, kada se javlja potreba za evaluacijom oksigenisanosti kod pilota koji su leteli na velikim visinama. Primena u avijaciji, dovela je do ekspanzije pulsne oksimetrije, a najveću ulogu u njenom razvoju imali su britanski istraživači. U drugoj polovini dvadesetog veka Japan i SAD preuzimaju vodeću ulogu na polju pulsne oksimetrije. Tokom kasnih 1990-ih i kroz narednu dekadu, predstavljeni su pulsni oksimetri “nove generacije” koji su podigli tačnost očitavanja pulsni oksimetara na znatno viši nivo.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Zoran Mitrović, vanred.prof.

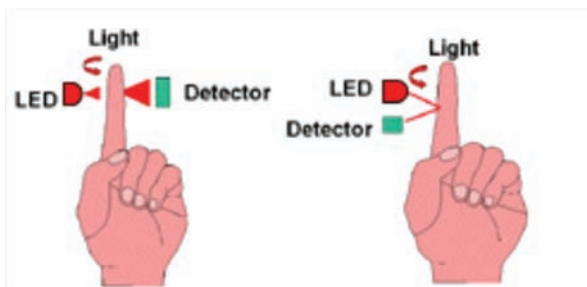
2.3. Principi tehnologije pulsne oksimetrije

Osnovni princip pulsne oksimetrije zasniva se na karakteristikama oksigenisanog i dezoksigenisanog hemoglobina, da apsorbuje svetlost crvenog ili infracrvenog dela spektra. Oksigenisani hemoglobin apsorbuje više infracrvene svetlosti, dok crvenu u većoj meri propušta. Dezoksigenisani hemoglobin apsorbuje više crvene svetlosti, a infracrvenu propušta. Crvena svetlost se nalazi u opsegu talasnih dužina od 600 nm do 750 nm, a infracrvena zauzima deo spektra sa talasnim dužinama između 850 nm i 1000 nm. Postoje dva načina slanja svetlosti kroz merno mesto: transmisija (prosvetljavanje) i refleksija. Prilikom transmisione metode, izvor svetlosti i fotodetektor su nasuprot jedan drugom, a između njih nalazi se merno mesto. Kod refleksione metode, izvor svetlosti i fotodetektor nalaze se jedan do drugog pri vrhu mernog mesta.



Slika 2 Različiti koeficijenti apsorpcije crvene i infracrvene svetlosti za Hb i HbO₂

Pošto emitovani crveni (R) i infracrveni (IR) signali prođu kroz merno mesto i budu primljeni od strane fotodetektora, odnos R/IR se računa. Odnos R/IR se poredi sa "look-up" tabelom (sačinjenom od empirijskih formula) koja pretvara ovaj odnos u SpO₂ vrednost.



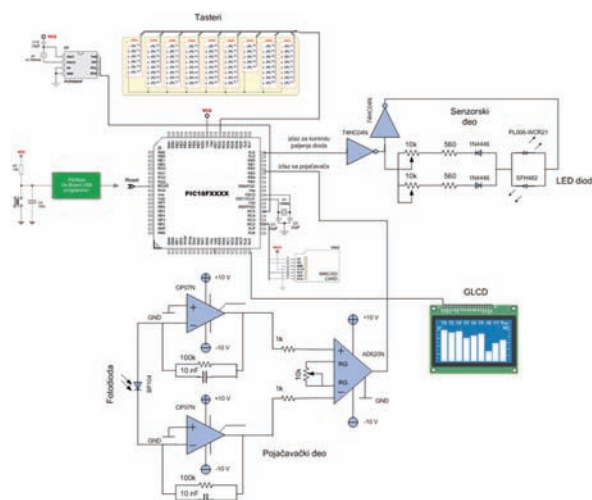
Slika 3 Transmisija vs refleksija

Tipično R/IR odnos od 0.5 odgovara približno 100 % SpO₂, odnos od 1.0 odgovara približno 82 %, dok odnos od 2.0 odgovara 0 % SpO₂. [2]

3. STRUKTURA HARDVERA

Hardver, koji ulazi u sastav merila (pulsnog oksimetra), sastoji se iz dve osnovne celine:

- Senzorsko-pojačavački deo;
- Deo za upravljanje i obradu podataka.



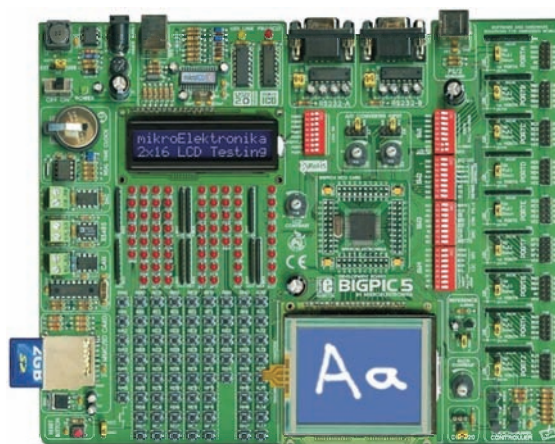
Slika 4 Idealizovana šema mernog sistema.

3.1. Senzorsko-pojačavački deo

Ovaj deo sastoji se iz (uslovno rečeno) dva dela: dela zaduženog za pobudu i dela koji je zadužen za prijem i pojačanje svetlosnog signala. Kolo za pobudu sastoji se od dve LED diode (infra crvene i crvene), koje su različito polarisane, i hex invertora koji omogućuje kontrolu rada LED-ovki pomoću jednog signala sa mikrokontrolera. Za prijem koristi se fotodioda, koja pristiglu svetlost pretvara u strujni signal malog intenziteta. Ovaj signal se dalje filtrira (kola sa operacionim pojačavačima OP07) i pojačava više puta pomoću instrumentacionog pojačavača INA114AP. Na slici 4 dat je idealizovan, šematski prikaz mernog sistema.

3.2. Razvojni sistem: BigPIC5

Razvojni sistem BigPIC5 predstavlja veoma dobar alat za programiranje gotovo svih Microchip-ovih PIC 64-pinskih ili 80-pinskih mikrokontrolera. Pruža velike mogućnosti kako studentima tako i inženjerima, da s lakoćom isprobaju i istraže mogućnosti PIC mikrokontrolera. Kao dodatna opcija, omogućeno je povezivanje PIC mikrokontrolera sa eksternim kolima i perifernim uređajima. Korisnik se može u najvećoj meri posvetiti razvoju softvera. Naredna slika (Slika 5) daje prikaz razvojnog sistema BigPIC5.



Slika 5 Razvojni sistem BigPIC5

Kao što se sa slike može i videti, pored svake komponente na ploči postoje identifikacione oznake, kako sa gornje tako i sa donje strane. Ove oznake daju opis načina povezivanja sa mikrokontrolerom, radnih modova i takođe pružaju dodatne korisne informacije. Pošto se sve relevantne informacije mogu naći na samoj ploči, gotovo da ne postoji potreba za dodatnim šemama. Prilikom realizacije projektnog zadatka, korišćeni su sledeći moduli razvojnog sistema:

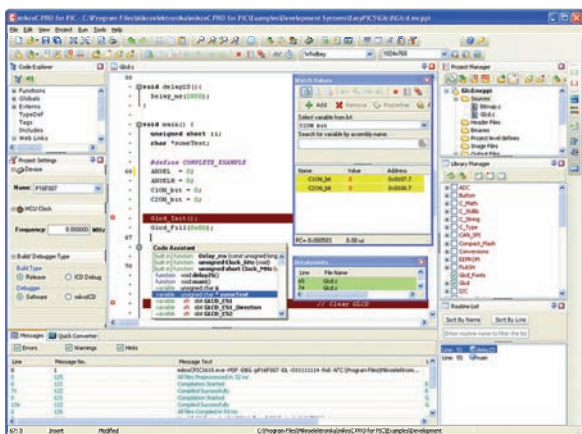
- 1) MCU (PIC18F8520)
 - 2) AD konvertor
 - 3) MMC/SD memorijski modul
 - 4) GLCD modul (grafički displej)
 - 5) RTC modul (real time clock)
- [3]

4. REALIZACIJA SOFTVERA (FIRMVERA)

U ovom poglavlju biće reči o razvojnem okruženju u kom je firmver pisan, dosta pažnje biće posvećeno planiranju i pisanju firmvera, problemima prilikom realizacije, kao i algoritmima gotovog koda.

4.1. mikroC PRO for PIC

Razvojno okruženje "mikroC PRO for PIC" je moćan, opcijama bogat razvojni alat za PIC mikrokontrolere. Dizajniran je tako da omogući programeru najlakši mogući put ka razvoju aplikacija za ugrađene (embedded) sisteme, bez pravljenja kompromisa na štetu performansi ili kontrole nad sistemom. Slika 6 daje prikaz razvojnog okruženja, sa nekim od brojnih opcija.



Slika 6 mikroC PRO editor

PIC i C su savršena kombinacija: PIC je najpopularniji 8-bitni čip u svetu, svoju primenu našao je u brojnim rešenjima, a C, kojem se odaje priznanje zbog svoje efikasnosti, logičan je izbor za razvoj ugrađenih (embedded) sistema. Razvojno okruženje "mikroC PRO for PIC" obezbeđuje uspesno slaganje visoko naprednih IDE (integrated development environment), ANSI kompatibilan kompajler, širok skup hardverskih biblioteka, sveobuhvatnu dokumentaciju, kao i mnoštvo već gotovih primera.

[4]

4.2. Razvoj firmvera

Da bi se bolje razumela generalna ideja po kojoj je firmver realizovan potrebno je, na kratko, osvrnuti se na projektni zadatak; U osnovi, zahtevi projekta su sledeći:

- 1) Sistem treba da meri nivo SpO2 (saturaciju kiseonika) i PR (puls).

- 2) Prikaz rezultata na GLCD-u u dve forme (izbor pomoću dva tastera):

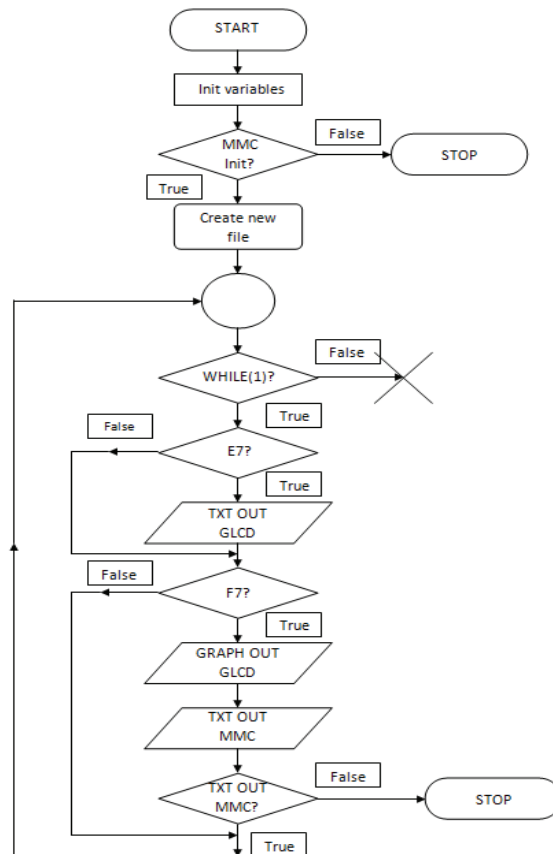
- a. Tekstualni prikaz SpO2 i PR;
- b. Grafički prikaz (talasni oblik), u realnom vremenu.

- 3) Rezultati merenja SpO2 se smeštaju na MMC karticu u tekstualni fajl.

- 4) Fajl treba da sadrži podatke o tačnom datumu i vremenu početka merenja.

Spram projektnih zahteva, pisanje firmvera odvijalo se u etapama. Da bi merni sistem funkcionisao potrebno je napisati delove koda koji će upravljati radom određenih hardverskih modula (GLCD, MMC, RTC i A/D konvertor). U skladu s tim, prvi korak podrazumevao je pisanje zasebnih softverskih modula za rad sa pomenutim delovima hardvera. Posle izrade zasebnih modula, za svaki navedeni deo hardvera, došli smo na ideju da se okušamo sa integrisanjem pojedinačnih modula koda u nešto kompleksnije celine. Na taj način sjedinili smo kod koji upravlja radom GLCD-a sa kodom koji vrši A/D konverziju, na jednoj strani, a na drugoj strani pokušali smo objediniti kodove za rad sa RTC-om i pisanje u memorijsku karticu (MMC).

Do ovog dela sve je manje-više teklo po planu. Prvi problemi u pisanju programa nastali su prilikom pokušaja integracije delova za rad sa RTC-om i delom za upis u MMC. Ovaj problem odneo je dosta radnog vremena, ali je na posletku rešen veoma elegantno, prostom raspodelom resursa mikrokontrolera.



Slika 7 Algoritam softverskog koda

Za sam kraj razvoja firmvera ostalo je integrisanje dve, potpuno funkcionalne softverske celine (RTC+MMC i GLCD+A/D konvertor) u jedinstveni programski kod. Naizgled lak posao, uzeo je dosta sati planiranja i bezuspešnih pokušaja.

Problem, u vezi sa konfliktom prilikom komunikacije preko I2C i SPI interfejsa ponovo se vratio u igru. Ovaj put smo unapred znali, na koji način je moguće problem rešiti, ono što je tog momenta stajalo na putu jeste, sve više rastuća kompleksnost čitavog koda. Međutim samo je bilo pitanje vremena, da se stvari postave na svoje mesto i da se na kraju dobije funkcionalna softverska celina, koja u potpunosti odgovara zahtevima projektnog zadatka.

5. ZAKLJUČAK

Radeći na polju pulsne oksimetrije, spoznali smo potpuno novu oblast primene mikroprocesorskih mernih sistema. Od samog početka projekta, tema nam se činila krajnje interesantnom i u neku ruku izazovnom, prvenstveno jer se bavi primenom elektrotehnike u oblasti medicine, konkretno medicinskom instrumentacijom.

Rad na ovom projektu doveo nas je do zaključka, da oblast pulsne oksimetrije predstavlja plodno tlo za dalji, kako tehnički razvoj, tako i naučno-istraživački rad. Imajući to u vidu javila nam se ideja da nastavimo rad u istom smeru i kroz predstojeću Master tezu.

6. ZAHVALNOST

Na posletku bi se zahvalili svima, onima koji su, na bilo koji način pomogli realizaciju ovog projekta. Najveću zahvalnost dugujemo predmetnom asistentu Platonu Sovilju, za nesebičnu pomoć, upute i smernice, te mu se ovom prilikom, i u to ime zahvaljujemo.

6. LITERATURA

- [1] Oximetry.org ,
<http://www.oximetry.org/pulseox/history.htm>
- [2] John W. Severinghaus, MD, and Yoshiyuki Honda, MD: *HISTORY OF BLOOD GAS ANALYSIS. VII. PULSE OXIMETRY* "[History of Pulse Oximetry](#)"
- [3] Mikroelektronika, *BigPIC5 User's Manual*,
<http://www.mikroe.com/>
- [4] Mikroelektronika, *PICFlash User Manual*,
<http://www.mikroe.com/>

Kratka biografija:

Željko Beljić rođen je u Šapcu 1986. Srednju tehničku školu u Šapcu završio je 2005. Od školske 2005/06 student je Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

Nemanja Gazivoda rođen je u Bačkoj Topoli 1986. Opštu gimnaziju je završio u Bačkoj Topoli 2005. Od školske 2005/06 student je fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

RAZVOJ SOFTVERSKOG ALATA ZA ODRŽAVANJE CIM MODELA DEFINISANOG U ENTERPRISE ARCHITECT-U

DEVELOPMENT OF THE SOFTWARE TOOL FOR MAINTENANCE OF CIM MODEL DEFINED IN ENTERPRISE ARCHITECT

Darko Kasalica, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazana specifikacija i implementacija softverskog alata za održavanje CIM modela definisanog u Enterprise Architect-u. Za implementaciju alata korišćen je C# programski jezik. Za potrebe skladištenja CIM modela korišćena je MS SQL baza podataka.

Abstract – This paper presents a specification and implementation of application tool for maintenance of CIM model defined in Enterprise Architect. The tool is implemented in C# programming language. For storing CIM model MS SQL database is used.

Ključne reči: CIM (Common Information Model), Enterprise Architect, RDFS (Resource Description Framework Schema), Baza podataka

1. UVOD

Danas na tržištu postoji veliki broj elektroenergetskih kompanija koje koriste različite softverske sisteme. Integracija tih sistema i razmena podataka između dva ili više sistema je bila veoma otežana, jer je svaka kompanija koristila svoj nestandardni model podataka i način njegovog skladištenja. Zbog navedenog problema je razvijeno više različitih modela podataka za elektroenergetske sisteme od kojih je najviše uspeha imao CIM (**Common Information Model**) [1].

CIM model prati razvoj organizacije i vremenom se menja, pa ga je potrebno čuvati sa svim izmenama koje su nad njim izvršene. Da bi se lakše upravljalo različitim verzijama CIM modela, potrebno ih je čuvati u određenom formatu. Jedan od najprikladnijih načina jeste relaciona baza podataka. Softverski alat koji je realizovan u radu, pored manipulacije CIM podacima, omogućava čuvanje CIM modela različitih verzija i generisanje CIM modela/profila u RDFS (**Resource Description Framework Schema**) formatu podataka, tj. formatu podataka koji je zgodan za razmenu između aplikacija.

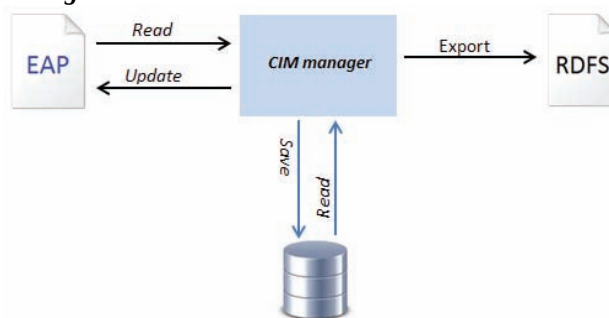
2. PRIKAZ REALIZOVANOG CIM SOFTVERSKOG ALATA

Aplikacija **CIM manager**, realizovana u radu, predstavlja alat za: čuvanje, manipulaciju, i generisanje CIM modela i CIM profila. CIM model se iz EAP (**Enterprise Architect Project**) fajla transformiše i čuva u relacionoj bazi podataka (**Microsoft SQL**). Aplikacija je

realizovana u programskom jeziku C# kao GUI aplikacija pod **Microsoft Visual Studio 2008** okruženjem.

Aplikacija **CIM manager** omogućava učitavanje CIM modela/profila definisanog u EAP fajlu. Učitani fajl se transformiše u objektni model koji se zatim čuva u bazi podataka. Objektni model je moguće menjati i sve izmene koje se obave nad modelom se mogu sačuvati u bazi. Aplikacija omogućava čitanje modela/profila iz baze i njegov eksport u RDFS fajl. Jedna od korisnih funkcija jeste sinhronizacija objektnog modela iz baze i modela definisanog u EAP fajlu.

Na slici 1 data je uprošćena arhitektura aplikacije **CIM manager**.



Slika 1. Uprošćena arhitektura aplikacije **CIM manager**

2.1. Model podataka realizovanog softverskog alata

Jedan od zadataka ovog rada jeste omogućavanje praćenja verzija CIM modela/profila. Na slici 2 je dat konceptualni model šeme baze, korišćene za praćenje verzija CIM modela/profila.

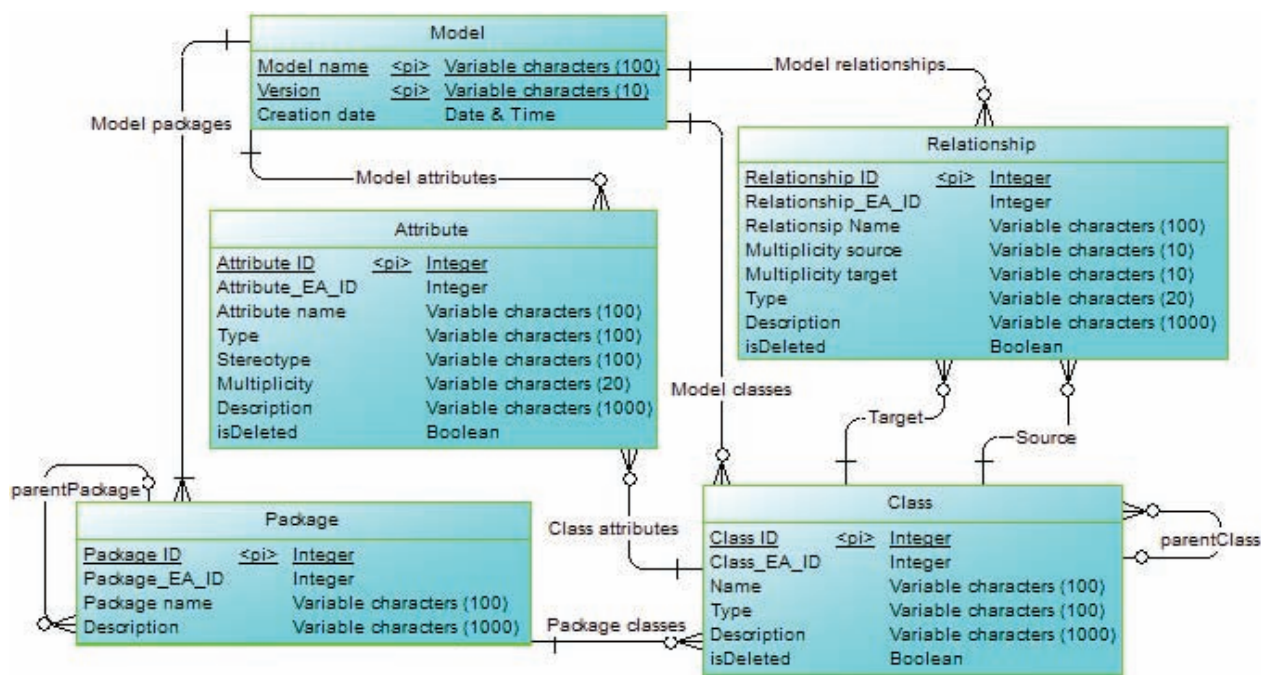
Model predstavlja CIM model ili profil koji je opisan imenom (**Model name**), njegovom verzijom (**Version**) i datumom kada je kreiran (**Creation date**). Pošto se u bazi čuvaju modeli i profili, ono što omogućava da se međusobno pravi razlika između njih jeste ime.

Svaki model može da sadrži više paketa (**Package**). Svaki paket ima: svoj jedinstveni identifikator (**Package ID**), identifikator nadređenog paketa (**parentPackage**), identifikator koji ga jedinstveno opisuje u **Enterprise Architect-u** (**Package_EA_ID**), ime paketa (**Package name**) i opis (**Description**).

Svaki paket može sadržati više klasa (**Class**). Svaka klasa je opisana: jedinstvenim identifikatorom (**Class ID**), identifikatorom koji je jedinstveno opisuje u **Enterprise Architect-u** (**Class_EA_ID**), identifikatorom klase koju nasleđuje (**parentClass**), imenom klase (**Name**), tipom klase (**Type**) i njenim opisom (**Description**).

NAPOMENA:

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



Slika 2. Konceptualni model baze u koju se čuvaju CIM modeli/profili

Svaka klasa može sadržati više atributa (**Attribute**) kao i veze (**Relationship**) sa drugim klasama.

Svaki atribut je opisan sa: jedinstvenim identifikatorom (**Attribute ID**), identifikatorom koji ga jedinstveno opisuje u *Enterprise Architect*-u (**Attribute_EA_ID**), imenom (**Name**), tipom (**Type**), stereotipom (**Stereotype**), kardinalitetom (**Multiplicity**) i opisom (**Description**).

Svaka relacija između klasa je opisana: jedinstvenim identifikatorom (**Relationship ID**), identifikatorom koji je jedinstveno opisuje u *Enterprise Architect*-u (**Relationship_EA_ID**), imenom (**Name**), kardinalitetom klase od koje veza počinje (**Multiplicity source**), kardinalitetom klase na kojoj se veza završava (**Multiplicity target**), tipom veze (**Type**) i opisom (**Description**).

Ono što se može primetiti jeste da je **Model** povezan sa svim ostalim entitetima (**Package**, **Class**, **Attribute**, **Relationship**).

Ta veza je modelovana sa ciljem postizanja većih performansi upita, jer se s vremenom povećava broj modela i profila koji se smeštaju u bazu. Na osnovu imena modela i njegove verzije lako se mogu dobiti podaci iz ostalih tabela, jer svaki red u tabeli sadrži informaciju kom modelu pripada.

Atribut **isDeleted** u tabelama: **Class**, **Attribute** i **Relationship** predstavlja identifikator da je neka klasa, atribut ili relacija obrisana iz aplikacije. Ukoliko je vrednost atributa **isDeleted true**, znači da je atribut obrisana iz aplikacije. Ta informacija je potrebna prilikom povezivanja CIM modela iz baze i modela definisanog u EAP fajlu. O tome će više reći biti u poglavlju 2.7

2.2. Objektni model CIM modela prethodno učitano iz EAP fajla

Da bi se omogućilo jednostavno manipulisanje CIM modelom koji se učitava iz EAP fajla, potrebna je njegova transformacija u objektni model. Klasa koja transformiše učitani model, u objektni model jeste **ReadTransformCIM**.

Samo učitavanje EAP modela je jednostavno. Potrebno je instancirati **RepositoryClass** klasu **Interop.EA** API-ja, u okviru **ReadTransformCIM** klase, pozvati metodu **openFile** čiji je jedini argument putanja do EAP fajla i model će biti učitao u memoriju. Kada je klasa instancirana moguće je pristupiti bilo kojem elementu modela programski.

Klasa **ReadTransformCIM** učitava EAP fajl, i na osnovu isčitanih elementa dodeljuje vrednosti atributima objektnog modela generisanog od strane **Microsoft Visual Studio 2008** okruženja. Potrebno je instancirati **CIM_ModelDataContext** klasu koja nasleđuje **DataContext** klasu.

DataContext klasa je izvor za sve entitete koji su mapirani preko konekcije sa bazom. Ona prati promene koje su napravljene nad svim preuzetim entitetima i održava "identitet keša" (**identity cache**) koji garantuje da su entiteti koji su preuzeti više od jednog puta predstavljeni istom instancom objekta. U principu **DataContext** instanca je dizajnirana da traje za samo jednu "jedinicu rada". **DataContext** je jednostavna i nije skupa za kreiranje. Aplikacija kreira **DataContext** instance na nivou funkcije ili kao članove klase koje kratko žive, predstavljajući tako logički skup povezanih operacija baze podataka [2].

Klase: **Model**, **Package**, **Class**, **Attribute**, **Relationship** su automatski izgenerisane. Svaku je potrebno posebno instancirati u zavisnosti koliko EAP fajl sadrži paketa, koliko svaki paket sadrži klasa, klasa atributa i relacija sa drugim klasama. Nakon instanciranja, atributima kreiranih instanci potrebno je dodeliti vrednosti.

2.3. Čuvanje učitano modela

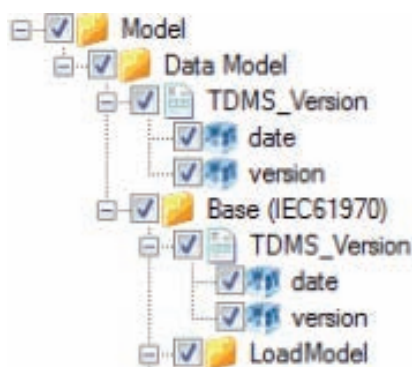
Kada je model učitao u memoriju i kada je formiran objektni model, vrlo je jednostavno sačuvati ga u bazu. Klasa koja je zadužena za čuvanje modela u bazi je **StoreModel**. Konstruktoru ove klase je potrebno proslediti instancu **CIM_ModelDataContext** klase i instancu **Model** klase.

2.4. Brisanje i čitanje modela/profila iz baze

Sačuvani CIM model/profil je moguće obrisati ili učitati iz baze na zahtev korisnika. Klasa **ReadOrRemoveModel** poseduje dve metode: **getModel()** i **removeModel()**. Prva metoda čita model iz baze, dok ga druga briše. Kao argumenti i jedne i druge metode navode se ime i verzija modela.

2.5. Prikaz učitanoog CIM modela/profila

Da bi sa modelom/profilom moglo nesmetano da se radi, potrebna je vizuelna reprezentacija onoga što se nalazi u bazi. Na slici 3 je dat prikaz dela CIM modela iz baze. Za prikaz je implementirana klasa **CIMTreeView**. Ona nasleđuje klasu **TreeView**, koja predstavlja standardnu klasu **Windows Forms** aplikacija. **TreeView** prikazuje elemente kao hijerarhijsko stablo. Svaki element opisuje **TreeNode** klasu. Elementi koji su predstavljeni kao **TreeNode** su: paketi, klase, atributi i veze. Metoda **addModelToTree()** je zadužena za prikazivanje modela u vidu stabla. Kao argument metode navodi se instanca **Model** klase.



Slika 3. Vizuelna reprezentacija dela CIM modela iz relacione baze podataka

2.6. Dodavanje, izmena i brisanje čvorova stabla

Dodavanje predstavlja jednu od operacija koja može da se obavi nad stablom. Moguće je dodati: klasu, atribut ili vezu (relaciju) između dve klase.

Prilikom dodavanja klase, instancira se objekat klase **Class**, u čiji sastav ulaze vrednosti unesene sa forme. Zatim se poziva funkcija **addClassNode** (klasa **CIMTreeView**), koja novu klasu dodaje u stablo, kao i u objektni model. Prilikom dodavanja klase u stablo potrebno je funkciji proslediti trenutno selektovani čvor, koji ujedno predstavlja pretka za klasu, tj. paket u koji će klasa biti dodata.

Prilikom dodavanja atributa, instancira se objekat klase **Attribute**, u čiji sastav ulaze vrednosti unesene sa forme. Poziv funkcije **addAttributeNode** (klasa **CIMTreeView**), dodaje atribut u stablo i u objektni model. Funkcija **addAttributeNode** prima kao parametar instancu klase **Attribute** kao i trenutno selektovani čvor, koji predstavlja klasu u koju će se dodati atribut.

Prilikom dodavanja veze, instancira se objekat klase **Relationship**, u čiji sastav ulaze vrednosti unesene sa forme. Poziv funkcije **addRelationship** (klasa **CIMTreeView**), obavlja dodavanje čvora (koji predstavlja vezu) u stablo kao i u objektni model. Čvor, koji reprezentuje vezu u stablu, se dodaje na dva mesta kao dete čvora koji predstavlja **source** klasu i kao dete čvora koji predstavlja **target** klasu.

Izmena predstavlja operaciju koju je moguće obaviti nad čvorovima stabla. Funkcije koje obavljaju izmenu čvorova su **updateClassNode**, **updateAttributeNode** i **updateRelationshipNode**. Kao parametri funkcija prosleđuju se objekti klase koji reprezentuju dati čvor, kao i selektovani čvor, tj. čvor nad kojim se obavljaju izmene. Kao rezultat ovih funkcija, vrše se izmene u stablu, kao i izmene u objektnom modelu.

Brisanje je još jedna operacija koja je podržana u ovoj aplikaciji.

Brisanje atributa se obavlja funkcijom **removeAttributeNode**. Kao rezultat izvršenja funkcije briše se atribut iz stabla, a u objektnom modelu se označava kao obrisani, tj. vrednost atributa **isDeleted** se postavlja na **true** (poglavlje 2.1).

Brisanje veze između dve klase se obavlja funkcijom **removeRelationshipNode**. Kao rezultat izvršenja funkcije, briše se veza između dve klase iz stabla, a u objektnom modelu se označava kao obrisani, tj. vrednost atributa **isDeleted** se postavlja na **true**.

Brisanje klase je nešto složenije. Ukoliko korisnik obriše izabranu klasu iz stabla, potrebno je obrisati i svu decu čvora koji reprezentuje klasu (atribute i relacije). Metoda zadužena za brisanje čvora koji predstavlja klasu u stablu je **removeClassNode**. Ukoliko se obriše klasa koja je roditelj nekoj od klase u objektnom modelu, tada je potrebno anulirati sve attribute klase iz modela koji predstavljaju ime roditeljske klase.

2.7. Sinhronizacija modela iz baze i modela definisanog u EAP fajlu

Klasa zadužena za sinhronizaciju modela iz baze i modela definisanog u EAP fajlu je **UpdateEAP**.

Kao jedini parametar funkcije **updateEAP** prosleđuje se **Model**, tj. objektni model koji će se mapirati na relacionu bazu (poglavlje 2.2). Prolaskom kroz klase modela dobija se ID klase koji se upoređuje sa ID-em u EAP fajlu. Ukoliko se pronađe klasa sa traženim ID-om, znači da ona već postoji u njemu i rade se samo izmene atributa klase koje su izvršene u aplikaciji, a nisu u EAP fajlu. Ukoliko se ne pronađe tražena klasa, to znači da ne postoji i da je treba dodati u EAP fajl. Slična je situacija i za attribute i relacije između klase.

Ono što se takođe proverava jeste da li je vrednost atributa **isDeleted** **true**. Ako jeste, znači da je data klasa, atribut ili relacija obrisana iz aplikacije, pa je treba obrisati i iz EAP fajla. Ovo predstavlja jednostavan način da se utvrdi koja je klasa, atribut ili relacija obrisana iz aplikacije. Ukoliko u bazi ne bi postojao atribut **isDeleted**, ne bi imali informaciju o tome koja klasa, atribut, ili relacija je obrisana. Jedini način da se to proverí jeste da se prolazi kroz sve elemente EAP fajla i da se na osnovu njihovog ID pronalaze odgovarajući elementi u modelu iz baze. Ukoliko se dati elemenat ne pronađe u modelu iz baze, to bi značilo da je on obrisani iz aplikacije. Međutim to je vremenski zahtevniji proces i usvojeno rešenje predstavlja jednostavniju varijantu. Nakon svakog povezivanja sa EAP fajlom, svaka klasa, atribut i relacija čija je vrednost **isDelete** atributa **true**, se briše iz baze podataka. Pošto elementi, koji su dodati iz aplikacije, u bazi ne poseduju ID iz EAP-a, prilikom povezivanja sa EAP fajlom, svaki takav element dobija svoj EAP ID i takve izmene se evidentiraju u bazi.

2.8. Eksport CIM objektnog modela u RDFS fajl

CIM model je u memoriji predstavljen kao objektni model i kao takav je pogodan za manipulaciju unutar aplikacije. Lako se vizuelno može predstaviti kao stablo, o čemu je ranije bilo reči. Za razmenu podataka preko mreže pogodno je prebaciti podatke u format pogodan za brz i jednostavan prenos podataka, koji je ujedno čitljiv i za ljude i aplikacija. Zbog toga je potrebno izvršiti eksport podataka iz objektnog modela CIM modela u tekstualnu formu, odnosno u **RDF Schema** (RDFS) format.

Aplikacije sa internom ili eksternom podrškom za CIM mogu izvršiti učitavanje podataka iz CIM XML dokumenta. Zavisno od implementacije CIM-a, u aplikacijama sa internom podrškom za CIM učitace se samo podaci koji opisuju objekte klasa podržanih konkretnom implementacijom. Aplikacije koje imaju eksternu podršku za CIM pri učitavanju podataka moraju izvršiti konverziju podataka u svoj interni model.

Klasa koja je zadužena za eksport CIM objektnog modela u RDFS format je **CreateRDFS**. Proces eksporta je dat pseudokodom prikazanom u listingu 1.

Listing 1. Pseudokod generisanja (eksporta) CIM objektnog modela u RDFS format

```
List<Entity> entities = GetCheckedEntities();
foreach (Entity e in entities)
{
    WriteToFile(e.ToRDF());
    SEQUENCE attributes= GetCheckedAttributes(e);
    foreach (Attribute attr in attributes)
        WriteToFile(attr.ToRDF());
}
```

Za svaki element u CIM-u preuzima se skup njegovih atributa [3]. Po RDF-u, svaki element predstavlja resurs i opisan je atributima i njihovim vrednostima. Zato se svaki objekat u CIM-u eksportuje u poseban XML element, a njegovi atributi u njegove podelemente u XML dokumentu.

Po prethodnom algoritmu svi podaci koji su prethodno označeni (**checked**) će biti eksportovani u RDFS format. Označavanje se vrši na nivou atributa. Na taj način za potrebe određenih aplikacija može se izvršiti eksport samo neophodnih atributa za odabrane klase. Ovako dobijen RDFS dokument sadrži sve potrebne podatke, uz minimalnu veličinu dokumenta, čime se ubrzava prenos dokumenta preko mreže i učitavanje podataka od strane aplikacije.

3. PERFORMANSE REALIZOVANOG SOFTVERSKOG ALATA

Za opisane funkcionalnosti veoma važan aspekt predstavlja i vreme potrebno za izvršenje operacija softverskog alata. Tabela 2. opisuje performanse softverskog alata za operacije koje iziskuju najviše vremena.

Tabela 2. Prikaz performansi softverskog alata

Broj klasa	Broj atributa	Vreme izvršavanja izraženo u sekundama
497	1568	~84
157	291	~36
125	281	~25
95	237	~22
62	187	~20
36	37	~15

Tabela prikazuje vreme potrebno za učitavanje (iz EAP fajla) i smeštanje CIM modela/profila u relacionu bazu podataka. Pri razmatranju se vodilo računa o broju klasa i atributa klasa definisanih u izvornom EAP fajlu.

4. ZAKLJUČAK

Aplikacija **CIM manager** ima višestruku upotrebu. Njenom realizacijom omogućeno je čuvanje CIM modela/profila u relacionoj bazi podataka. Na osnovu imena modela/profila, verzije i datuma kreiranja, moguće je pratiti različite verzije modela/profila. Aplikacija podržava operacije: dodavanja klasa, atributa i relacija između klasa u sam model, kao i brisanje i izmenu već pomenutih elemenata i čuvanje svih izmena u bazi. Na osnovu izabranih elemenata modela iz aplikacije moguć je eksport CIM profila u RDFS format, koji je pogodan za razmenu između aplikacija. Jedna od prednosti aplikacije je sinhronizacija CIM modela/profila iz baze i modela/profila definisanog u EAP fajlu. Ukoliko se ispostavi da određeni CIM model nije potrebno čuvati, može se nesmetano ukloniti iz baze podataka.

Dalji pravci razvoja aplikacije **CIM manager** su višestruki. Moguć je eksport CIM modela/profila i u druge formate podataka u zavisnosti od potreba krajnjih korisnika (.xsd, .eap, .xls).

Iako vreme izvršavanja aplikacija nije stavljeno u prvi plan, na osnovu rezultata prikazanih u prethodnom poglavlju može se reći da aplikacija pokazuje vrlo dobre rezultate što se tiče performansi. Međutim, uvek postoji težnja za boljim performansama, tako da je još jedan pravac razvoja unapređenje brzine izvršavanja aplikacije.

5. LITERATURA

- [1] **Draft IEC 61970: Energy Management System Application Program Interface (EMS-API) -Part 301: Common Information Model (CIM) Base, Second Edition**
- [2] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.data.linq.datacontext.aspx>, **DataContext Class**
- [3] Brankica Milosavljević, Implementacija konverzije podataka elektroenergetskog sistema iz jednog objektnog modela u objedinjeni informacioni model (**Common Information Model**), Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2008

Kratka biografija:



Darko Kasalica rođen je u Nikšiću 1985. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranio je 2010. god.

LOKALNA AUTOMATIKA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI LOCAL AUTOMATION IN POWER DISTRIBUTION NETWORK

Božo Radanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – **ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada opisane su različite vrste lokalne automatike u distributivnoj mreži. U tu svrhu, lokalna automatika je podeljena u dve logičke celine: lokalna automatika u transformatorskoj stanici i fiderska automatika.

Abstract – This paper describes different types of local automation in power distribution network. For this purpose, a local automation is divided into two logical sections: substation local automation and feeder automation.

Ključne reči: lokalna automatika, fiderska automatika, automatika u transformatorskoj stanici

1. UVOD

Verovatno najjednostavnija definicija je da lokalna automatika obezbeđuje pravovremene informacije koje su neophodne pri donošenju operativnih odluka [1]. Na prvi pogled, reč automatika možda i ne asocira na tako nešto, nego se pod tim terminom obično implicira obavljanje unapred određenih manipulacija i zadataka kojima bi se obezbedio rad elektroenergetskog objekta ili nekog njegovog dela u cilju besprekidnog napajanja potrošača, ili bar napajanja sa kratkotrajnim prekidima. Svakako, određene vrste automatike obavljaju i taj posao, ali većina današnjih automatika je povezana sa pravovremenim pribavljanjem informacija.

U početku je obuhvatala instalaciju daljinskih terminala (RTU – Remote Terminal Unit) u transformatorskim stanicama (TS) i pravljenja velikog broja ožičenja kako bi se nadgledali releji za zaštitu i statusi prekidača. Zatim je došlo do preokreta u vidu programabilnih logičkih kontrolera (PLC – Programmable Logic Controller) koji su eliminisali najveći broj kompleksnih ožičenja i preuzeli neke funkcije releja. Na kraju, do prave komunikacije je došlo razvojem inteligentnih RTU, što je otvorilo mogućnost komunikacije SCADA-e (Supervisory Control And Data Acquisition) sa različitim inteligentnim elektronskim uređajima – IED (Intelligent Electronic Device) u TS.

2. ULOGA LOKALNE AUTOMATIKE

Električna zaštita je još uvek jedna od najvažnijih komponenti lokalne automatike, a cilj joj je da zaštiti opremu i osoblje, kao i da smanji štetu nastalu prilikom kratkog spoja ili kvara na najmanju moguću meru.

NAPOMENA:

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

Kontrola obuhvata kako lokalnu tako i daljinsku kontrolu.

Lokalna kontrola se sastoji od akcija kontrolisanih uređaja koje se izvršavaju same od sebe. Intervencija čoveka je limitirana čime je u najvećoj meri izbegnut rizik od nastanka greške. Daljinska kontrola je omogućena putem SCADA sistema kada komande mogu biti date direktno daljinski kontrolisanim uređajima.

Merenja se sakupljaju i prikazuju na displeju u kontrolnom centru. Ona se sastoje iz električnih merenja (naponi, struje faktori snage, harmonici), drugih analognih merenja (temperatura), kao i zapisa o poremećajima ili kvarovima u mreži.

Monitoring je vezan za održavanje, prikupljanje informacija, podešavanje releja, kao i druge akcije koje će pomoći pri analizi kada se desi neki kvar, kao i pri podizanju pouzdanosti i efikasnosti sistema.

Komunikacija je srž svake automatike i “predstavlja lepak” koji drži zajedno sve komponente sistema. Bez komunikacije, funkcije električne zaštite i lokalne kontrole će nastaviti da rade, takođe lokalni uređaji mogu skladištiti neke podatke, ali gledano u celini, automatika neće funkcionisati. Način na koji se odvija komunikacija zavisi od korišćene arhitekture, a opet arhitektura zavisi od izabranog načina komunikacije.

3. SISTEMI LOKALNE AUTOMATIKE U TRANSFORMATORSKOJ STANICI

Osnovni vidovi lokalne automatike koji se primenjuju u transformatorskim stanicama TS 110/20 kV, TS 110/35/10 kV, TS 35/10(20) kV (ili skraćeno TS 110/x kV i TS 35/x kV) su[2]:

- automatsko ponovno uključanje prekidača (APU)
- automatsko uključanje rezervnog napajanja (AURN)
- automatsko “traženje” zemljospoja (ATZ)
- automatsko uključanje spojke i rasterećenje energetskog transformatora (AUSRET)
- ponovno automatsko uključanje spojke i transformatora (PAUSIT)
- automatska regulacija napona (ARN)
- ostali vidovi lokalne automatike

3.1. Automatsko ponovno uključanje prekidača (APU)

Automatsko ponovno uključanje (APU) se koristi na izvodima nadzemnih i mešovitim vodova 10 kV i 20 kV u TS 110/x kV i 35/x kV za brzo ponovno uspostavljanje napajanja po isključenju prolaznih kvarova, npr. zemljospoja, koji ujedno predstavljaju i najčešće kvarove. APU omogućava brzo, sporo i kombinovano (brzo + sporo) ponovno uključanje prekidača sa podesivim vremenima kratke i duge beznaponske pauze[3]. Uobičajeno se na uređaju odgovarajućim preklopnikom

mogu birati četiri režima rada:

- brzo APU,
- sporo APU,
- kombinovano APU i
- APU isključeno.

3.1.1. Brzo APU

Prorada zaštite isključuje mrežni prekidač i istovremeno aktivira uređaj za APU. Po isteku zadate beznaponske pauze, koja može da se podesi u opsegu 0,1 do 1,5s, uređaj daje impuls za uključenje prekidača i blokira se narednih 15s. Ako u periodu u kome je uređaj blokiran zaštita ponovo proradi, prekidač se definitivno isključuje. Ponovno uključenje prekidača posle definitivnog isključenja moguće je samo ručno. Ako za 15s od ponovnog uključjenja prekidača zaštita ne proradi uređaj se vraća u početno stanje i spreman je za novi ciklus APU.

3.1.2. Sporo APU

Kod sporog ponovnog uključjenja uređaj radi isto kao u prethodnom slučaju izuzev što je beznaponska pauza duža (10 do 180s).

3.1.3. Kombinovano APU

Prorada zaštite isključuje mrežni prekidač i istovremeno aktivira uređaj za APU. Po isteku prve, kraće beznaponske pauze prekidač se ponovo uključuje i uređaj tokom sledećih 15s prelazi u pripremno stanje. Ako zaštita ne proradi za to vreme uređaj se vraća u početno stanje, tako da sledeća prorada zaštite ponovo izaziva brzo ponovno uključenje prekidača, odnosno novi ciklus APU. Ako zaštita proradi dok je uređaj u pripremnom stanju prekidač se ponovo uključuje posle druge, duže beznaponske pauze i uređaj se blokira tokom sledećih 15s. Prorada zaštite u periodu kada je uređaj blokiran izaziva definitivno isključenje prekidača, posle čega prekidač može da se uključi samo ručno.

3.1.4. APU isključeno

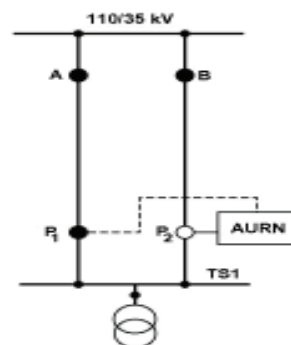
U ovom režimu rada sve funkcije uređaja su blokirane, što znači da svaka prorada zaštite izaziva definitivno isključenje prekidača. Prebacivanjem preklopke za izbor režima rada u položaj "APU isključeno" prekida se rad uređaja i resetuju se sve njegove funkcije, tako da kada se preklopka iz ovog prebaci u bilo koji drugi položaj uređaj prelazi u pripremno stanje.

3.2. AURN

Poželjno je da svaka TS 35/x kV, koja ima mogućnost dvostranog napajanja sa strane 35 kV (iz dve TS 110/x kV ili preko dva 35 kV izvoda iste TS 110/35 kV) ima uređaj za automatsko uključenje rezervnog napajanja (AURN)[3].

Isto se odnosi i na TS 110/x kV, koja ne radi u zatvorenoj petljastoj mreži 110 kV.

Kod nestanka napona na "glavnom" izvodima napajanja (izvod A na slici Slika 1) uređaj posle određene vremenske zadržke vrši isključenje prekidača P_1 na ovom izvodu, a iza toga vrši uključenje prekidača P_2 na rezervnom izvodu napajanja (izvod B).



Slika 1. Automatsko uključenje rezervnog napajanja (AURN)

Kada se kasnije napon na "glavnom" izvodu normalizuje, uređaj posle određene vremenske zadržke vrši uključenje prekidača P_1 "glavnog" izvoda A, a iza toga vrši prekidanje petlje na prekidaču P_2 rezervnog izvoda B. Tako se vrši automatsko "vraćanje" na normalno napajanje bez ponovnog isključenja iz rada TS-a.

3.3. ATZ

Ova automatika se primenjuje u TS 35/x kV iz koje se napaja pretežno nadzemna mreža 10 kV (20 kV) sa izolovanom neutralnom tačkom, kada na izvodima 10 kV (20 kV) nije primenjena usmerena homopolarna zemljospojna zaštita. Primenjuje se:

- automatski neselektivni "tragač" zemljospoja -ATZ
- automatski selektivni "tragač" zemljospoja -ATZs

3.3.1. Automatski neselektivni "tragač" zemljospoja (ATZ)

Kada se na nekom vodu 10 kV (20 kV) aktivira zemljospojna zaštita, automatika može da se aktivira odmah pri nastanku zemljospoja, ili posle određene vremenske zadržke.

Nakon aktiviranja ATZ-a vrši se, posle određene vremenske zadržke, programsko isključenje prvog voda 10 kV (20 kV). Ako zemljospoj i dalje traje treba da usledi i brzo uključenje isključenog voda. Automatika isključenje-uključenje voda se dalje "štafetno" prenosi sve do voda čijim isključenjem prestaje zemljospoj, ali treba da se "zaobiđe" izvod koji je prethodno isključen delovanjem zaštite ili ručno.

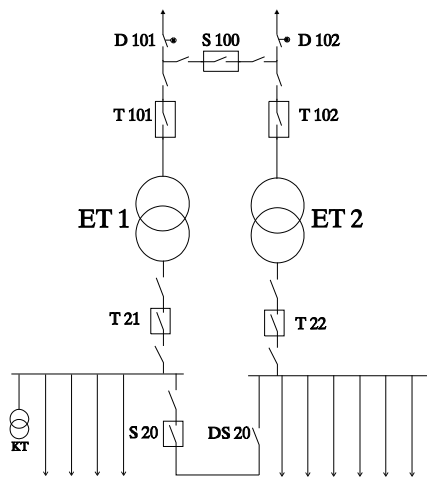
Programsko "traženje" zemljospoja kod korišćenja ATZ-a se podešava tako da se prvo isključuju vodovi na kojima najčešće dolazi do kvarova (dugački vodovi na kojima su česta atmosferska pražnjenja itd.).

3.3.2. Automatski selektivni "tragač" zemljospoja (ATZs)

Automatski selektivni tragač zemljospoja (ATZs) se sastoji od jednog usmerenog zemljospojnog releja čija se strujna grana mernog releja programirano priključuje na strujne obuhvatne transformatore pojedinih izvoda 10kV (20 kV) tako da se isključuje samo vod koji je u zemljospoju.

3.4. Automatsko uključenje spojke i rasterećenje enegetskog transformatora (AUSRET)

Kao što je na slici 2. prikazano svaki ET nosi po jednu sekciju glavnih sabirnica 20 kV sa svojim izvodima. Po pravilu sabirnice nisu spojene, odnosno ET-i nisu u paralelnom radu, pa bi u slučaju kvara na jednom ET-u, njegovi izvodi ostali bez napona.



Slika 2. Jednopolna šema TS 110/20 kV

Prvi zadatak ove automatike (AUS) jeste da po reagovanju osnovne zaštite jednog ET-a i njegovom ispadu uključi spojku 20 kV kako bi ispravan ET preuzeo potrošače ET-a u kvaru. Kako sada može doći do preopterećenja ovog ET-a i njegovog ispada, drugi zadatak ove automatike (RET) je da isključi neprioritetne izvode i rastereti ET, tj. spreči njegov ispad. Da bi se AUSRET mogao uključiti moraju biti zadovoljena četiri uslova:

- uključen sabirnički rastavljač u spojeci 20 kV (S 20);
- uključen sabirnički rastavljač u dodatku spojke 20 kV (DS 20);
- uključen prekidač trafo polja T 21;
- uključen prekidač trafo polja T 22.

Neprioritetni izvodi se unapred određuju postavljanjem odgovarajućih prekidača na nadzornoj ploči u položaj "neprioritetni". U slučaju prorade "RET" svi unapred određeni izvodi se isključuju jednovremeno i ostaju trajno isključeni.

Posle prorade AUSRET-a u TS će se imati sledeće uklopno stanje:

- Isključeni prekidači trafo polja neispravnog ET-a na svim naponskim nivoima. Njihovi komandno-potvrđni prekidači (KPP-i) će biti u položaju uključivanja sa treperavim svetlima.
- Uključen prekidač spojke 20 kV, a njegov KPP u položaj isključenja sa treperavim svetlima.
- Neprioritetni izvodi isključeni, a njihovi KPP-i u položaju uključivanja, sa treperavim svetlima.
- Na signalnim tabloima se ima signal koji će pokazivati razlog isključenja ET-a i signal prorade AUSRET-a.

Potrebno je naglasiti da ne može doći do prorade dela automatike "RET", ako prethodno nije proradio deo automatike "AUS".

3.5. Ponovno automatsko uključenje spojke i transformatora (PAUSIT)

Automatika PAUSIT se primenjuje samo u TS-ma sa tzv. H šemom (Slika 2.) Zadatak automatike je da u slučaju trajnog kvara na dalekovodu 110 kV isključi dalekovodni rastavljač u neopterećenom stanju, a da oba ET-a napaja iz drugog dalekovoda.

Da bi se automatika mogla uključiti moraju biti zadovoljeni sledeći uslovi:

- uključena automatika AUSRET (da bi se spojka na 20 kV uključila, tj. da svi potrošači imaju napajanje);
- uključen prekidač spojke 110 kV (S 100);
- uključen prekidač trafo polja ET 1 na strani 110 kV (T 101);
- uključen prekidač trafo polja ET 2 na strani 110 kV (T 102).

Rad PAUSIT-a će biti objašnjen na primeru kvara na dalekovodu D 101 nakon neuspelog APU-a.

Zbog trajnog kvara na dalekovodu D 101 distantni relej će isključiti prekidače S 100 i T 101, a uključiti S 20 (ovim je onemogućeno napajanje mesta kvara direktno iz D 102 ili preko ET 1). Uključenjem S 20 omogućeno je preuzimanje tereta izvoda napajanih iz ET 1 na napajanje od strane ET 2, što znači da potrošači priključeni na ET 1 nisu ostali bez napona. U toku tri minuta PAUSIT će usaglasiti položaje regulacionih sklopki (teretnih menjača) oba ET-a (da bi se omogućio njihov paralelan rad) i nakon toga u bezteretnom stanju isključiti dalekovodni rastavljač u D 101, a zatim uključiti spojku S 100 i prekidač trafo polja T 101, čime je omogućeno napajanje ET 1 iz D 102 preko S 100.

Promena uklopnog stanja nakon prorade PAUSIT-a je sledeća:

- isključen rastavljač D 101, a njegov KPP u položaju uključeno sa treperavim svetlom;
- uključen prekidač spojke S 20, a njegov KPP u položaju isključenja sa treperavim svetlom;
- na signalnom tablu upaljeno polje koje signalizuje proradu PAUSIT-a, AUSRET-a i automatske regulacije napona – ARNI;
- na signalnom tablu se ima signal prorade distantne zaštite.

3.6. Automatska regulacija napona (ARN)

Za odstupanje napona od njegove nominalne vrednosti kod krajnjih potrošača najveći uticaj imaju dva faktora: promena napona u VN mreži i pad napona u na SN izvodima usled porasta opterećenja na njima[4]. Uticaj ova dva faktora se otklanja automatikom ARN.

Relejemima u automatici ARN se vrši kontrola položaja teretnog menjača transformatora koji pod teretom može da podiže ili spušta napon na SN sabirnicama menjanjem broja namotaja na VN strani transformatora, u cilju održavanja konstantnog napona na SN strani transformatora.

Što se automatske regulacije napona kod paralelnog rada dva ili više transformatora koji su povezani na zajedničke SN sabirnice, postoje dve metode koje se koriste, i koje zahtevaju komunikaciju između ARN funkcija paralelnih transformatora: metoda vodeći-prateći (tj. master-follower metoda) i metoda struja izjednačenja.

4. FIDERSKA AUTOMATIKA

U svetu su implementirani različiti pristupi što se tiče fiderske automatike, i oni se generalno gledano mogu klasifikovati u tri kategorije[5]:

1. poluautomatska rešenja
2. distribuirana rešenja
3. centralizovana rešenja

Poluautomatsko rešenje je veoma jednostavno, i zasnovano je na prekidačkoj automatici. Ovo rešenje u opšte ne sadrži komunikacione vodove i stoga može implementirati samo limitirane funkcije fiderske automatike.

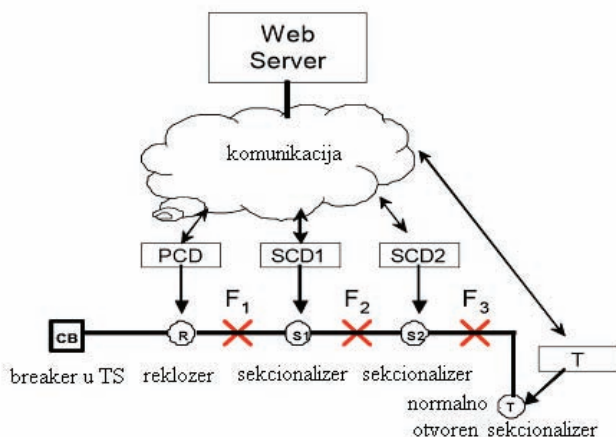
Distribuirano rešenje se hvata u koštac sa problemom tako što organizuje fiderske prekidače u grupe ili timove. Susedni timovi komuniciraju lokalno da bi detektovali i izolovali sekciju fidera koja je u kvaru, a zatim restaurirali napajanje "zdravih" sekcija. Proces ne zahteva poznavanje topologije mreže i stoga se ne oslanja na centralizovanu master stanicu. Ovaj pristup je znatno bolji od prethodnog ali i on ima neka ograničenja.

Centralizovano rešenje je najpotpunije rešenje što se tiče fiderske automatike. Ono zahteva poznavanje topologije distributivne mreže i oslanja se na komunikaciju sa kontrolnim centrom. Ovo rešenje implementira sve funkcije fiderske automatike, ali zahteva velika investiciona ulaganja.

4.1. Peer-to-peer komunikacija

Peer-to-peer komunikacija obezbeđuje da releji razmenjuju informacije bez posredovanja nekog master uređaja[6]. Svaki relej je sposoban da traži i da šalje određenu informaciju.

Peer-to-peer arhitektura sistema je prikazana na slici Slika 3. PCD (Power Control Device) uređaj obezbeđuje monitoring, kontrolu, upravljanje prekidačima i komunikaciju "u jednom paketu". SCD (Switching Control Device) uređaji imaju brojač koji registruje koliko puta se zatvorio reklozer. Uređaji konstantno šalju na mrežu informacije iz brojača i status (otvoren/zatvoren) Takođe sa mreže čitaju informacije iz brojača i status ostalih uređaja. Ove informacije im omogućuju da procene stanje sistema.



Slika 3 Peer-to-peer arhitektura

5. ZAKLJUČAK

Lokalna automatika je doživela veliku ekspanziju razvojem mikroprocesorske elektronike i komunikacione tehnologije. Funkcija zaštite, merenja i upravljanja je prvi put mogla biti objedinjena razvojem IED-a. Takođe unificiranje komunikacionih protokola različitih uređaja na terenu je dovelo do njihove interoperabilnosti, a samim tim i konkurentnosti između različitih proizvođača, što je rezultovalo nižim troškovima opreme.

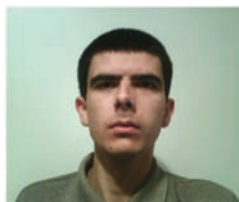
Benefiti primene lokalne automatike je povećana pouzdanost, povećana naponska kontrola, bolja detekcija i analiza kvara, bolji menadžment opterećenja sistema i komponenti, mogućnost preciznijeg planiranja u cilju poboljšanja performansi[7]...

Kada se kvar dogodi, reklozer startuje svoju sekvencu operacija. Samo brojači sekcionalizera kroz koje protekne struja kvara registruju u brojaču ponovno zatvaranje sekcionalizera. Već nakon prve sekvence se može pronaći lokacija kvara poređenjem stanja brojača. Ako neki sekcionalizer vidi struju kvara, a sekcionalizer posle njega ne vidi, kvar se nalazi između ta dva sekcionalizera. Nakon pronalaska kvara šalju se signali za (otvaranje/zatvaranje) odgovarajuće rasklopne opreme.

6. LITERATURA

- [1] Cobus Strauss, "Practical Electrical Network Automation and Communication Systems", Elsevier, Oxford, Great Britain, 2003.
- [2] Dejan Melović, "Prijemno funkcionalno ispitivanje nove TS 110/20 kV", Elektrovojvodina, Novi Sad, Srbija
- [3] EPS, Direkcija za distribuciju električne energije, "Tehnička preporuka br. 4V", Beograd, Srbija, 2001.
- [4] Z. Gajić, S. Aganović, J. Benović, G. Leci, S. Gazzari, "Using IEC 61850 Analogue GOOSE Messages for OLTC Control of Parallel Transformers" Symposium of Actual Trends in Development of Power System Protection and Automation, Moscow, Russia, 2009.
- [5] F. Goodman, "Technical and System Requirements for Advanced Distribution Automation", Electric Power Research Institute, Palo Alto, California, 2004.
- [6] Juancarlo Depablos, "Internet Peer-to-Peer Communication Based Distribution Loop Control System", Faculty of the Virginia Tech Polytechnic Institute, Virginia, USA, 2003.
- [7] James Northcote-Green, Robert Wilson, "Control and Automation of Electrical Power Distribution Systems", Taylor & Francis Group, Boca Raton - London - New York, 2006.

Kratka biografija:



Božo Radanović je rođen 12.05.1985. godine u Glamoču (BiH). Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo, smer Elektroenergetski sistemi odbranio je 2010. godine.

KONTEKSTNI MATEMATIČKI MODEL VELIKIH DISTRIBUTIVNIH MREŽA

CONTEXT-BASED MATHEMATICAL MODEL FOR LARGE DISTRIBUTION NETWORKS

Stanko Knežević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada predložen je način predstavljanja distributivne mreže pomoću matematičkog modela. Za proračune energetske aplikacije, najpogodnije je da se distributivna mreža predstavi u vidu grafa radijalne strukture.

Abstract – In this paper is proposed a way of representing the mathematical model of distribution networks. For calculations of energy applications, the best way for representation distribution network is in form of graph of the radial structure.

Ključne reči: Distributivni menadžment sistem, Model Topology Service, Bus/Branch model

1. UVOD

U savremenim elektrodistributivnim preduzećima evidentan je stalni porast potreba za što kvalitetnijom i sigurnijom isporukom električne energije potrošačima, što zahteva odgovarajuću distributivnu mrežu, tj. mrežu sa kvalitetnim naponima i malim gubicima energije, sa malim brojem kvarova i ispada opreme itd. Tako kvalitetna isporuka električne energije može da se obezbedi investiranjem u skupu energetske opremu i primenom značajno jeftinije opreme za automatizaciju i sofisticiranih sistema za automatizaciju i upravljanje distributivnih mreža. Najsofisticiranije unapređenje jeste Distributivni menadžment sistem (DMS). Kao industrijski proizvod, DMS je još uvek u razvoju. Ovim sistemom se obezbeđuje veoma kvalitetno obavljanje svih tehničkih poslova u distributivnom preduzeću: nadzor i komandovanje, analiza, upravljanje, planiranje pogona i razvoja distributivnih mreža itd.

DMS predstavlja softversku platformu zasnovanu na servisima i skupu aplikacija neophodnih za obezbeđivanje efektivne funkcionalnosti distributivnih mreža i potrošačkih preduzeća u cilju postizanja bezbednog napajanja električnom energijom pri minimalnim troškovima.

Sistem energetske aplikacije, zasnovan na vrlo kompleksnim algoritmima i matematičkim procedurama, je svakako najvažnija komponenta DMS.

Kompleksnost tih procedura posledica je veoma velikih dimenzija distributivne mreže, veoma izražene neizvesnosti podataka, malog broja podataka o aktuelnim režimima itd.

Osnova na koju se oslanjaju sve energetske aplikacije predstavlja matematički model distributivne mreže (DM). Matematički model mreže vrši obradu statičkih podataka elemenata mreže i sporo promenljivih podataka (statusi rasklopne opreme) radi određivanja topološke strukture razmatrane distributivne mreže.

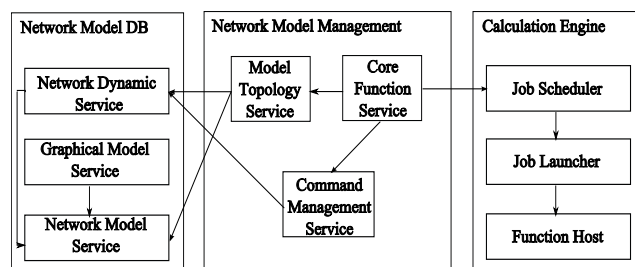
Broj entiteta u elektroenergetskom sistemu je velik, što je uslovalo primenu algoritama za modelovanje topologije, koji otiču na brzinu proračuna energetske aplikacije. U ovom radu primenjen je Bus/Branch model mreže, koji je bez informacija o rasklopnoj opremi, merenjima i ostalim detaljima. Ovaj model je realizovan primenom objektno orijentisane metodologije. Glavne osobine ove metodologije su nasleđivanje, agregacija, asocijacija i polimorfizam koje daju bolju softversku realizaciju.

2. ARHITEKTURA DMS

DMS aplikaciju, uopšteno gledajući, čine sledeće sistemске komponente (podsystemi):

- Grafički korisnički interfejs (GUI) - klijenti koji predstavljaju prezentacioni nivo
- DMS server koji predstavlja nivo aplikacije
- Istorijски podaci koji predstavljaju nivo baze podataka.

DMS aplikativni server se sastoji od serije nezavisnih softverskih servisa koji interaguju zajedno i daju odgovor na ulaz koji može biti kako zahtev klijenata tako i promena stanja uređaja na terenu. Svaki od ovih servisa je samostalan sa svojom internom reprezentacijom fizičkog sistema, obezbeđujući interfejs za interakciju sa drugim servisima. Servisi su podeljeni u nekoliko funkcionalnih grupa, kao što je prikazano na slici 1.



Slika 1. Arhitektura DMS

Svi servisi zajedno čine jedan kontekst. Kontekst predstavlja skup podataka i servisa nad njim, koji rade nad jednim stanjem. On omogućuje funkcionisanje DMS na siguran i brz način. Kontekst može biti:

- operacioni – kada postoji veza sa SCADA sistemom (DMS Real Time),

NAPOMENA:

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

- simulacioni i
- kontekst za testiranje i unos podataka.

3. MODEL TOPOLOGY SERVICE

Model Topology Service (MTS) predstavlja servis koji je zadužen za kreiranje matematičkog modela. Sadrži reprezentaciju elektrodistributivnog sistema, koji je zasnovan na trenutnom stanju rasklopne opreme. Ovaj servis zajedno povezuje statičke i dinamičke informacije o elementima. Podaci o elementima smešteni su u odgovarajuće vektore. MTS prilikom određivanja topologije kreira interni model koji se koristi pri različitim DMS proračunima

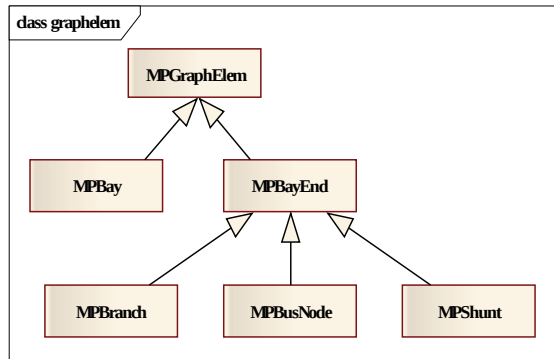
3.1. Interni model

Interni model je osnova za sve energetske funkcije, jer sadrži sve podatke o mreži predstavljene u vidu grafa. Graf DM čine:

- čvorovi,
- grane,
- šantovi.

Ovi elementi DM međusobno su povezani preko polja, te se nazivaju jednim imenom krajevi polja. Polja su složeni elementi koji su od najvećeg značaja prilikom formiranja grafa, jer povezuju i sadrže sve ostale elemente DM: rasklopnu opremu, merne i zaštitne uređaje itd. Polja i krajevi polja čine elemente grafa.

Objekti elektroenergetskog sistema u internom modelu prezentovani su klasama i vezama koje postoje između tih klasa. Prikaz osnovnih klasa koje služe za kreiranje internog modela dat je na slici 2.



Slika 2. Osnovne klase internog modela

Postoje jasno definisana pravila po kojima su elementi grafa povezani. Ona su data sledećom tabelom. Svaki znak + označava dopuštenu vezu.

Tabela 1. – Moguća povezivanja između elemenata MPGraphElem

	MPBay	MPBusNode	MPBranch	MPShunt
MPBay		+	+	+
MPBusNode	+		+	+
MPBranch	+	+		
MPShunt	+	+		

3.1.1. MPGraphElem

Klasom MPGraphElem modelovani su elementi grafa distributivne mreže. Ova klasa jedinstveno određuje svaki

element modelovan u internom modelu. Takođe, sadrži atribut *phases*, koji određuje faznost elementa i predstavlja konstrukcijski podatak svakog elementa. Elemente grafa čine polja i elementi koji su povezani preko polja, takozvani krajevi polja.

3.1.2. MPBayEnd

Klasa MPBayEnd nasleđuje klasu MPGraphElem. Predstavlja osnovnu klasu koja modeluje krajeve polja: čvorove, grane i šantove. Klasa sadrži atribut *phaseMarker* koji određuje aktivnu faznost elementa, odnosno one faze koje su pod naponom.

3.1.2.1. MPBranch

Klasa MPBranch nasleđuje klasu MPBayEnd. Ova klasa modeluje grane grafa DM. Grane su dvokrajnici. U grafu mreže, ona se nalazi između dva čvora.

Atribut *endNode[2]* odnosi se na objekte klase MPBusNode. To su čvorovi sa krajeva grane, koji se mogu videti na grafu mreže. Prvi čvor iz niza se uvek popunjava čvorom koji je bliži izvoru, i naziva se gornji čvor. Čvor grane koji je udaljeniji od izvora naziva se donji čvor i njime se popunjava drugi element niza *endNode*.

Najvažnije klase koje su izvedene iz klase MPBranch su MPSection i MPTransformer. Klasa MPSection modeluje sekcije, a klasa MPTransformer dvonamotajne i tronamotajne transformatore.

3.1.2.2. MPBusNode

Klasa MPBusNode nasleđuje klasu MPBayEnd i modeluje čvorove grafa.

Atribut *neighbours* predstavlja vektor elemenata grafa incidentnih datom čvoru.

Atribut *parentChild* predstavlja vektor krajeva polja incidentnih datom čvoru. On se razlikuje od atributa *neighbours*, jer ne sadrži polja. Ovaj vektor se popunjava tokom obrade topologije i daje brz i efikasan pristup granama incidentnim čvoru koji se posmatra. Ovaj vektor se popunjava tokom obrade topologije i daje brz i efikasan pristup granama incidentnim čvoru koji se posmatra. U zavisnosti od toga da li je čvor grane dalji ili bliži od korena mreže, grana je *parent*, odnosno *child* grana datom čvoru

3.1.2.3. MPShunt

Klasa MPShunt nasleđuje klasu MPBayEnd i modeluje sledeće elemente: generator, motor i kondenzator. Ovi elementi se jednim imenom nazivaju šantovi.

3.1.3. MPBay

Klasa MPBay izvedena je iz klase MPGraphElem. Ova klasa modeluje polja koja povezuju krajeve polja. Svako polje ima svoje spoljašnje i unutrašnje elemente. Spoljašnji elementi su krajevi polja i predstavljaju objekte klase MPBayEnd. Atribut *ends* sadrži informaciju o spoljašnjim krajevima polja.

Atribut *equipment* sadrži informaciju o unutrašnjim elementima polja. Unutrašnji elementi su modelovani klasom MPBayEquip. Oni čine njegovu opremu:

- rasklopni uređaji,
- merni transformatori (naponski i strujni),
- detektori kvara,

- releji,
- odvodnici prenapona.

3.2. Kretanje kroz mrežu

Elementi mreže, na osnovu kojih se kreira interni model, smešteni su u odgovarajuće vektore. Ovi vektori imaju sledeće osobine:

- vrlo brz pristup elementima,
- sposobnost da se efikasno doda/ukloni element,
- sposobnost efikasnog kopiranja elemenata.

Za vrlo brz pristup ovim elementima u cilju efikasnog kretanja kroz mrežu, definisane su klase i njihove metode, koje predstavljaju takozvane iteratore. Postoji nekoliko različitih klasa, pogodnih za obradu elemenata mreže i prolaz kroz istu. To su:

- *DownScanner*
- *ShuntScanner*
- *ScanIterator*
- *DownIterator*
- *UpIterator*
- *ContourIterator*
- *AllIterator*.

Svaka od ovih klasa ima definisane metode *Begin* i *Next*. Najvažnija klasa iz ove grupe je klasa *DownScanner*.

3.2.1. DownScanner

Klasa *DownScanner* vrši kretanje kroz mrežu u zadatom smeru, po lejerima. Ovaj iterator prethodi svim ostalim, vršeći pripremu za ažuriranje podataka elemenata date mreže, nakon čega je omogućeno korišćenje i ostalih iteratora. Upravo iz tog razloga, on je znatno sporiji od ostalih, pa se i ne koristi u energetske funkcijama. Poziva se prilikom obrade topologije mreže za sve korene i detektovana ostrva.

DownScanner za prolazak kroz mrežu posmatra vektor *neighbours* svakog čvora, dok ostali iteratori koriste vektor *parentChild*. Pre obrade topologije vektor *neighbours* je jedini popunjen, dok se vektor *parentChild* ažurira na osnovu njega tokom obrade. S obzirom na to, iteratore je moguće koristiti nakon poziva skenera, odnosno nakon obrade topologije.

3.3. Analizator topologije

Analizator topologije (obrada topologije) izvodi aktuelnu topološku analizu koristeći klasu *DownScanner* i interni model. Na bazi statusa rasklopne opreme i statičkih elemenata mreže, analizator topologije reprezentuje distributivnu mrežu u formi grafa koji predstavlja ulaz za svaku energetske funkciju. Ažuriraju se promene u grafu distributivne mreže koje su posledice promene statusa rasklopne opreme ili instalisanja novog elementa u razmatranoj mreži

Analizator topologije može se podeliti na dva dela:

- obrada topologije po korenima
- obrada topologije po ostrvima.

Prvo se obrađuju svi koreni, a zatim detektovana ostrva.

4. ZAKLJUČAK

Predstavljanjem distributivne mreže u vidu grafa radijalne strukture, kojeg čine čvorovi i grane, omogućena je primena specijalizovanih kompenzacionih algoritama za proračun stacionarnog režima i režima sa kvarom. Prednosti primene ovih algoritama, u odnosu na ostale algoritme za proračun režima u distributivnoj mreži, su znatno kraće vreme potrebno za proračun i znatno veća tačnost rezultata proračuna. Navedene prednosti kompenzacionih algoritama naročito dolaze do izražaja prilikom povećanja broja čvorova koji ulaze u sastav grafa distributivne mreže.

S obzirom da funkcije za proračun stacionarnog režima i režima sa kvarom predstavljaju osnovu za rad svih ostalih energetske funkcija, „Matematički model“ je funkcija koja obezbeđuje kompatibilnost i integritet sistema energetske aplikacija.

5. LITERATURA

- [1] V. Strezoski, D. Popović, D. Bekut, G. Švenda, J. Dujić, Z. Gorečan, „Sistem za nadzor, analizu, upravljanje i planiranje pogona distributivnih mreža“, *Jugoslovenski nacionalni komitet CIRED – JUKO CIRED*, Treće jugoslovensko savetovanje o elektrodistributivnim mrežama, Vrnjačka Banja, 15-18. oktobar 2002.
- [2] *DMS Power Application Manual*, DMS Group, Novi Sad, 2002.
- [3] D. Popović, R. Ćirić, G. Švenda, Z. Gorečan, „Comparison of Different Algorithms for Distribution Network Analysis, 32nd Universities Power Engineering Conference UPEC '97, Manchester Centre for Electrical Energy UMIST Manchester, UK, 10th-12th September 1997.

Kratka biografija:



Stanko Knežević je rođen 13.08.1986. godine u Kikindi. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo, smer Elektroenergetski sistemi odbranio je 2010. godine.

VIZUELIZACIJA OPENSTREETMAP ZAPISA U REALNOM VREMENU ZASNOVANA NA NAPREDNIM MOGUĆNOSTIMA GRAFIČKOG PROCESORA

OPENSTREETMAP FORMAT REAL-TIME VISUALIZATION USING GPU SHADER UNITS

Dragan Stevanov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada jeste tumačenje opisa mape u *OpenStreetMap* formatu, na osnovu koga se, u realnom vremenu, mapa vizuelizuje. Vizuelizacija se oslanja na hardversko ubrzanje kroz programabilni grafički procesor pc računara. Vizuelizacija u realnom vremenu omogućava primenu semantičkog filtriranja elemenata mape.

Abstract – Subject of this paper is interpretation of *OpenStreetMap* format and real-time map visualization. Visualization is hardware accelerated using program-mable GPU and it's shader units. Real-time rendering allows for semantic map elements filtering.

Ključne reči: Vizuelizacija, mapa, *OpenStreetMap*, realno vreme, programabilni grafički procesor, *DirectX*, interakcija, interfejs, računarska grafika, hardversko ubrzanje.

1. UVOD

Danas je na Internetu dostupan veliki broj interaktivnih mapa sveta. Najpoznatiji su: *Google Maps*, *Bing Maps*, *Yahoo! Maps*. Za sve ove mape je zajednički način vizuelizacije. Mapa se prikazuje kao skup slika (*map tiles*). Slike su unapred renderovane tj. pretprocesirane i čuvaju se, kao takve, na serveru. Aplikacija na korisničkoj strani određuje koji je podskup slika trenutno potreban za prikaz mape i preuzima ih sa servera. Interakcija sa mapom se svodi na pomeranje i zumiranje. Pomeranje i zumiranje mape dovode do generisanja zahteva za novim slikama koje se po potrebi preuzimaju sa servera. Promenom nivoa uvećanja menja se i detaljnost prikaza mape. Za svaki nivo detalja postoji poseban skup pretprocesiranih slika. Problemi kod ovakvog načina vizuelizacije su što je potreban veliki skladišni prostor za slike, kao i da je za promenu prikaza mape potrebno ponovo renderovati slike. Za prikaz se ne koriste napredne mogućnosti grafičkog podsistema računara, koje su danas dostupne čak i na najosnovnijim konfiguracijama.

U ovom radu se umesto uobičajene fizičke orijentacije zapisa *OpenStreetMap*, koristi semantičko strukturirani opis mape, ali sa maksimalno efikasnim prikaznim procesima. Renderovanje prikaza vrši se u realnom vremenu uz oslonac na resurse grafičke kartice. Uvek se

renderuje samo onaj deo mape koji se trenutno prikazuje. Kada dodje do promene prikaza stara slika se odbacuje i generiše se nova na osnovu opisa mape.

U toku pregledanja mape moguće je birati koji su elementi mape vidljivi, npr. moguće je prikazivati samo ulice određenog prioriteta, samo puteve. Moguće je isključiti prikaz reka, jezera, šuma, zgrada i sl. kako bi se prikaz rasteretio i korisnik mogao da obrati pažnju na aspekte mape koji su mu trenutno od interesa. Grafička kartica je u stanju da na ovaj način izrenderuje sliku za vreme reda milisekundi što omogućuje trenutnu promenu prikaza mape. Opisani proces predstavlja semantičko filtriranje elemenata mape.

Da bi se promenio izgled određenih elemenata mape, dovoljno je promeniti podešavanja vezana za renderovanje, a elementi će pri narednom pokretanju aplikacije biti prikazani izmenjeni bez potrebe za trajnom izmenom uskladištenih podataka. Kod pristupa koji koristi pretprocesirane slike promena izgleda jednog elementa mape bi zahtevala ponovno renderovanje svih slika na kojima se javlja taj element, npr. da bi se promenila boja autoputeva, potrebno je ponovo renderovati sve slike na kojima se vidi autoput.

Za vizuelizaciju je korišćen opis mape u *OpenStreetMap* (u daljem tekstu *OSM*) formatu. Opis mape predstavlja fajl sa ekstenzijom *osm*. U pitanju je otvoren format. Opis formata kao i sami *OSM* fajlovi koji opisuju delove mape su javno dostupni na [1].

2. OPENSTREETMAP FORMAT

OpenStreetMap prati sličan koncept kao *Wikipedia*, vezano za mape i ostala geografska obeležja. Uprkos nazivu ne postoji ograničenje samo na ulice i puteve, već su tu svi elementi jedne mape. Ljudi sakupljaju geografske podatke širom planete iz raznih izvora, kao što su zapisi sa GPS uredjaja, besplatni satelitski snimci ili jednostavno na osnovu dobrog poznavanja oblasti u kojoj žive. Ovi podaci se zatim snimaju u centralnu *OSM* bazu podataka gde se mogu dalje modifikovati, ispravljati i dopunjavati od strane bilo koga ko primeti nedostatke ili greške u unesenim područjima. Svakome je omogućeno da besplatno preuzme i koristi potpun skup podataka u bilo koju svrhu, kao pod *open source* licencom [1].

Trenutno najistaknutija svrha *OSM* podataka jeste renderovanje detaljnih mapa. *OSM* projekat je započet iz razloga što većina mapa koje su naizgled besplatne zapravo nose tehničke i pravne restrikcije koje ograničavaju njihovu upotrebu u kreativne, produktivne i neočekivane načine [1].

NAPOMENA:

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

Fajlovi sa *OSM* zapisom sadrže primitive. Primitiva predstavlja klasu objekta koji može biti sačuvan u *OSM* bazi podataka. Logičke celine (kao npr. ulica, zgrada, put) se opisuju primitivama. Ove logičke celine predstavljaju elemente mape. Primitive koje se koriste su čvor (*node*), putanja (*way*) i relacija (*relation*).

Čvor je osnovni element, gradivni blok *OSM* šeme. Sastoji od geografske dužine i geografske širine i predstavlja jednu geoprostornu tačku. Opciono, može sadržati i treću dimenziju koja predstavlja visinu. Čvorovi su potrebni da bi se definisala putanja, ali čvor takodje može biti samostalna nepovezana tačka koja predstavlja telefonsku govornicu, kafić, naziv mesta ili bilo kakvo drugo mesto od interesa (*POI*).

Putanja predstavlja uredjen skup izmedju 2 i 2000 medjusobno povezanih čvorova [1] koji opisuju linearnu strukturu kao što je ulica, staza, put, reka, ograda, naponska linija, oblast, kontura zgrade i sl. Jedna putanja je okarakterisana uniformnim svojstvima, kao npr. prioritet (magistralni put, autoput...), vrsta podloge, dozvoljena brzina itd. Putanja se deli na kraće sekcije ukoliko postoje različite karakteristike, npr. ako ulica ima deo u kome je saobraćaj jednosmeran, taj deo bi trebao biti posebna putanja.

Zatvorena putanja predstavlja putanju kojoj su prvi i poslednji čvor identični, što čini oblast (*area*). Oblast ne predstavlja posebnu primitivu.

3. ISCRTAVANJE MAPE

Moderne grafičke kartice imaju veliku procesnu moć i u stanju su da renderuju kompleksnu 3d scenu više stotina puta u sekundi. Grafički procesor je projektovan za visoko paralelnu obradu podataka i ima veliki broj jedinica za paralelno izvršenje instrukcija. Slika se dobija renderovanjem geometrijskih podataka koji se moraju pripremiti i smestiti u memoriju grafičke kartice pre procesa renderovanja [3]. Da bi se iskoristile mogućnosti grafičkog procesora za iscrtavanje mape, potrebno je na osnovu opisa mape generisati geometriju scene.

Geometrijski podaci koje obradjuje grafički procesor se sastoje iz nizova trouglova. Svi elementi mape opisani u *OSM* zapisu se moraju predstaviti odgovarajućim skupom trouglova. Kako je mapa 2d, u procesu renderovanja slike se koristi ortogonalna projekcija, čime se od 3d geometrijske predstave dobija 2d slika mape. Treća dimenzija se koristi za definisanje slojeva, odnosno kako se jedni elementi iscrtavaju preko drugih.

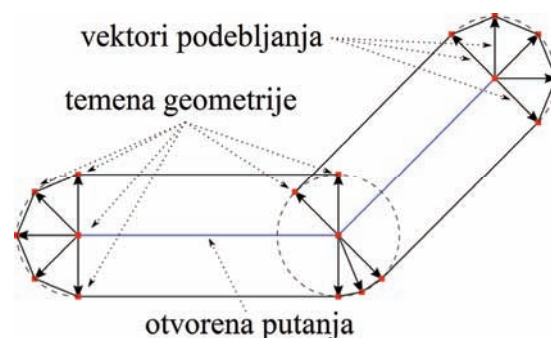
Po načinu na koji se od elemenata mape kreiraju trouglovi geometrije, elementi mape su grubo podeljeni na 3 tipa: otvorene putanje, zatvorene putanje i tekst.

Otvorene putanje predstavljaju ulice, puteve, državne granice i sl. linijske elemente. Karakteristika linijskih elemenata je da se pri promeni veličine prikaza mape skaliraju nelinearno. Nelinearno skaliranje je postignuto upotrebom programabilnog grafičkog procesora.

Napisan je *shader* program koji se izvršava na grafičkom procesoru u toku renderovanja scene. *Shader* program omogućava manipulaciju geometrijom koja se već nalazi na grafičkoj kartici.

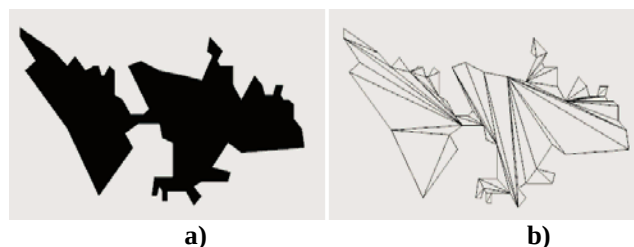
Slika 1 prikazuje jednu otvorenu putanju iz *OSM* zapisa i temena geometrije koja se kreiraju za predstavljanje te putanje. Pored temena geometrije se kreiraju i vektori

koje *shader* program u procesu renderovanja koristi za pomeranje temena.



Slika 1: Geometrija otvorene putanje

Zatvorene putanje predstavljaju vodene površine, zgrade, šume, oblasti i sl. Trouglovi se dobijaju procesom triangulacije. Za triangulaciju je korišćen *ear-cutting* algoritam [4]. Slika 3 prikazuje jednu zatvorenu putanju i trouglove od kojih se sastoji.



Slika 2: Zatvorena putanja a) izgled renderovanog elementa, b) trouglovi od kojih se sastoji element

Tekst se na grafičkoj kartici ne može iscrtati na jednostavan način, već je neophodno simulirati tekst trouglovima geometrije. Za svako slovo se kreiraju po dva trougla, i na trouglove se lepi odgovarajuća tekstura, tako da kada se trouglovi ubace na odgovarajuće mesto u 3d sceni dobija se efekat ispisanog teksta. Za manipulaciju tekstem su takodje iskorišćene mogućnosti programabilne *shader* tehnologije.

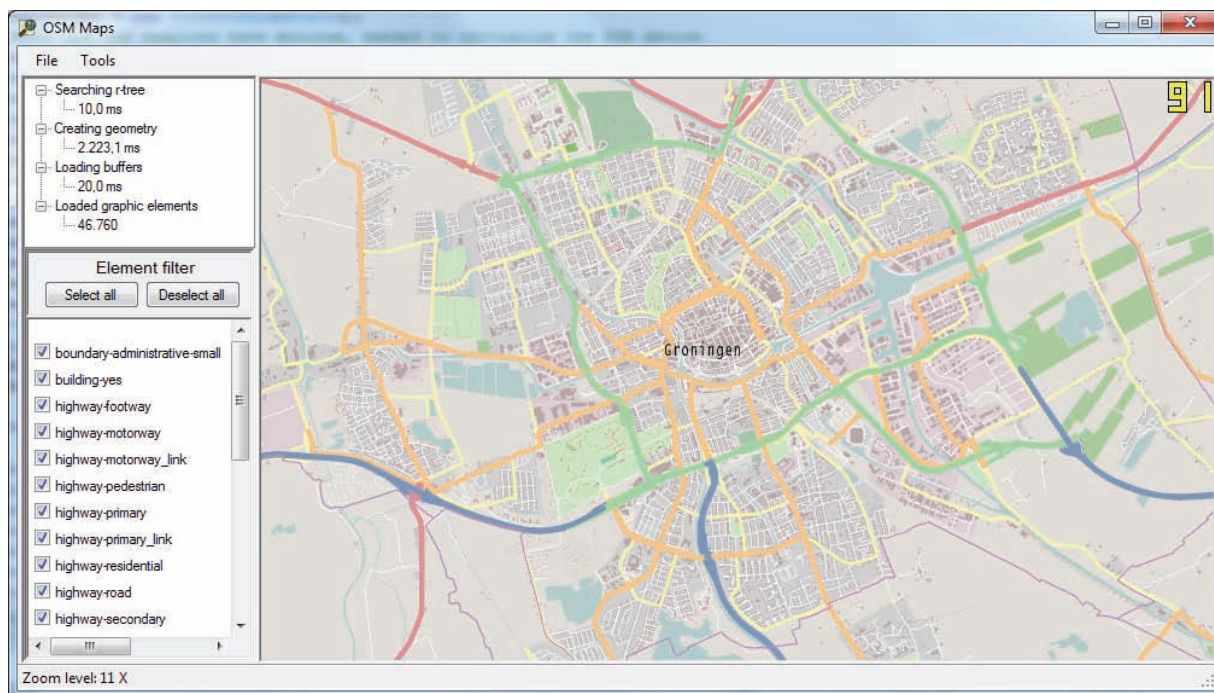
4. SEMANTIČKO FILTRIRANJE

Renderovanje prikaza u realnom vremenu omogućava primenu filtriranja elemenata. Prikaz mape može biti previše opterećen detaljima. Filtriranje dozvoljava korisniku da ukloni nepotrebne detalje sa prikaza i time prilagodi informativnost mape samo na one entitete koji su od interesa.

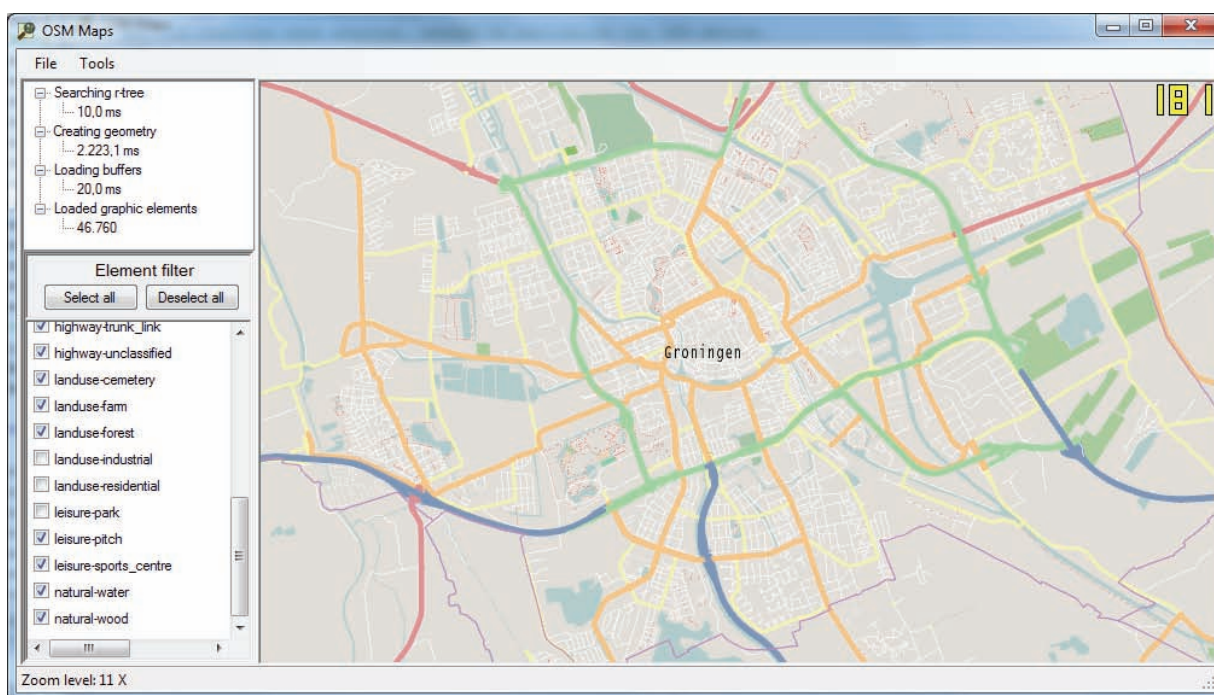
Razvijena aplikacija pruža jednostavan interfejs za izbor vidljivih elemenata - *Element filter* na slikama 3, 4, i 5. Slika 3 prikazuje jedan grad sa uključenim prikazom svih elemenata. Na naredne tri slike je prikazan isti deo mape sa primenjenim različitim filtrima.

Na slici 4 prikaz je rasterećen isključivanjem prikaza zgrada, naseljenih oblasti, industrijskih zona i većih parkova. U prvi plan dolaze ulice i veći putevi koji prolaze kroz grad.

Na slici 5 isključeni su putevi većeg prioriteta i sva prirodna obeležja kao što su vodene površine, šume, farme i sl. U prvi plan dolaze ulice, naseljene oblasti i manji putevi.



Slika 3: Prikaz sa svim detaljima



Slika 4: Prikaz samo prioritetni putevi

Za svaki tip elemenata proverava se da li je dozvoljeno crtanje, i ako jeste, jednim pozivom grafičkoj kartici se iscrtavaju svi elementi tog tipa.

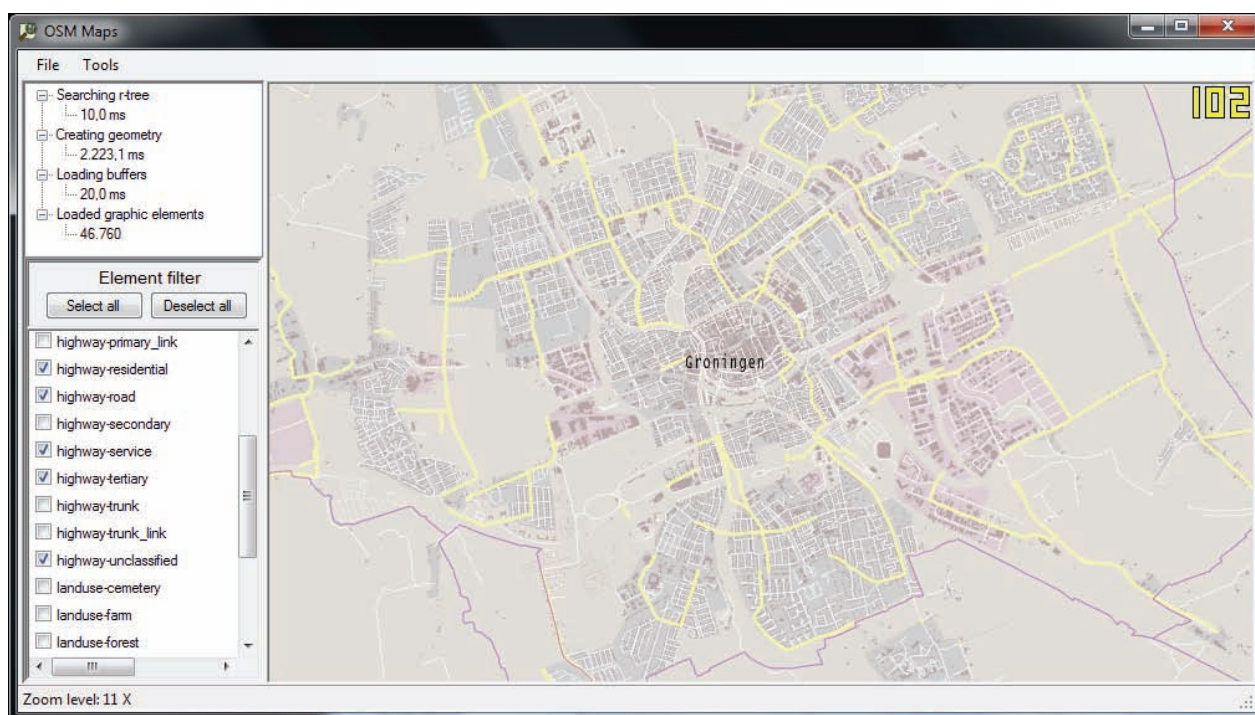
Provere se dešavaju svaki put kada se renderuje nova slika, tako da će se svaka promena filtra odraziti na prvu narednu sliku. Sa stanovišta korisnika, filtriranje se dešava trenutno. Vreme koje protekne od promene filtra na korisničkom interfejsu do primene novog filtra je neznatno duže od vremena potrebnog da se izrenderuje jedna slika. Celokupno vreme reakcije je manje od 50ms, što omogućava da korisnik ne oseti kašnjenje.

U radu je prikazano nekoliko primera filtriranja prikaza, kao ilustracija mogućnosti razvijenog sistema.

Broj mogućih kombinacija je $2^{\text{broj tipova elemenata}}$.

Razvijeno rešenje prepoznaje 32 različita tipa elemenata mape, što daje ukupno 4294967269 mogućih različitih prikaza mape.

Filter se primenjuje na prikaz trenutno, tako da je moguće prilagoditi prikaz izuzetno brzo i jednostavno, u toku pregledanja mape, bez ikakvog negativnog uticaja na performanse izvršavanja aplikacije.



Slika 5: Prikaz samo ulice i sporedni putevi

5. ZAKLJUČAK

Sistem koji se oslanja na renderovanje mapa u realnom vremenu ne zahteva prostor za čuvanje preprocesiranih slika. Razvijeno rešenje koristi interni format za skladištenje opisa mape. U odnosu na OSM zapis u xml formatu, interni format opisan u ovom radu zauzima između 10 i 20 puta manji memorijski prostor, uključujući i indeksne podatke. U slučaju da se pregledač nalazi na udaljenoj lokaciji u odnosu na skladište podataka, potreban je prenos samo opisa mape. Na strani pregledača, na osnovu opisa se u realnom vremenu generiše slika mape.

Renderovanje slika na strani pregledača omogućava da mapa bude prikazana drugačije na svakom klijentu u zavisnosti od toga kako je pregledač podešen. U sistemima koji koriste preprocesirane slike svi pregledači prikazuju mapu na isti način, a izmena prikaza bi zahtevala dugotrajni proces ponovnog renderovanja na strani gde su mape uskladištene.

Filtriranje elemenata u realnom vremenu pruža daleko interaktivniji i fleksibilniji pristup u odnosu na tradicionalni način vizuelizacije mape.

Prikazano rešenje predstavlja rezultat istraživanja na polju vizuelizacije mapa u realnom vremenu. Celokupan sistem je upakovan u jednu aplikaciju, koja rešava problem skladištenja opisa mape, učitavanja i renderovanja prikaza. Dalji razvoj bi trebalo usmeriti na korišćenje stečenih saznanja i razvijenih komponenti za razvoj celokupnog sistema za vizuelizaciju mapa. Komponente za uvoz podataka u interni format i učitavanje podataka bi trebalo izdvojiti u poseban sistem koji će se izvršavati na serverskoj strani. Na klijentskoj strani ostaje deo za renderovanje prikaza.

Krajnji cilj istraživanja u ovom radu je razvoj fleksibilnog i brzog sistema za vizuelizaciju mape u OSM formatu, koji se oslanja na hardversko ubrzanje kroz grafički

procesor. Prikazani GUI je razvijen u svrhu ilustracije mogućnosti sistema. Sistem se može integrisati u bilo koju drugu aplikaciju koja prikazuje geografske informacije, a mapa bi predstavljala pozadinu u takvom prikazu. Razvijeni sistem je dovoljno štedljiv po pitanju resursa, da ostavlja drugim procesima dovoljno memorijskog prostora i procesorskog vremena, te se može izvršavati u sklopu drugog, većeg sistema.

6. LITERATURA

- [1] OpenStreetMap, www.openstreetmap.org
- [2] R-Trees A Dynamic Index Structure For Spatial Searching, Antomn Guttman, University of California Berkley, 1984.
- [3] Beginning Direct3D Game Programming, Wolfgang F. Engel, Wordware Publishing, Inc. 2003
- [4] Ear Cutting for Simple Polygons, Ian Garton, http://cgm.cs.mcgill.ca/~godfried/teaching/cg-projects/97/Ian/cutting_ears.html

Kratka biografija:



Dragan Stevanov rođen je 23.10.1985. godine u Kikindi, Republika Srbija. Završio je srednju elektrotehničku školu „Tehnička Škola Kikinda“ u Kikindi 2004. godine i iste godine upisao Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu. Odranio je diplomski-master rad 2010. godine.

DISPEČER TRENING SIMULATOR U PRENOSNIM I DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA DISPATCHER TRAINING SIMULATOR IN TRANSMISSION AND DISTRIBUTION NETWORKS

Milana Pavličević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu obrađuje se dispečer trening simulator (DTS) u prenosnim i distributivnim mrežama. DTS predstavlja kompjuterski sistem namenjen za trening budućih dispečera (operatera) u elektroenergetskim sistemima. Sistem simulira ponašanje realnih elektroenergetskih sistema u zadatim uslovima. DTS koristi kopiju realnog EES-a koja operateru pruža slične funkcionalnosti kao one koje bi imao u realnom EES-u. Omogućava i napredno treniranje već iskusnih dispečera u cilju preventivnih, korektivnih i naknadnih akcija, koje su potrebne za raznorazne uslove u kojima se EES može naći kako u normalnim tako i u vanrednim situacijama. Može se koristiti i za testiranje novog softvera pre njegove instalacije u realnom EES-u.

Abstract – This paper deals with the dispatcher training simulator (DTS) in transmission and distribution networks. It represents a computer system designed to train future dispatchers (operators) in power systems. The system simulates the behavior of real power system in the given conditions. The dispatcher training simulator uses a copy of the real power system which provides the operator similar functionality as those that would have in real power system. It also enables advanced training already experienced dispatchers to preventive, corrective and subsequent actions, which are required for various conditions in which the power system can be found both in normal and in emergency situations. It can also be used to test new software before it is installed in a real power system.

Ključne reči: Dispečer trening simulator, kopija EES-a, softver

1. UVOD

Savremeni elektroenergetski sistemi poslednjih decenija postali su toliko kompleksni da sistemskim operaterima nije uopšte lako da predvide rezultate ispada dela sistema. Situacija se komplikuje kad god mreža nije u svojoj normalnoj konfiguraciji zbog uključenja, isključenja elemenata usled kvara ili usled optimizacije mreže. DTS predstavlja dobar osnov za sticanje iskustva u oblastima upravljanja i eksploatacije EES-a.

Pravilno vođenje EES-a pokazalo se kao izuzetno važno posle problema sa prekidom napajanja velikih geografskih oblasti, tkz. blackout-ova, koji su se dešavali nekoliko

puta u prošlosti. DTS omogućava da se raznorazni potencijalni događaji koji mogu dovesti do takvih nemilih situacija simuliraju i analiziraju, sve u cilju njihovog prevazilaženja ukoliko se pojave u realnom EES.

Stvarni EES sastoji se od visokonaponskog dela u kom se vrši prenos električne energije i srednjenaponskog/ niskonaponskog dela, u kom se vrši distribucija električne energije. Dispečer trening simulator se može primenjivati posebno u distributivnom delu (Distribution Management System DMS DTS), i posebno u prenosnom delu EES-a (Electrical Management System EMS DTS). Primena DTS-a u prenosnom i distributivnom delu istovremeno, još uvek je u razvojnoj fazi.

Rane simulacije EES-a modelovale su električnu mrežu pomoću skupa analognih računara koji su bili povezani smanjenim verzijama interkonektivnih linija. Moderni dispečer trening simulator u prenosnim i distributivnim mrežama kombinuje i simulira ponašanje EES-a sa ciljem da se dispečer obuču za rad sa sledećim komponentama:

- Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA), sistem koji se sastoji od računarskog softvera i hardvera, primenjenog u centrima upravljanja i adekvatno opremljenim elektroenergetskim objektima električnih mreža, sa odgovarajućim telekomunikacionim vezama. Koristi se za daljinski nadzor, daljinsko komandovanje rasklopnom opremom i podešavanje uređaja lokalne automatike i regulacije i centralizovano prikupljanje podataka o statusima rasklopne opreme i stanju mreže;
- Aplikacije u prenosnim mrežama (eng. Network Applications, skraćeno NA), su energetske funkcije koje se koriste da bi dispečeru omogućile analizu i poboljšanje stanja EES-a u smislu sigurnosti i ekonomije, i
- Aplikacije u distributivnim mrežama (eng. DMS Network Applications, skraćeno DNA).

Nakon uvoda u drugom delu rada dat je funkcionalni opis DTS-a u distributivnim mrežama, dok je u trećem delu dat funkcionalni opis DTS-a u prenosnim mrežama. Nakon toga sledi zaključak, kao i referentno navedena literatura korišćena pri izradi ovog rada.

2. FUNKCIONALNI OPIS DISPEČER TRENING SIMULATORA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA

DMS DTS se sastoji od sledećih delova:

- Modeli:
 - 1) Model potrošnje
 - 2) Model električne mreže
 - 3) Model zaštite
 - 4) Model merenja

NAPOMENA:

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

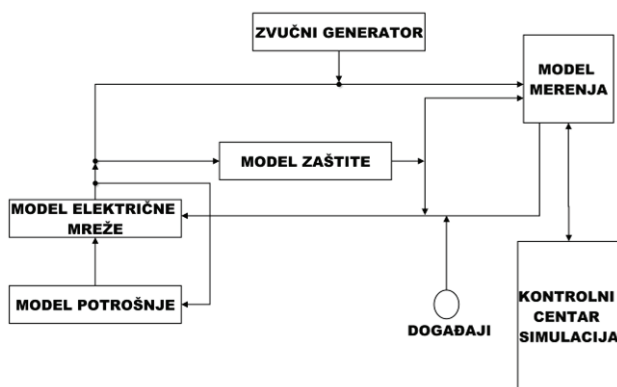
- Menadžment treninga
- Kontrolni centar simulacija

2.1. Modeli

Modele koristi simulator EES-a kako bi se odredio novi status električne mreže tokom svakog simulacionog ciklusa. Simulator EES-a može da se pokrene usled promena u potrošnji ili proizvodnji električne energije, usled komandi koje je zadao dispečer ili usled događaja koji se izvršavaju u okviru trenerove sesije.

2.2. Simulator EES-a

Simulator EES-a predstavlja glavni blok dispečer trening simulatora, odgovoran za simulaciju tokova snaga i merenja, odnosno zamenjuje realnu električnu mrežu i merenja iz realnog EES-a. Na slici 1 prikazane su veze između modela u simulatoru u slučaju dispečer trening simulatora koji je primenjen u distributivnoj mreži.



Slika 1. Blok dijagram simulatora EES-a

Tranzijentno stanje EES-a je izvan granica kontrole dispečera. Stoga se tranzijentna stanja ne mogu simulirati. Modeli prikazani na slikama mogu da reprezentuju ponašanje EES-a u stanju sigurnog rada, tzv. stacionarnom stanju, kao i dinamiku ponašanja EES-a pod uslovom da je ona srednje dužine trajanja. Pretpostavljeno je da svi generatori i motori koji postoje u električnoj mreži rade na prosečnoj frekvenciji, koja se naziva sistemska frekvencija.

2.3. Model potrošnje

Model potrošnje se dobija na osnovu krivih potrošnje. Sastoji se iz individualnih vrednosti potrošnje. Linearna interpolaciona metoda koristi se za dobijanje vrednosti potrošnje iz modela električne mreže. Promene potrošnje mogu da se postignu kroz događaje koji povećavaju ili smanjuju individualne vrednosti potrošnje, ili kroz događaje koji prekidaju napajanje potrošnje. Podaci potrebni za model potrošnje mogu biti narušeni slučajnim šumovima prilikom njihovog telekomunikacionog prenosa iz polja do kontrolnog centra. Uticaji napona i frekvencije na individualne komponente potrošnje takođe su uzeti u obzir. Opisani model potrošnje se koristi u

modelu proračuna frekvencije kao i u procesu proračuna tokova snaga. Cilj je proračun izlazne aktivne snage generatorske jedinice, aktivne snage razmene, sistemske frekvencije i tokova snaga u prenosnoj električnoj mreži tokom dinamičke simulacije.

2.4. Model električne mreže

Određuje čvor-grana topologiju električne mreže i procenjuje tokove aktivnih i reaktivnih snaga po granama mreže, kao i vrednosti struja u granama i vrednosti napona u čvorovima EES-a. Model električne mreže sastoji se iz:

- procesora statusa električne mreže koji određuje čvor-grana topologiju mreže i,
- programa za proračun tokova snaga.

Rezultati modela električne mreže vraćaju se u model potrošnje povratnom spregom, a koriste se kao osnova za model merenja i model zaštite. Proračun tokova snaga, u okviru ovog modela, može biti spontano aktiviran, radi proračuna reakcije električne mreže, nakon što je bila izložena značajnim promenama mrežne topologije, ili promenama pozicija regulacionih sklopki regulacionih transformatora ili promenama injektiranja aktivnih snaga. Navedene promene u mreži, dispečer zadaje studentu. Dodatno, program za proračun tokova snaga se ciklično pokreće kako bi se izborio sa minornim promenama vrednosti napona, kao i aktivne i reaktivne snage potrošnje i proizvodnje.

2.5. Model merenja

Model merenja povezuje simulator EES-a sa kontrolnim centrom simulacija. Pošto stvarna merenja ne postoje, s obzirom da se radi o simulaciji, studentu se kao zamena specificiraju rezultati proračuna tokova snaga.

Telemetrisane analogne vrednosti prenose se do kontrolnog centra pomoću cikličnog sakupljanja podataka. Pre nego što se analogna vrednost prenese, ona može biti izmenjena slučajnim šumom, i ako se želi, može se promeniti pomoću faktora devijacije, u slučaju da je instruktor definisano pretvarač greške ili je markirao analognu vrednost kao pogrešnu. Ako je instruktor poruku o destinaciji RTU-a, gde određena vrednost pripada, označio kao neispravnu, prenos vrednosti se zabranjuje. Statusne poruke i poruke o alarmima, prenose se spontano kada se pojave, i to samo u slučaju da poruka o odredištu RTU-a nije označena kao da sadrži grešku odnosno kao da je neispravna. Ako je zahtev o statusu električne mreže poslat iz kontrolnog centra simulacije, sve telemetrisane statusne poruke i poruke o alarmima za traženu oblast bivaju generisane iz baze podataka simulatora EES-a i bivaju prenesene samo u slučaju da nijedna komanda ili poruka o destinaciji asociranog RTU-a nije obeležena kao pogrešna.

Komande uključenja i isključenja prekidača, rastavljača, ili promene pozicija regulacionih sklopki regulacionih transformatora, šalju se u procesor statusa električne mreže. Te komande uključenja/isključenja se ignorišu ako je komanda o destinaciji asociranog RTU-a ili same prekidačke naprave označena kao pogrešna od strane

instruktora. U suprotnom slučaju, one su izvršene u simulatoru električne mreže odmah ili posle određenog procenta vremena od početka komande.

2.6. Model zaštite

Obezbeđuje raznorazne vrste releja i jednostavnije zaštitne šeme. Važno je napomenuti da releji ne moraju biti definisani u samom modelu, već se mogu kreirati iz SCADA alarma.

Model zaštite sistema za obučavanje i vežbanje dispečera sastoji se iz dva dela:

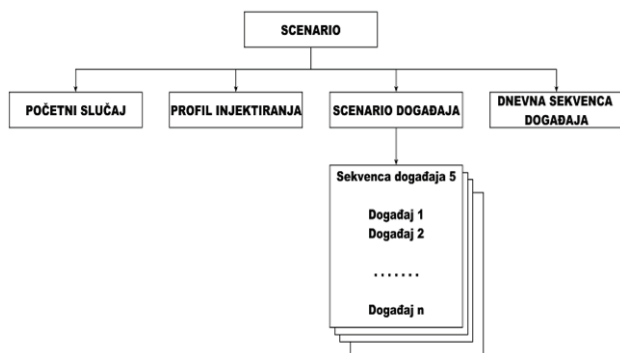
- modela releja, i
- logičkih kombinacija.

2.7. Menadžment treninga

Menadžment treninga obezbeđuje sledeće delove:

- 1) pripremu trening sesije;
- 2) izvršenje trening sesije;
- 3) pisanje dnevnika sesije, i
- 4) definisanje podataka.

Pre nego što započne trening, instruktor mora da kreira početni slučaj (eng. base case), scenario događaja i profil injektiranja. Scenario događaja sastoji se iz liste sekvenci događaja koje će biti izvršavane tokom sesije. Scenario definiše početni slučaj, scenario događaja, dnevnu sekvencu događaja i profil potrošnje koji će biti korišćeni. Slika 2 ilustruje navedeno.



Slika 2. Grafički prikaz scenarija

DTS, za potrebe generisanja trenutnih događaja, ali i za događaje koji se definišu u okviru sekvence događaja, obezbeđuje sledeću listu događaja:

- Poruke o alarmima i statusima opreme
- Događaj injektiranja
- Greške u analognim vrednostima
- Poremećaji u konekciji
- Poremećaji uređaja
- Neispravan relej
- Rad releja
- Analogna vrednost

- Operativni mod logičke kombinacije

Instruktor može odabrati bilo koju od navedenih akcija i zadati je studentu.

2.8. Kontrolni centar simulacija

Simulator EES-a i trenerove funkcije predstavljaju jedan deo DTS-a. Drugi deo je kontrolni centar simulacija, kojim se koristi student. DTS koristi hardver koji je odvojen od realnog EES-a, ali zajedno koriste isti softver. Stoga su mnoge funkcije dostupne studentu.

Međutim, postoje ograničenja u korišćenju. DTS ima svoje arhive podataka koje se pune na osnovu funkcija koje se izvršavaju u DTS okruženju. Vrlo je moguće da je sadržaj tih arhiva neupotrebljiv. Stoga, funkcije koje koriste te podatke mogu da izračunaju neupotrebljive rezultate.

3. FUNKCIONALNI OPIS DISPEČER TRENING SIMULATORA U PRENOSNIM MREŽAMA

EMS DTS se sastoji od sledećih delova:

- Modeli:
 - 1) Model proračuna frekvencije
 - 2) Model proizvodnje
 - Model turbine i turbinskog regulatora, i
 - Model generatora.
 - 3) Model potrošnje
 - 4) Model električne mreže
 - 5) Model zaštite
 - 6) Model merenja
- Menadžment treninga
- Kontrolni centar simulacija

3.1. Simulator EES-a

Sve što je rečeno za simulator EES-a u slučaju distributivnih mreža važi i ovde, samo su veze između modela malo izmenjene.

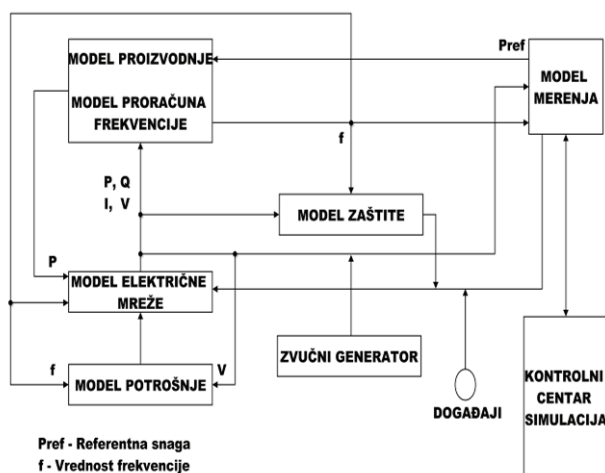
Na slici 3 prikazane su navedene veze između modela u simulatoru u slučaju dispečer trening simulatora koji je primenjen u prenosnoj mreži.

3.2. Model proizvodnje

Model proizvodnje odgovoran je za simulaciju ponašanja generatorskih jedinica. Na njih mogu uticati promene frekvencije. Model se sastoji iz modela regulatora, turbine i modela same generatorske jedinice.

Izlazni podaci su mehanička i električna snaga generatorske jedinice. Od modela turbina i turbinskih regulatora na raspolaganju su sledeće vrste:

- 1) Model gasne turbine i regulatora gasne turbine
- 2) Model parne turbine i regulatora parne turbine
- 3) Model hidro turbine i regulatora hidro turbine



Slika 3. Blok dijagram simulatora EES-a

3.3. Model proračuna frekvencije

Nova sistemska frekvencija računa se na osnovu akcelatorske snage. Akcelatorska snaga jednaka je ukupnoj mehaničkoj snazi umanjenoj za gubitke prenosa električne energije u mreži i za ukupnu potrošnju. Akcelatorna snaga generatorske jedinice funkcija je njene inercione konstante.

3.4. Model potrošnje

Obezbeđuje vrednosti potrošnje prenosne mreže na osnovu vrednosti potrošnje u sabirnicama injeckiranja koje napajaju distributivnu mrežu. Implementacija modela je potpuno ista kao kod dispečera trening simulatora primenjenog u distributivnoj mreži, te se neće ponavljati njegov opis.

3.5. Model električne mreže

Na sličan način kao i u slučaju distributivne mreže, ovaj model određuje čvor-grana topologiju električne mreže i procenjuje tokove aktivnih i reaktivnih snaga po granama mreže, kao i vrednosti struja u granama i vrednosti napona u čvorovima EES.

3.6. Model zaštite

Ovaj model se razlikuje od onog koji se primenjuje u distributivnim mrežama samo po tome što nema indikatore zemljospoja. Takođe, ima i neke releje koji tamo nisu modelovani, a to su podfrekvencijski i nadfrekvencijski releji, zatim relej za kontrolu sinhronizma, i zaštita transformatora od zasićenja.

3.7. Model merenja

Obezbeđuje akcije nad prekidačima, izolatorima, pozicijama regulacionih sklopki regulacionih transformatora, i postavljanje tačaka u mreži u kojima će se vršiti proračun tokova snaga. Implementacija modela je potpuno ista kao kod dispečera trening simulatora primenjenog u distributivnoj mreži, te se neće ponavljati njegov opis.

3.8. Model potrošnje

Obezbeđuje vrednosti potrošnje prenosne mreže na osnovu vrednosti potrošnje u sabirnicama injeckiranja koje napajaju distributivnu mrežu.

3.9. Menadžment treninga

Menadžment treniranja i u slučaju prenosne mreže obezbeđuje različite alate za kreiranje i izvršavanje sesija, dnevnika događaja i ulaznih podataka, na isti način kao i kod DMS DTS.

3.10. Kontrolni centar simulacija

Predstavlja spoljašnji deo simulatora EES od koga potražuje podatke. Simulira kontrolni centar, kako bi dispečeru koji se obučava obezbedio repliku realnog EES.

4. ZAKLJUČAK

Sagledavajući značaj i funkciju rezultata DTS-a, može se zaključiti da predstavlja važan deo u savremenim EES-a. Ima već više od jedne decenije kako je DTS ne samo razvijan, već i verifikovan u elektroenergetskoj praksi. To potvrđuje značaj ovog sistema, kao i činjenicu da su istraživanja i unapređenja u ovoj oblasti neophodna, uzimajući u obzir razvoj EES-a.

5. LITERATURA

- [1] Vadari, S.V., Montstream, M.J., Ross, H.B., Jr., ESCA Corp., Bellevue, "An online dispatcher training simulator function for real-time analysis and training", IEEE Trans. On Power Systems, Vol. 10, No. 1, pp. 5149564, August 2002.
- [2] Dyliaćco et al., T.; Enns, M., Schoeffler, J., Quada, J., Rosa D., Jurkoshek C., Anderson, M., "Considerations in Developing and Utilizing Operator Training Simulators", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, PAS-102 (11): 3672–3679, February 2007.
- [3] D. Bekut, „Relejna zaštita“, Stilos, Novi Sad, 1999.
- [4] Čalović M.S., Sarić A.T., „Osnovi analize elektroenergetskih mreža i sistema“, Akademski misao i Tehnički fakultet, Čačak, 2004.

Kratka biografija:



Milana Pavličević rođena je 25.07.1986. u Zrenjaninu. Zrenjaninsku gimnaziju završila je 2005. godine. Iste godine upisala se na Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu. Ispunila je sve obaveze i položila je sve ispite predviđene planom i programom.

SPEKTRALNA I TEMPORALNA ANALIZA BAROREFLEKSNE OSETLJIVOSTI FREQUENCY AND TIME DOMAIN ANALYSIS OF BAROREFLEX SENSITIVITY

Nikola Lisov, Tatjana Lončar-Turukalo, Dragana Bajić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisane su dve metode za procenu barorefleksne osetljivosti (engl. Baroreflex Sensitivity, BRS) na osnovu spontanijih fluktuacija u sistolnom krvnom pritisku (engl. Systolic Blood Pressure) i srčanom ritmu (engl. Heart Rate). Analiza u vremenskom domenu je izvršena pomoću metode sekvenci, dok je za procenu BRS-i u frekvencijskom domenu korišćena metoda alfa koeficijenta. Predmet istraživanja bili su laboratorijski Wistar pacovi, koji su bili izloženi različitim transfekcijama i vrstama testa.

Abstract – This article presents two methods for assessing the value of baroreflex sensitivity (BRS) based on the analysis of spontaneous systolic blood pressure (SBP) fluctuations coupled with reflex changes in heart rate (HR). A time domain analysis was derived via sequence method, while spectral analysis used alpha coefficient method. The subjects of this study were laboratory Wistar rats, which were exposed to different transfections and types of tests.

Cljučne reči: barorefleksna osetljivost, baroreceptori, srčani ritam, krvni pritisak, metoda sekvenci, alfa koeficijent, spektralna analiza, temporalna analiza.

1. UVOD

Barorefleks je jedan od najmoćnijih kratkoročnih mehanizama za kontrolu arterijskog krvnog pritiska [1]. Kao deo sistema za regulaciju krvnog pritiska, odgovoran je za održavanje optimalne vrednosti krvnog pritiska u kardiovaskularnom sistemu. BRS je osnovni pokazatelj funkcionisanja barorefleksnog mehanizma. Ona je mera sposobnosti organizma da na promene u krvnom pritisku reaguje odgovarajućom promenom srčanog ritma. Kada se krvni pritisak poveća, PI (pulse interval) mora takođe da se poveća kako bi se krvni pritisak vratio na svoju početnu vrednost [2]. Ovaj efekat funkcioniše slično i u suprotnom smeru. Veća vrednost BRS govori nam da sistem brže reaguje na promene pritiska, tj. da je sistem osetljiviji. BRS je uvedena kao pokušaj da se kvalitet funkcionisanja kompletnog sistema za regulaciju opiše pomoću samo jednog broja, što je naravno nemoguće. U praksi je, međutim, vrednost BRS-i veoma dobar pokazatelj funkcionisanja sistema za regulaciju i ima široku upotrebu u medicinskoj dijagnostici [3].

Postoje dokazi koji pokazuju da se promene u barorefleksnoj funkciji mogu povezati sa poremećajima u radu autonomnog nervnog sistema [4].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je dr Dragana Bajić, red.prof.

Takođe, mnoge kardiovaskularne bolesti su praćene poremećajima u radu barorefleksnog mehanizma. Na primer, uočeno je da pacijenti sa hipertenzijom imaju smanjenu barorefleksnu kontrolu srčanog ritma [3]. Značajna uloga BRS-i u svakodnevnoj kliničkoj praksi uslovljava je postojanje velikog broja metoda za njenu procenu. U načelu, metode za procenu BRS-i se mogu podeliti u dve grupe. Prvu grupu čine tzv. laboratorijske metode, koje su ili invazivne (podrazumevaju upotrebu lekova koji utiču na prečnik krvnih sudova) ili tehnički veoma komplikovane. Druga grupa metoda za procenu BRS-i je zasnovana na kompjuterskoj analizi spontanijih fluktuacija u SBP i PI signalima, kako u vremenskom tako i u frekvencijskom domenu [5]. U ovom radu će biti opisana temporalna i spektralna analiza BRS-i laboratorijskih Wistar pacova.

2. METODE

2.1. Eksperimentalni protokol

U eksperimentu su korišćeni Wistar pacovi i granično hipertenzivni pacovi, uvezeni sa Univerziteta u Bristolu i gajeni na Institutu za farmakologiju pri Medicinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Svi pacovi su muškog pola kako bi se izbegle hormonske interakcije. Pacovi su težine 330 ± 10 g i pojedinačno su odgajani u kavezima od pleksiglasa u kontrolisanim laboratorijskim uslovima (temperatura 21 ± 1 °C, relativna vlažnost vazduha $60 \pm 5\%$, 12h svetla i 12h mraka).

Deset dana pre eksperimenta pacovi su bili izloženi operacijama. Ugrađene su im sonde u abdominalnu aortu (TA11PA – C40, DSI, Transoma medical) dok su životinje bile pod kombinovanom anestezijom, ketamin-xylazine (0.4 ml 10 % ketamine i. p. plus 0.1 ml 2 % xylazine, po jednoj životinji). Tri dana pre i posle operacije, pacovi su tretirani sa gentamicinom (25 mg/kg i. m). Posle operacije, pacovi su primili po jednu injekciju metamizola (200 mg/kg i. m) protiv bolova, i ostavljeni su da se potpuno oporave.

U zavisnosti od transfekcije kojom su bili tretirani, pacovi su podeljeni u sledeće tri grupe:

- 1) GFP virusom tretirana je eGFP grupa od šest pacova (GFP tj zeleni fluorescentni protein, koji ima samo funkciju obeleživača i samim tim ne dovodi do fizioloških promena);
- 2) V2 grupi pacova (5 jedinki) je ubačen virus koji sadrži receptor Vasopressin V2, koji ne postoji u mozgu odrasle životinje i utiče na transport soli i vode kroz organizam;
- 3) PKI životinjama (5 jedinki) je ubačen virus koji sadrži i V2 receptore (kao u prethodnoj grupi) i supstancu PKI alfa, koja bi trebalo da blokira

efekte (ili bar neke od efekata) dobijene u prethodnoj grupi.

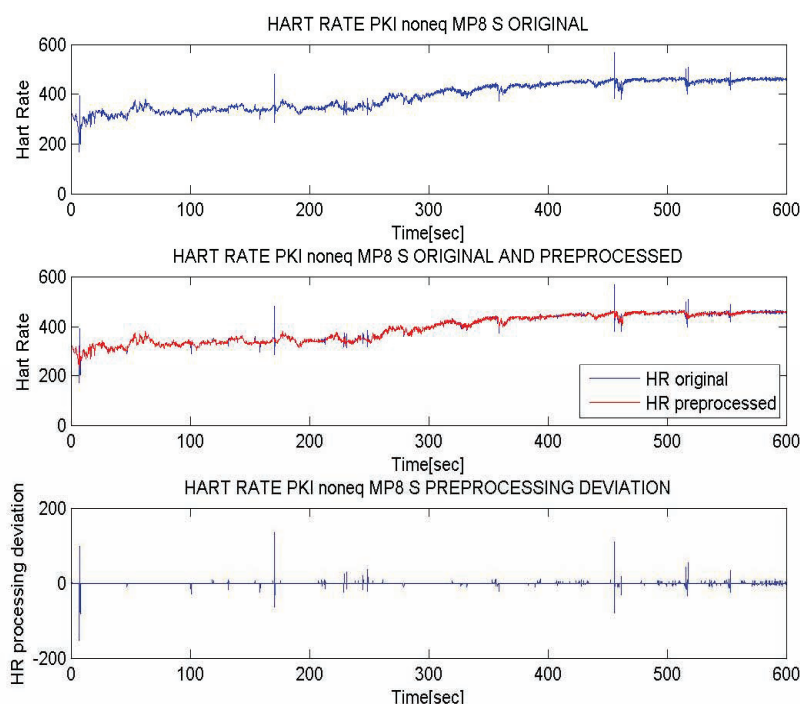
Eksperiment je obuhvatao 3 različite faze merenja:

- *C (Control)* – kontrolna faza merenja (15 minuta pre izlaganja stresu),
- *S (Stress)* – merenje signala u toku izlaganja pacova *air-jet* stresu (10 minuta tokom stresa),
- *Rec (Recovery)* – faza praćenja signala u periodu oporavka nakon stresa (45 minuta tokom perioda oporavka).

2.2. Predobrada signala

Da bi se pristupilo obradi i analizi HR i SBP signala pacova, najpre je bilo neophodno izvršiti čišćenje, odnosno uklanjanje artefakata iz datih signala. U prvom

koraku su ručno eliminisani odbirci i delovi SBP i PI signala koji su sadržali grube greške merenja (npr. negativne vrednosti pritiska i srčanog ritma). Zatim je grupa HR signala filtrirana uz pomoć adaptivnog filtra za uklanjanje artefakata opisanog u [6]. Osnovna prednost ovog filtra jeste njegova sposobnost za spontanom prilagođavanjem naglim promenama u HR signalu, što omogućava pouzdano uklanjanje artefakata. Slika 1 ilustruje rezultate filtriranja HR signala. Plavom bojom je označen originalni signal, dok je crvenom bojom prikazan HR signal nakon filtriranja. Na donjem grafiku je prikazana razlika ova dva signala. Na pozicijama na kojima je adaptivni filter izmenio vrednosti HR signala vrednosti SBP signala su zamenjene srednjom vrednošću prethodne i sledeće vrednosti.



Slika 1. Rezultati predobrade HR signala

Konačna vrednost BRS-i je data kao prosečna vrednost dobijenih procena za sve sekvence.

2.4. Spektralna analiza

Da bi se moglo pristupiti traženju spektra SBP i PI signala bilo je neophodno ispitati njihovu stacionarnost. U dve odvojene analize, stacionarnost je ispitivana na delovima signala dužine 720 odbiraka (2minuta) i 1080 odbiraka (3 minuta) na osnovu testa opisanog u [8].

U narednom koraku izvršena je interpolacija signala sa frkvencijom od 10 Hz. Pre procene spektra eliminisan je trend (srednja vrednost) iz signala, kako bi se u spektru potisnula jednosmerna komponenta [9]. Slika 2 prikazuje izgled PI signala pre i nakon uklanjanja trenda.

Za procenu spektra korišćena je Welchova metoda sa prozorom dužine 100 i faktorom preklapanja 50%. Slika 3 ilustruje izgled spektra PI (gore) i SBP (dole) signala izračunat na navedeni način.

2.3. Temporalna analiza

Za procenu BRS-i u vremenskom domenu korišćena je metoda sekvenci. U SBP i PI signalima detektovane su sekvence od 3 ili više monotono rastućih ili opadajućih vrednosti. Pri tom je PI signal zakašnjen u odnosu na SBP signal kako bi se uračunalo pretpostavljeno kašnjenje sistema za regulaciju krvnog pritiska. Ovo kašnjenje kod pacova se kreće u opsegu 3–5 [7]. Takođe, posebno je izvršena analiza i za sekvence minimalne dužine 4. Dati parovi SBP-PI vrednosti su zatim predstavljeni kao tačke u x-y ravni, pri čemu je BRS procenjena kao nagib prave koja najbolje fituje dobijene tačke.

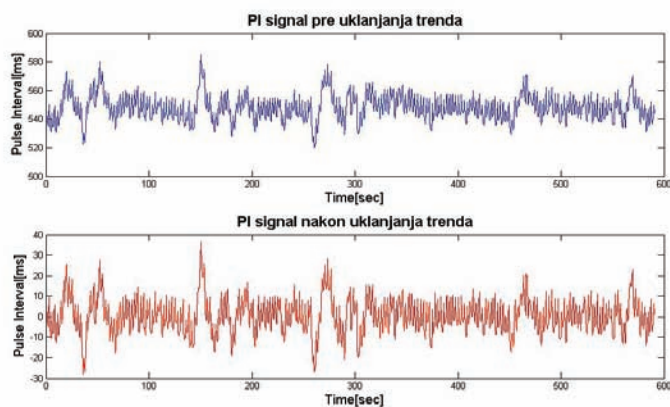
Spektralna analiza BRS-i se zasniva na pretpostavci da svaka spontana oscilacija u krvnom pritisku prouzrokuje oscilaciju na istoj frekvenciji u PI-u kao posledicu barorefleksne aktivnosti. Obično se posebno posmatraju dve glavne oscilacije, u LF (0.195 – 0.605 Hz) i HF (1.5 – 2 Hz) opsegu [10].

Na raspolaganju je više različitih metoda za procenu BRS-i u spektralnom domenu. U ovom istraživanju smo se odlučili za tzv. metod alpha koeficijenta koji je detaljno opisan u [11]. Kod ove metode procene, BRS je data kao kvadratni koren odnosa snaga PI i SBP spektra u datom opsegu (LF i HF).

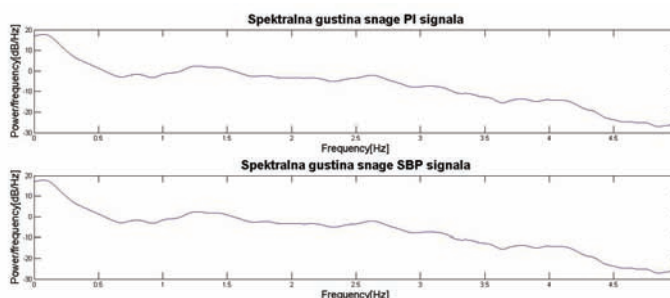
$$\alpha_x = \sqrt{\frac{PI_spectral_power_in_X_band}{SBP_spectral_power_in_X_band}},$$

gde X može da bude LF ili HF.

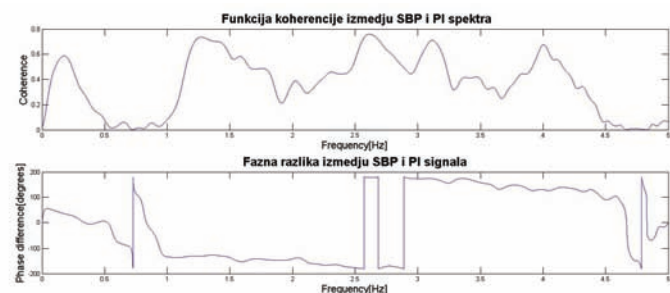
Važna pretpostavka ove metode jeste da je korelacija koja se javlja između fluktuacija u SBP i PI signalima posledica barorefleksnog mehanizma.



Slika 2. Uklanjanje trenda



Slika 3. Spektar PI i SBP signala u dB



Slika 4. Funkcija koherencije i fazne razlike SBP i PI signala

Nagli skokovi koji se javljaju u funkciji fazne razlike su posledica njene definicije.

3. REZULTATI

U tabeli 1 prikazani su rezultati procene BRS-i metodom sekvenci. Date su prosečne vrednosti rezultata, zajedno za rastuće i opadajuće sekvence (dužine 3 ili više), za svaku eksperimentalnu grupu.

ored podatka o prosečnoj vrednosti navedena je i standardna devijacija. Isto važi i za broj sekvenci na 1000 odbiraka signala. Prilikom istraživanja dobijeni su rezultati odvojeno za rastuće i opadajuće sekvence, kao i za sekvence dužine 4 ili više. Međutim, zbog ograničenog prostora oni ovde nisu prikazani.

Kod sve tri eksperimentalne grupe javlja se značajan pad BRS-i tokom izlaganja stresu. Za PKI grupu karakteristične su nešto veće vrednosti BRS-i u odnosu na eGFP grupu, što je verovatno posledica ubačenog virusa. V2 grupa, kojoj je pored virusa operacijom ugrađen i blokator, daje vrednosti BRS-i koje su veoma slične vrednostima iz PKI grupe.

Kako bismo bili sigurni da oba signala poseduju iste frekvencijske komponente, kao i da je fazni stav između signala odgovarajući (prvo dolazi do promene u SBP i tek nakon toga u PI signalu) izračunata je funkcija koherencije i fazne razlike u funkciji od frekvencije. Za proračun koherencije takođe je korišćen Welchov metod za procenu spektra sa istim parametrima kao i kod procene spektra. Na slici 4 su prikazane funkcije koherencije (gore) i fazne razlike (dole) koje odgovaraju signalima čiji su spektri prikazani na slici 3.

Visoke vrednosti koherencije javljaju se u LF i HF oblasti. Oko frekvencije disanja pacova (~1,5 Hz) vrednost koherencije ima karakterističan pik. Sama po sebi, visoka vrednost koherencije ne mora da predstavlja značajan podatak. Tako na primer, u oblasti preko 2,5 Hz funkcija koherencije pokazuje visoke vrednosti, međutim, u toj oblasti ne postoje značajne frekvencijske komponente u SBP i PI signalima.

Tabela 1. Rezultati procene BRS-i metodom sekvenci

Grupa	C	Rec	S
Broj sekvenci na 1000 odbiraka signala			
eGFP	184±27	123±53	174±81
PKI	156±38	136±13	99±52
V2	203±30	194±29	202±84
BRS			
eGFP	3.11±1.36	2.92±0.96	2.13±0.89
PKI	3.97±0.39	3.92±0.47	2.50±1.05
V2	3.74±0.62	3.87±0.99	3.00±1.05

Tabela 2 sadrži rezultate spektralne analize BRS-i metodom alpha koeficijenta. Procena spektra je rađena nad stacionarnim delovima signala dužine 720 i 1080 odbiraka (2 i 3 minuta). U tabeli 2 dati su rezultati analize 2-minutnih stacionarnih delova signala. Prikazane su srednje vrednosti i standardna devijacija dobijenih

rezultata. Rezultati za 3-minutne stacionarne delove signala pokazuju veoma velik stepen korelacije sa 2-minutnim, zbog čega su izostavljeni iz rada. Prikazane vrednosti BRS-i za LF i HF opsege su dobijene tako što su prilikom računanja u obzir uzimani samo oni delovi spektra gde je fazni stav između SBP i PI signala bio adekvatan (promene u SBP prethode promenama u PI signalu) i gde je koherencija > 0.2 . Takođe, vrednosti BRS-i su uprosečene po eksperimentalnim grupama.

Tabela 2. Rezultati procene BRS-i metodom α koeficijenta

Grupa	C	Rec	S
LF			
eGFP	1.17±0.27	1.04±0.37	0.43±0.20
PKI	1.06±0.16	0.99±0.12	0.34±0.28
V2	1.17±0.22	1.11±0.10	0.58±0.48
HF			
eGFP	0.96±0.26	0.77±0.22	0.58±0.42
PKI	4.37±1.93	3.25±0.77	1.42±0.75
V2	4.66±1.89	5.05±0.63	2.60±1.54

Kao i kod procena BRS-i dobijenih metodom sekvenci, i ovde su vrednosti za stres znatno niže od vrednosti u kontrolnoj i fazi oporavka. Iako su apsolutne vrednosti BRS-i kod spektralne procene znatno niže nego kod rezultata dobijenih metodom sekvenci, zadržani su slični relativni odnosi između različitih eksperimenata i grupa.

4. ZAKLJUČAK

Tokom poslednjih nekoliko decenija razvijen je veliki broj metoda za procenu spontane BRS-i kako u vremenskom, tako i u frekvencijskom domenu. Kako se različite metode za procenu BRS-i zasnivaju na različitim pretpostavkama i aproksimacijama, na neki način je i iznenađujuće to što postoji opšti trend koji je zajednički za sve metode. Naravno, iz priloženih rezultata može se zaključiti da rezultati dobijeni metodom sekvenci i spektralnom analizom neće imati iste apsolutne vrednosti. Faktori kao što su respiratorna funkcija i nestacionarnosti u signalu imaju različite uticaje na različite metode procene. Zbog svega ovoga razlike u dobijenim apsolutnim vrednostima procena dobijenih vremenskom i spektralnom analizom su i očekivane. Prilikom tumačenja rezultata procene BRS-i u eksperimentima koji su slične prirode kao i eksperiment koji je sproveden u ovom istraživanju, osnovni izvor informacija predstavljaju relativni odnosi vrednosti BRS-i između različitih eksperimentalnih grupa, a ne njihove apsolutne vrednosti.

4.1. Zahvalnica

Signali laboratorijskih Wistar pacova, za koje je rađena procena BRS-i, dobijeni su sa Instituta za farmakologiju, kliničku farmakologiju i toksikologiju pri Medicinskom fakultetu u Beogradu u saradnji sa prof. dr Ninom Japundžić-Žigon, kojoj ovom prilikom želimo da se zahvalimo.

5. LITERATURA

- [1] S. Carrasco-Sosa, M. Gaitan-Gonzalez, R. Gonzalez, Oscar Yanez-Suarez, „Baroreflex sensitivity assesment and heart rate variability: relation to maneuver and technique”, *European Journal of Applied Physiology*, Volume 95, Number 4, pp. 265-275, May 2005.
- [2] Tom Kuusela, „On the Analysis of Baroreflex Sensitivity”, 2010.
- [3] M.T. La Rovere, G.D. Pinna, G. Raczak, „Baroreflex Sensitivity: Measurement and Clinical Implications”, *Ann Noninvasive Electrocardiol*, Montescano, Vol. 13(2), pp. 191-207, April 2008
- [4] D.L Eckberg, P.Sleight Human, „Baroreflexes in Health and Disease”, *Clarendon Press*, Oxford, 1992
- [5] G. Parati, M.Di. Rienzo, G. Mancina, „How to measure baroreflex sensitivity: from the cardiovascular laboratory to daily life”, *Journal of Hypertension*, Vol. 18(1), pp. 7-19, Jan. 2008.
- [6] N. Wessel, H. Malberg, R. Bauernschmitt, R. Kurths, „Nonlinear Methods of Cardiovascular Physics and Their Clinical Applicability”, *International Journal of Bifurcation and Chaos*, Vol. 17, pp. 3325-3371, 2007.
- [7] T. Lončar-Turukalo, „HRV vremenska sekvenca: AR modelovanje i nelinearna analiza”, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2007.
- [8] R. Carvajal, J.J. Zebrovski, M. Vallverdu, P. Caminal R. Baranowski, L. Chojnowska, W. Paplawska, „Dimensional Analysis of HRV in Hypertrophic Cardiomyopathy Patients.”, *IEEE Engineering in Medicine and Biology*, August 2002.
- [9] M.P. Tarvainen, P.O. Ranta-aho, P.A. Karjalainen, „An advanced detrending method with application to HRV analysis”, *Biomedical Engineering*, Vol. 49(2), pp. 172-175, August 2002.
- [10] N. Japundžić, M.L. Grichois, P. Zitoun, D. Laude, J.L. Elghozi, „Spectral Analysis of Blood Pressure and Heart Rate in Conscious Rats: Effects of Autonomic Blockers”, *Journal of the Autonomic Nervous System*, Vol. 30(2), pp. 91-100, June 1990.
- [11] M. Pagani, V. Somers, R. Furlan, „Changes in Autonomic Regulation Induced by Physical Training in Mild Hypertension”, *Hypertension*, Vol. 12, pp. 600-610, 1988.

Kratka biografija:



Nikola Lisov rođen je u Novom Sadu 1986. god. Gimnaziju „Isidora Sekulić” završio je 2005. godine kada je i upisao Fakultet tehničkih nauka na odseku za energetiku, elektroniku i telekomunikacije u Novom Sadu. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Komunikacione tehnologije i obrada signala odbranio je 2010.god.

**MERNO UPRAVLJAČKI SISTEM ZA REGULACIJU TEMPERATURE
IMPLEMENTIRAN POMOĆU SIEMENS PLATFORME****MEASUREMENT AND CONTROL SYSTEM FOR TEMPERATURE REGULATION
IMPLEMENTED USING THE SIEMENS PLATFORM**Miljan Dubovac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je prikazan merno upravljački sistem za regulaciju temperature. Sistem se sastoji od softverskog (programiranje PIC mikrokontrolera, Siemens S7-300 PLC uređaja, WinCC softvera za SCADA aplikaciju) i hardverskog dela (temperaturni senzor, tranzistorska kola, izlazni uređaji).

Abstract – This paper presents a measurement and control system for temperature regulation. The system consists of software (programming of the PIC microcontroller, Siemens PLC device, WinCC SCADA software) and a hardware part (temperature sensor, transistor circuits, output devices).

Ključne reči: merno upravljački sistem, PLC, PIC mikrokontroler, SCADA, WinCC, STEP 7, SIEMENS.

1. UVOD

U radu je dat opis realizacije merno upravljačkog sistema za regulaciju temperature implementiranog pomoću SIEMENS platforme (STEP7 v5.4 softver za programiranje PLC uređaja, SCADA softver WinCC v7.0).

Sistem za regulaciju temperature ima zadatak da obezbedi automatizaciju određenih procesa i merenje temperature pomoću temperaturnog senzora DS18B20. Osnovne delove ovog sistema čine PLC uređaj S7-300, mikrokontroler PIC16F887 i SCADA aplikacija.

Dakle, zadatak mikrokontrolera jeste merenje i prikaz temperature na LCD displeju, kao i slanje temperaturne vrednosti na PLC uređaj putem RS-232 konekcije.

Zadatak PLC uređaja jeste prikupljanje podataka koje mikrokontroler šalje, obrada prispelih podataka, regulacija grejanja i hlađenja, kao i regulacija uključivanja alarma i upozorenja.

Zadatak SCADA aplikacije jeste vizuelizacija rada sistema, upravljanje sistemom (uključivanje/isključivanje automatskog rada, uključivanje/isključivanje ON/OFF i PID regulacije, uključivanje/isključivanje HVAC režima, uključivanje/isključivanje simulacije), podešavanje parametara sistema (podešavanje parametara PID regulatora – proporcionalna i integralna konstanta, setpoint), formiranje izveštaja-protokola alarma i upozorenja, formiranje izveštaja-protokola događaja.

NAPOMENA:

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

2. PROGRAMABILNI LOGIČKI KONTROLER

Programabilni logički kontroler (*Programmable Logic Controller - PLC*) je mikrokontrolerski sistem u kome su hardver i softver specijalno adaptirani industrijskom okruženju.

Nastao je krajem 60-ih godina sa namerom da se sistemi upravljanja zasnovani na relejnoj logici uproste, tj. da se otklone glavne mane relejne logike, a to su skupo održavanje komplikovanih sistema, pad pouzdanosti sa usložavanjem sistema, ograničen vek trajanja releja, itd.

Implementacija novih upravljačkih zadataka u sistemu upravljanja omogućena je brzo i jednostavno reprogramiranjem programabilnih logičkih kontrolera pomoću računara ili ručnih programatora, dok se kod sistema upravljanja zasnovanih na relejnoj logici morala menjati šema ožičavanja.

PLC se obično primenjuje za rešavanje decentralizovanih upravljačkih zadataka, na samom mestu upravljanja, gde na osnovu prikupljenih ulaznih signala sa ulaznih uređaja (senzori, prekidači i sl.) i na osnovu logike implementirane u program, formira izlazne signale sa kojima upravlja izlaznim uređajima ili objektom upravljanja (motori, kontaktori, elektromagnetni ventili, operatorski paneli, svetlosna i zvučna signalizacija i sl.).

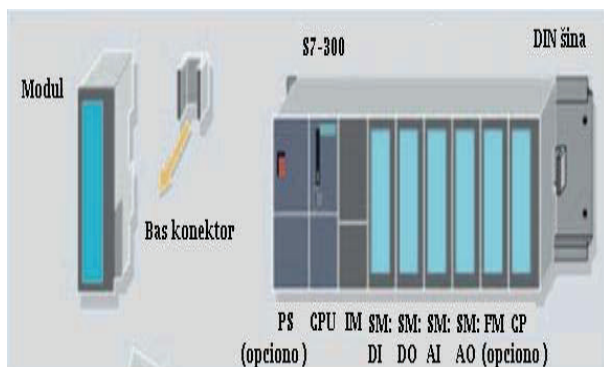
Program se piše u namenskom programskom jeziku, koji svaki proizvođač daje uz svoj PLC, a koji predstavlja kombinaciju programskog editora, kompajlera i komunikacionog softvera. U editoru se program piše prateći redosled operacija upravljanja, a zatim se proverava njegova sintaksa i vrši prevodenje - kompajliranje. Ako je sve u redu, program se putem komunikacione veze smešta u memoriju PLC-a i pokreće.

Današnji PLC može da se nosi sa izrazito složenim zadacima, kao što je kontrola pozicije, razne regulacije i druge složene primene. Za upravljanje složenim procesima moguće je povezati više PLC-ova preko posebno razvijenih komunikacionih modula u mrežu i sa centralnim računarom. Pošto se koristi kao industrijski računar, samim svojim dizajnom je predviđen za primenu u neposrednom okruženju procesa kojim upravlja, tako da je otporan na razne nepovoljne uticaje (prašina, vlaga, visoka temperatura, vibracije, elektromagnetne smetnje itd.) [1].

2.1. PLC Siemens SIMATIC S7-300 serija

PLC kontroleri iz ove serije su namenjeni za automatizaciju nižeg i srednjeg nivoa. Široko se koriste u granama industrije kao što su mašinska, automobilska, prehrambena, procesna i sl. Odlikuju se modularnim dizajnom sa širokim spektrom modula koji omogućavaju

optimalnu adaptaciju različitih zadataka automatizacije. Neki od modula su ilustrativno prikazani na Slici 1:



Slika 1. Primer proširenja S7-300 PLC-a dodatnim modulima

Skraćenice naziva pojedinih modula na Slici 1 imaju sledeće značenje:

- PS (Power Supply Module) napojna jedinica - obezbeđuje pouzdano i kvalitetno napajanje modula.
- CPU (Central Processing Units) - serija S7-300 nudi širok opseg centralnih procesorskih jedinica različitih brzina, veličine radne memorije, komunikacionih portova, itd. Oznake modela iz ove serije su CPU 312, CPU 313, CPU 314, CPU 315, CPU 317, CPU 318.
- IM (Interface Module) sprežni modul - služi za povezivanje modula koji se nalaze na drugim šinama (podnožjima).
- SM (Signal Modules) signalni moduli - služe za prilagođavanje spoljašnjih signala internim. Tu spadaju moduli digitalnih ulaza DI, izlaza DO, kao i moduli analognih ulaza AI i izlaza AO.
- FM (Function Modules) funkcijski moduli - izvršavaju složene ili vremenski kritične poslove nezavisno od CPU-a, kao što su brojanje, pozicioniranje, upravljanje u zatvorenoj petlji.
- CP (Communication Processors) - omogućavaju sledeće mrežne funkcije: Point to Point veza, PROFIBUS, Industrial Ethernet.
- Din šina (DIN rail) ili podnožje koje služi za prihvatanje novih modula.
- Bas konektori (Bas connectors) - povezuju module

Ukupan broj modula koji jedan kontroler može da prihvati je 32 [1].

3. SCADA

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) je sistem koji služi za automatizaciju opštih procesa, odnosno koji se koristi za prikupljanje podataka sa senzora i instrumenata lociranih na udaljenim stanicama i za prenos i prikazivanje tih podataka u centralnoj stanici u svrhu nadzora ili upravljanja. Prikupljeni podaci se obično posmatraju na jednom ili više SCADA računara u centralnoj (glavnoj) stanici. SCADA sistem u realnosti može da prati i upravlja i do stotinama hiljada ulazno-izlaznih vrednosti. Uobičajeni analogni signali koje SCADA sistem nadzire (ili upravlja) su nivoi,

temperature, pritisci, brzine protoka i brzine motora. Tipični digitalni signali za nadzor (upravljanje) su prekidači nivoa, prekidači pritiska, status generatora, releji i motori. Kao što joj i samo ime kaže, ona nema potpunu kontrolu nad sistemom, već je više fokusirana na nivou nadgledanja i nadziranja. Kao takva, ona je softverski paket koji je pozicioniran na samom vrhu hardvera na koji se odnosi, uglavnom preko PLC-a ili drugog komercijalnog hardverskog modula. SCADA sistemi se koriste ne samo u većini industrijskih procesa, kao što su pravljenje čelika, proizvodnja i distribucija struje (konvencionalne i nuklearne), praćenje i kontrola hemijskih i transportnih procesa, gradskih vodovodnih sistema, već takođe sve više i svakodnevnom životu. SCADA sistemi su postigli suštinski napredak tokom proteklih godina u smislu funkcionalnosti i performansi.

Tri komponente SCADA sistema su:

- višestruke udaljene terminalne jedinice (PLC-ovi),
- glavna stanica (Master Station) i HMI kompjuter(i),
- komunikaciona infrastruktura.

Takođe se može primetiti postojanje podsistema, kao što su: podsistem za definisanje veličina, podsistem za alarme, podsistem za prikaz trendova, podsistem za izveštaje, grafički podsistem, komunikacioni podsistem, podsistem za pristup bazama podataka [2].

4. STRUKTURA HARDVERA

Prilikom praktične realizacije sistema korišćene su sledeće hardverske komponente:

- PLC Siemens Simatic S7-300
- Razvojni sistem EasyPIC5
- PC računar
- USB – MPI/DP kabl
- Kabl za komunikaciju razvojnog sistema EasyPIC5 i računara
- RS232 kabl za povezivanje razvojnog sistema EasyPIC5 i PLC uređaja
- Temperaturni senzor DS18B20
- Tranzistorska kola za pokretanje izlaznih uređaja
- OMRON napajanje 24 V DC
- Grejač
- Ventilator

4.1. Mikrokontroler PIC16F887

PIC16F887 je jedan od najnovijih proizvoda Microchip-ovih mikrokontrolera. Posедуje sve komponente koje savremeni mikrokontroleri imaju. Zbog niske cene, širokog spektra primena, visokog kvaliteta i dostupnosti, idealno je rešenje za aplikacije kao što su: kontrola raznih procesa u industriji, uređaji za kontrolu mašina, merenje različitih vrednosti, itd. [3].

4.2. Temperaturni senzor DS18B20

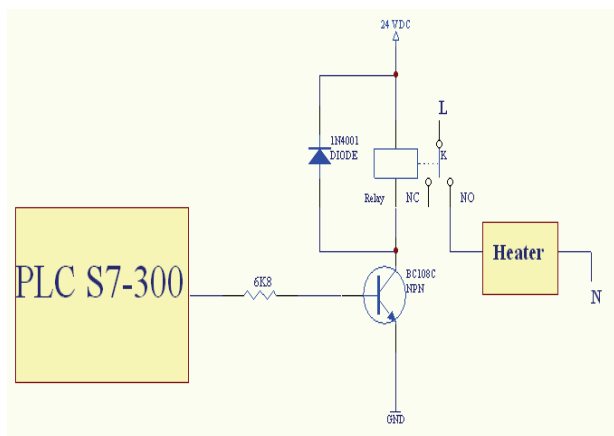
DS18B20 digitalni termometar meri temperaturu sa 9-bitnom do 12-bitnom rezolucijom i ima funkciju alarma sa trajnim korisničkim-programiranim gornjim i donjim okidnim tačkama. DS18B20 komunicira preko jednožične magistrale, koja po definiciji zahteva samo jednu liniju

podataka (i masu) za komunikaciju sa centralnim mikroprocesorom. Ima temperaturni opseg od -55°C do $+125^{\circ}\text{C}$, tačnost do $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ u opsegu -10°C do $+85^{\circ}\text{C}$. Pored toga, DS18B20 može izvesti napajanje direktno sa linije podataka, eliminišući potrebu za spoljašnjim napajanjem.

Svaki DS18B20 ima jedinstveni 64-bitni serijski kod, koji omogućava da više DS18B20 senzora funkcionišu na istoj jednožičnoj magistrali. Zato je vrlo jednostavno upotrebiti jedan mikroprocesor za kontrolu mnogo DS18B20 senzora distribuisanih na velikom prostoru. Aplikacije koje mogu da imaju koristi od ove funkcije uključuju HVAC kontrole okruženja, sisteme temperaturnog monitoringa, sisteme za kontrolu, itd. [3].

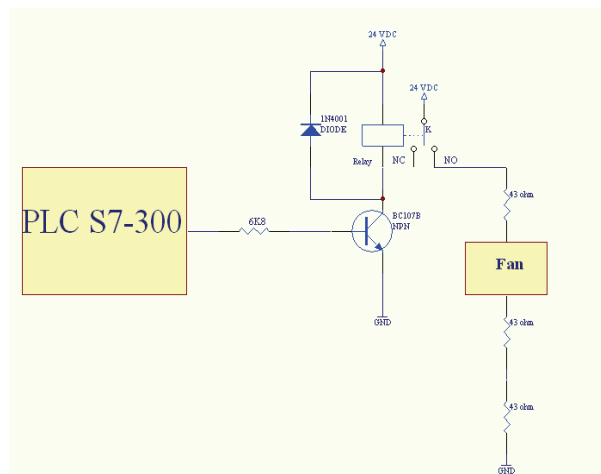
4.3. Tranzistorsko kolo

Da bi PLC uređaj uključivao/isključivao izlazne uređaje (grejač, ventilator), neophodno je napraviti tranzistorsko kolo preko kojeg se signal sa izlaza PLC uređaja šalje do uređaja kojim upravljamo. Zbog kontrole dva uređaja neophodno je bilo napraviti dva tranzistorska kola. Korišćena su dva NPN tranzistora (BC108C, BC107B) i dva releja (24 V, 3 A). Šema tranzistorskog kola za potrebe uključivanja grejača prikazana je na Slici 2.



Slika 2. Tranzistorsko kolo za potrebe uključivanja grejača

Na Slici 3 prikazano je tranzistorsko kolo za potrebe uključivanja ventilatora.



Slika 3. Tranzistorsko kolo za potrebe uključivanja ventilatora

5. STRUKTURA SOFTVERA

Softverska realizacija sistema za regulaciju temperature može se podeliti na tri segmenta:

- Programiranje mikrokontrolera PIC16F887
- Programiranje PLC-a SIEMENS S7-300
- Projektovanje SCADA aplikacije korišćenjem SIEMENS WinCC v7.0 softverskog paketa

5.1. Programiranje mikrokontrolera PIC16F887

Programiranjem mikrokontrolera neophodno je bilo omogućiti merenje trenutne temperature i njen prikaz na LCD displeju, kao i slanje trenutne vrednosti temperature na PLC putem RS232 konekcije. Podešeno je slanje celobrojne vrednosti temperature i to u ASCII formatu. Npr. ukoliko je trenutna vrednost temperature 25°C , mikrokontroler će poslati broj 2 kao 50, a broj 5 kao 53. Dakle, šalju se posebno brojevi vrednosti temperature. PLC uređaj će obraditi primljene vrednosti i konvertovati ih u željenu, realnu vrednost.

5.2. Programiranje PLC uređaja SIEMENS S7-300

Drugi segment realizacije sistema za regulaciju temperature sastoji se iz programiranja PLC uređaja SIEMENS S7-300. U tu svrhu je korišćen Simatic STEP7 v5.4 softver.

Zadaci PLC uređaja:

1. Prikupljanje podataka od mikrokontrolera putem RS-232 konekcije
2. Regulacija uključivanja i isključivanja simulacije temperature
3. Regulacija uključivanja alarma i upozorenja
4. Regulacija hlađenja
5. Regulacija grejanja
6. Isključivanje grejanja i hlađenja
7. Podešavanje PID funkcije
8. Skaliranje temperaturne vrednosti

5.3. SCADA aplikacija

Treći segment realizacije softvera za sistem za regulaciju temperature sastoji se iz projektovanja SCADA aplikacije. U tu svrhu korišćen je SIEMENS-ov WinCC v7.0 softverski paket.

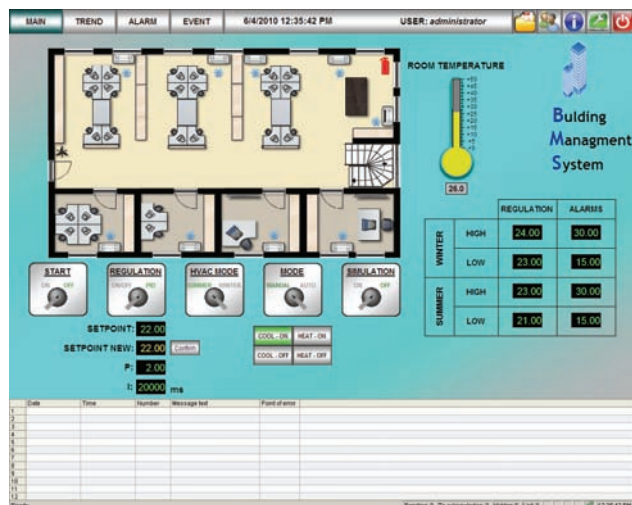
Funkcije PC radne stanice sa SCADA aplikacijom jesu:

- Vizuelizacija rada sistema
- Upravljanje sistemom
- Podešavanje parametara sistema
- Formiranje protokola alarma
- Formiranje protokola događaja

Osnovni – glavni ekran SCADA aplikacije predstavlja umanjeni prikaz celokupnog sistema kojim se vrši regulacija temperature.

Veći deo glavnog ekrana zauzima skica prostorije u kojoj se vrši regulacija temperature. Ispod skice prostorije se nalaze paneli sa prekidačima pomoću kojih biramo način funkcionisanja sistema. Na desnoj strani glavnog ekrana prikazan je grafički bar trenutne temperature u prostoriji i tabela u kojoj se unose limiti ON/OFF regulacije i

alarmne vrednosti. Na vrhu ekrana se nalazi glavni meni, dok je na samom dnu ekrana prikazana mini tabela alarma koja se pojavljuje na svakom ekranu SCADA aplikacije. Na Slici 4 je prikazan glavni ekran SCADA aplikacije.

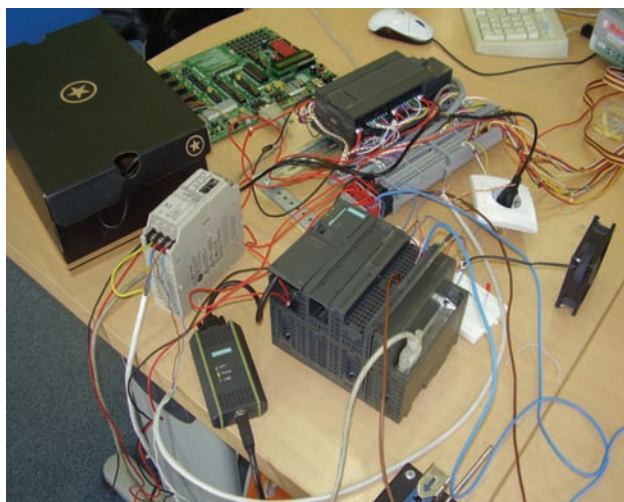


Slika 4. Glavni ekran SCADA aplikacije

6. PRAKTIČNA REALIZACIJA

Na Slici 5 prikazana je praktična realizacija merno upravljačkog sistema za regulaciju temperature, hardverski deo. Za napajanje PLC, odnosno procesora CPU 314-2DP i modula sa digitalnim ulazima i izlazima, korišćen je modul napajanja, OMRON S8TS-06024, koji mrežni napon od 220 V AC pretvara u 24 V DC.

Na izlaze PLC-a Q124.0 i Q124.2 dovedeni su uređaji kojima preko tranzistorskih kola upravljamo (grejač i ventilator). Radi boljeg uvida u rad PID funkcije, senzor temperature i grejač su smešteni u manju kutiju. Zbog male zapremine kutije temperatura je brže rasla, a samim tim mogao se bolje videti rad i efekat PID funkcije.



Slika 5. Praktična realizacija sistema – hardverski deo

7. ZAKLJUČAK

Ovaj sistem predstavlja jedan od načina realizacije regulacije temperature. Akcenat je stavljen na mikro-kontroler, PLC uređaj i SCADA aplikaciju. Shodno tome, ta tri pomenuta segmenta realizovana su na savremen način, odnosno ne zaostaju za sistemima koji se danas projektuju i ugrađuju u objekte.

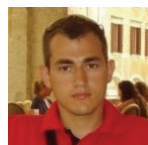
Izlazni uređaji (grejač, ventilator) uključeni su u sistem u vidu simulacije, odnosno koriste se da bi simulirali uključivanje uređaja koji se realno koriste za ovakav način regulacije.

Ovaj sistem poslužiće autoru kao dobra osnova za projektovanje sličnih i drugih merno upravljačkih sistema.

8. LITERATURA

- [1] Milorad Kaplarević, "Realizacija elektromotornog pogona primenom PROFIBUS i USS komunikacije", Diplomski - master rad
- [2] Industrijski sistemi i protokoli – SCADA, skripta
- [3] EasyPIC5 User Manual, Mikroelektronika

Kratka biografija:



Miljan Dubovac, rođen u Vršcu 1986. godine, student V godine Smera za instrumentaciju i merenje, usmerenje Industrijska merenja. Oblasti interesovanja: sistemi za daljinski nadzor i upravljanje, merenja u realnom vremenu, merno upravljački sistemi, metrologija, kvalitet.

SISTEM ZA AUTOMATIZACIJU POVRŠINSKIH KALEMOVA ZA KIČMU KOD NMR UREĐAJA

AUTOMATION SYSTEM FOR SPINE COILS USED IN MR IMAGING

Ana Obradović, Vesna Spasić Jokić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Snimanje magnetskom rezonancijom danas je neophodno ne samo radi dijagnostike već i radi praćenja stanja pacijenata. Za efektivnije snimanje pojedinih delova ljudskog tela, postoje adicijoni primo-predajni kalemovi, površinski ili zapreminski, koji se postavljaju na ili oko nekog dela tela radi većeg odnosa signal/šum. U tu grupu kalemova spadaju i površinski kalemovi za kičmu. Problem adicijonih kalemova, jeste to što se oni moraju podešavati za svakog pacijenta posebno, što zahteva veći broj pratećeg hardvera. Taj hardver je skup i robusan i bilo bi od velike koristi kada bi postojao jednostavan sistem koji bi vršio podešavanje. Ovde će biti reči o tome kako je moguće realizovati takav jedan sistem uz minimalne troškove, pomoću komparatora velike brzine, par D flip-floпова, mikrokontrolera 8051, digitalnog potencijometra i računara.

Ključne reči: NMR, kalem, mikrokontroler 8051, automatizacija

Abstract – MR imaging is necessary today, not only for diagnostics, but also in monitoring patient condition. For more effective human body imaging there are additional coils, which are placed on, or around some part of human body for obtaining larger S/N ratio. That group of coils, contains, also spine coils. Big problem of additional coils is requiring adjustment for every patient in particular. That requests a number of large measuring instruments, which are, also, very expensive. It would be of great benefit, if there was a system that would do the adjustments. Here, one can see how possible is to make such a system with high speed comparator, few D flip-flops, microcontroller 8051, digital potentiometer and PC.

1. UVOD

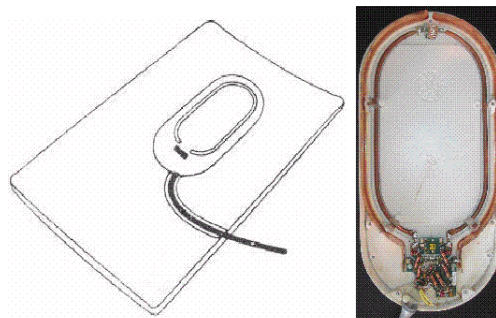
Kalemovi za kičmu jesu primo-predajni rezonatori koji se sastoje od pasivnih elektronskih elemenata. Frekvencija na koju se podešava kalem korišćen u eksperimentu iznosi oko 63 MHz, međutim, ta frekvencija nije statična, već se menja u zavisnosti od napona koji se dovodi na naponski kontrolisane varikap diode. Menjanjem napona na diodama, menja se kapacitivnost dioda, čime se menja kapacitivnost celog kola, a samim tim se menja rezonantna frekvencija.

Podešavanje frekvencije radi se za svakog pacijenta posebno i to u mnogome oduzima vreme i resurse.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je prof. dr Vesna Spasić-Jokić.

Uređaji koji se koriste pri podešavanju frekvencije su robusni i skupi i to su generatori funkcija visokih frekvencija, spektralni analizatori, i tako dalje. Ovde će biti predstavljen jednostavan, po ceni veoma pristupačan sistem koji će moći da obavlja funkciju podešavanja.

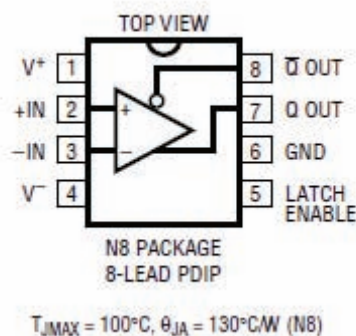


Slika1. Izgled kalema na pacijentskom stolu-levo i unutrašnjost kalema-desno

Izlaz iz rezonatora jeste radio-frekventni (u daljem tekstu RF) signal amplitude od oko 10mV. Taj signal koji je analogni, treba konvertovati u digitalni i pojačati kako bi njegova obrada računom uopšte bila moguća. Tako-zvani ulazi u kalem jesu DC naponski nivoi od 5.7V i 8.9V, koji se menjaju u koracima od po 0.5V kako bi se rezonantna frekvencija podesila prema pacijentu.

2. HARDVER

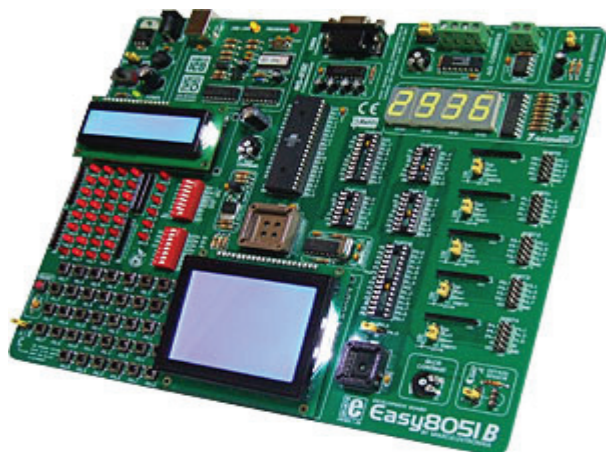
Izlazni signal rezonatora, vodi se na brzi komparator (onaj koji može bez smetnji da radi na visokim frekvencijama) LT1016CN. Raspored pinova prikazan je na slici 2.



Slika2. Raspored pinova za LT1016CN

V+ je 5V. V- je na -5V. Na +IN dovodimo naš napon sa izlaza kalema. Minus kraj, odnosno -IN vodimo na masu. Na izlazu dobijamo pravougaoni signal amplitude 5V. Ovim smo odradili i pojačanje i A/D konverziju.

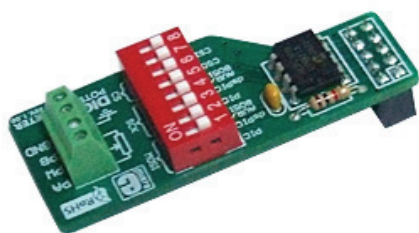
Mikrokontroler sa kojim radimo jeste AT89S8253, u okviru razvojnog sistema Easy 8051B. Izgled sistema prikazan je na slici 3.



Slika3. Prikaz sistema Easy 8051B

Ovde se dolazi do prvog velikog problema. Ovaj mikrokontroler, nije u stanju da primi milione impulsa u toku jedne sekunde, već mu je limit oko 65000. Stoga, signalu sa izlaza komparatora, moramo smanjiti frekvenciju. To se radi tako što se uzme određeni broj D flip-flova, u zavisnosti koliko se puta frekvencija želi smanjiti. Svaki D flip-flop deli frekvenciju sa dva. U ovom slučaju frekvenciju je potrebno podeliti oko hiljadu puta, pa stoga koristimo deset D flip-flova. Sada je frekvencija podeljena tačno 1024 puta. Ovako smo sa MHz prešli na kHz koje mikrokontroler može obraditi. Dobijena povorka vodi se na pin za interapt. Te interapte procesor broji.

S druge strane, imamo ona dva jednosmerna napona kojima kontrolišemo varikap diode. Da se ne bi koristili različiti naponski izvori, upotrebljena su 2 digitalna potencimetra MCP41010 čiji je opseg do 10 kΩ, sa 256 mogućih položaja preklopnika, koji se podešava softverski. Izgled potencimetra prikazan je na slici 4.

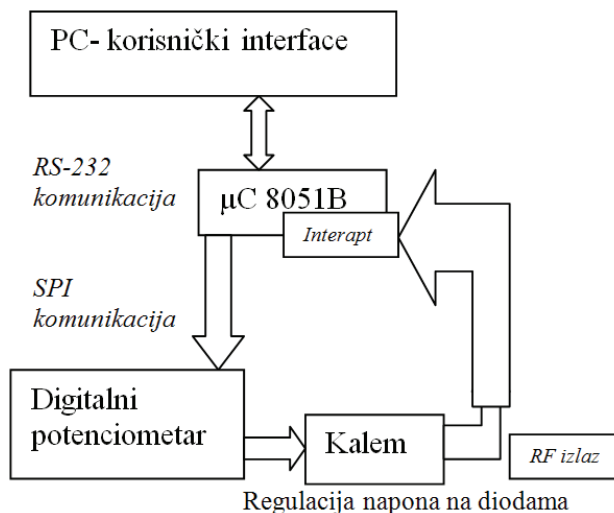


Slika4. Izgled pločice sa digitalnim potencijetrom

Nažalost, tu se javlja drugi problem. Napon koji potencijetar može dati je maksimalno 5V (napon koji daje eksperimentalna ploča), a nama su potrebni malo veći naponi. Tako ćemo izlaz jednog pojačati dva puta, a izlaz drugog 1.5 puta. Sada imamo opsege od 0V do 10V i od 0V do 7.5V. Podešavanjem ovih napona podešavamo rezonantnu frekvenciju, koju merimo na interapt pinu. Ova dva procesa predstavljaju zatvorenu petlju i ne mogu se izvršavati jedan bez drugog.

3. SOFTVER

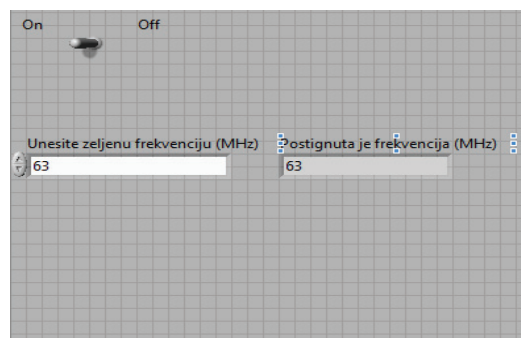
Ovde je osmišljen vrlo jednostavan algoritam, koji se lako implementira uz pomoć μC kompajlera.



Slika5. Blok šema sistema

U suštini ova blok šema znači sledeće:

Na PC računaru postoji *Podešavanje frekvencije.exe*, aplikacija kojom se služi korisnik. Ova aplikacija rađena je u LabView programskom paketu i izgled korisničkog panela prikazan je na slici 6.



Slika 6. Izgled korisničkog interfejsa

U gornjem levom uglu nalazi se jedan *toggle switch*, koji ima dva moguća položaja. Ovim prekidačem uspostavlja se RS-232 komunikacija sa pločom Easy 8051B. Kada korisnik unese željenu frekvenciju, šalje se komanda preko RS-232 komunikacije da se počne sa petljom. Petlja predstavlja poređenje i inkrementovanje položaja digitalnog potencijetara. Kako je pokazano na slici 5. digitalni potencijetar vezan je za kalem, tj. direktno utiče na varikap diode, čime se menja rezonantna frekvencija rezonatora.

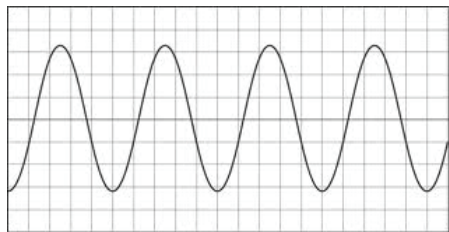
Sa druge strane, izlaz iz kalema, dobijeni RF signal, pretvoren u digitalni i smanjene frekvencije, vodi se na pin za spoljni interapt. Procesor broji pristigle impulse i preko RS-232 šalje kolika je frekvencija postignuta pomnožena sa 1024.

Ovaj krug se vrti sve dok se ne naiđe na odgovarajući položaj digitalnog potencijetara, kojim se u prenesenom smislu, dobija zadata frekvencija, ili ukoliko to nije moguće, onda njoj najbliža. Najjednostavnije poređenje, ne vrši se na klasičan način, tako što se definiše brojač koji kreće od nule i inkrementuje se za jedan sve do 255, već se primenjuje logika kao kod A/D konvertora sa sukcesivnom aproksimacijom. Brojač tipa *integer* postavi se na vrednost kojoj odgovara sredina, u ovom slučaju to

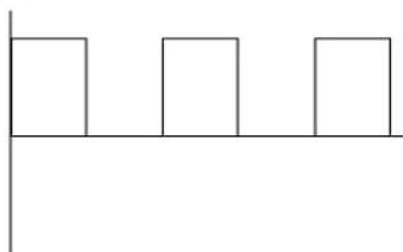
je 128, pa se vrši provera. Ukoliko ta vrednost nije ona koja će dati traženu frekvenciju, ponavljamo proces tako što proveravamo poziciju 64 i poziciju 192. Traži se takozvani kvadrant koji je dao najbliži rezultat, pa se prover ponavlja. Ukoliko je npr. bližu frekvenciju dala provera na 64, ponavljamo proces sa 32 i 96, itd.

Ovaj metod je dosta brži u odnosu na klasičan.

4. ZAKLJUČAK

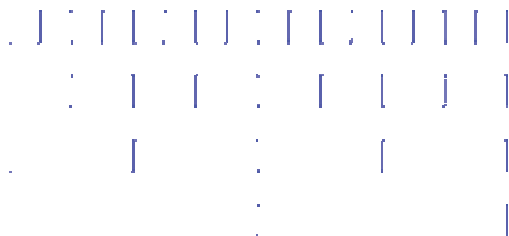


Slika7. RF signal sa izlaza kalema



Slika8. Signal sa izlaza komparatora

Signal sa izlaza komparatora je amplitude 5V, frekvencije kao i ulazni mu RF signal.



Slika 9. Deljenje frekvencije

Sav ovaj hardver, korigovanje i kompromisi, nisu baš zahvalni za rad. Međutim, ovo je najjeftinija izvedba ovakvog sistema.

Postoje i druge varijacije izvedbe kao što su, implementacija sistema preko Texas Instruments zvučnih kartica koje mogu da obrade signal jako visokih frekvencija. Na taj način, ne bi bilo potrebe za svim ovim hardverom. Sve bi se moglo rešiti jednostavno, softverski, pisanjem programa u LabView programskom paketu. Ne bi bilo potrebe za konverzijom signala, niti za deljenjem frekvencije. RF signal bi se direktno vodio na zvučnu karticu, i ceo proces odvijao bi se unutar računara. Međutim, ovo je veoma skupa varijanta od nekih 2000-3000 eura.

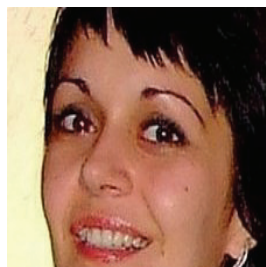
Još jedna od mogućnosti jeste preko FPGA(*Field Programmable Gate Array*) čipova. Sav hardver bi se u tom slučaju, spakovao na jednu malu silicijumsku pločicu, sa sopstvenim procesorom.

Ovde ne bi bilo potrebe za D flip-flopovima, jer FPGA tehnologija dozvoljava i brzine reda GHz, tako da MHz ne bi predstavljali ni najmanji problem. Problem u ovom slučaju jeste, nedovoljno iskustvo u programiranju tih čipova, kao i neposredovanje istih.

5. LITERATURA

- [1] www.siemens.com/
- [2] www.alldatasheet.com/
- [3] www.mikroe.com/

Kratka biografija:



Ana Obradović rođena je u Valjevu, 1986. god. Student je V godine Smera za Instrumentaciju i merenja. 2010. godine postala diplomirani inženjer osnovnih akademskih studija. Oblasti interesovanja: biomedicinska instrumentacija, procesiranje slike kod biomedicinskih uređaja, implementacija mikrorračunarskih sistema u medicini.



Dr. Vesna Spasić Jokić završila Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu, magistrirala i doktorirala na istom fakultetu. Zvanje vanredni profesor stekla je na Univerzitetu u Novom Sadu 2006. godine.

Zvanje viši naučni saradnik stekla je u Institutu za nuklearne nauke Vinča. Predsednik i član mnogih međunarodnih i nacionalnih organizacija. Objavila preko 200 naučnih knjiga i radova u međunarodnim i domaćim časopisima. OBLAST RADA: *Električna merenja* OBLASTI ISTRAŽIVANJA: *Biomedicinska merenja, Metrologija.*

Jedno proširenje razvojnog integrisanog okruženja za namenske platforme

Tijana Mašić, Nenad Četić, Jelena Kovačević, Vladimir Kovačević

Sadržaj — U radu je prikazana realizacija programske podrške nazvane XML editor, za automatsko stvaranje osnovnih blokova obrade na digitalnim signal procesorima, u okviru integrisanog razvojnog okruženja CLIDE.

XML editor, automatski stvara XML datoteke koje opisuju osnovne blokove obrade grafičkog razvojnog okruženja i na taj način značajno pojedostavljuje rad sa namenskom DSP platformom.

Ključne reči — DSP, XML, editor, GUI, IDE

I. Uvod

Razvoj aplikacije na digitalnim signal procesorima podrazumeva korišćenje niza alata: editora izvornog koda, assemblera, povezičava, prevodioca, programske podrške za uklanjanje grešaka kao i razvojnog okruženja za ciljnu platformu. Integrirano razvojno okruženje objedinjuje skup nabrojanih alata u jednu celinu, što umnogome olakšava razvoj, pokretanje, ispitivanja i kontrolisano izvršavanje DSP aplikacija.

U okviru ovog rada analizirano je integrirano razvojno okruženje CLIDE (Cirrus Logic Integrated Development Environment)[1], razvijeno za podršku Coyote 32 familije DSP procesora firme Cirrus Logic, zasnovano na proširivoj razvojnoj platformi Eclipse[2]. Procesori iz Coyote 32 familije su tridesetdvobitni DSP procesori koji rade sa aritmetikom u fiksnom zarezu i poseduju dve odvojene memorije za podatke, X i Y, i programsku memoriju[3].

Eclipse je skup projekata koji imaju za cilj stvaranje proširive platforme za razvoj i održavanje programske podrške kroz ceo njen životni ciklus.

Jedno od postojećih proširenja CLIDE razvojnog okruženja predstavlja DSP Composer[4]. DSP Composer omogućava razvoj aplikacija na vrlo apstraktnom nivou putem grafičkog povezivanja različitih blokova obrade audio signala. Osnovni blokovi obrade se prevlače na radnu površinu DSP Composer-a i spajaju provodnicima kako bi se ostvario tok audio signala. Potom se generiše izvršni kod koji se spušta na platformu sa ograničenim resursima i izvršava u realnom vremenu.

Osnovni blokovi obrade su definisani sa tri XML datoteke i sa jednom ili više objektnih(.O) datoteka [5]. Tri XML datoteke su:

- **device_name.if.xml** – opisuje spregu procesnog bloka, sadrži početne parametre uređaja i kontrole izvršavanja
- **device_name.pres.xml** – sadrži informacije na osnovu kojih grafičko radno okruženje DSP Composera prikazuje osnovni blok obrade
- **device_name.imp.xml** – sadrži informacije o strukturama podataka i kodu potrebnom da se osnovni blok obrade uključi u projekat.

Sve tri XML datoteke počinju istim nazivom, koji predstavlja jedinstvenu identifikaciju procesnog bloka.

Pri razvoju novih osnovnih blokova obrade potrebno je definisati sve tri datoteke zasebno. Ovaj postupak zahteva poznavanje XML jezika, kao i poznavanje strukture sadržaja tih XML datoteka.

Da bi se smanjilo vreme razvoja osnovnih blokova obrade i unošenja ljudske greške, potrebno je automatizovati proces stvaranja XML datoteka.

Analiza postojećih rešenja ukazala je da slična razvojna okruženja ili nisu automatizovala proces stvaranja novih osnovnih blokova obrade (kao Audio Weaver okruženje firme DSP Concepts [6]) ili kosite kompilkovane alate za automatizaciju koji zahtevaju dodatnu obuku korisnika (primer je PurePath Studio firme Texas Instruments-a [7]).

U ovom radu je predložena programska podrška nazvana XML editor koja obezbeđuje automatizaciju stvaranja XML datoteka na jednostavan način bez prethodne obuke korisnika.

II. ANALIZA PROBLEMA

Sadržaj koji treba da se nalazi u svim XML datotekama poseduje određenu formu koju treba poštovati prilikom stvaranja svakog novog osnovnog bloka obrade.

Unutar sve tri XML datoteke koriste se XML prostori imena:

- **<xpp:>** – označava elemente koje će XML predprocesor da obradi u DSP Composeru
- **<xpr:>** – označava elemente ili atribut unutar kojih se nalaze algebraski izrazi čija vredost treba da se izračuna
- **<sxpr:>** – označava aritmetičke izraze čija vrednost treba da se izračuna tokom XML obrade

XML predprocesor može da razlikuje nekoliko sintaksnih konstrukcija, a najčešće su prikazane na Sl.1. Konstrukcija **<xpp:include>** semantički je ekvivalentna konstrukciji **#include** kod C predprocesora. **<xpp:define>**

• Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva za nauku Republike Srbije, projekat 12004, od 2008. god.

Tijana Mašić, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, (e-mail: tijana.masic@rt-sp.com)

Nenad Četić, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, (e-mail: nenad.cetic@rt-sp.com)

Jelena Kovačević, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, (e-mail: jelena.kovacevic@rt-sp.com)

Vladimir Kovačević Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, (e-mail: vladimir.kovacevic@rt-rk.com)

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Tijane Mašić. Mentor je bio prof.dr Miroslav Popović.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2010.

konstrukcija definiše skup elemenata i povezuje ih sa `<definition name>`. Zatim `<xpp:insert>` konstrukcija predstavlja referencu na `<xpp:define>` konstrukciju. Elementi `<xpp:define>` konstrukcije se u XML-u ubacuju na mesto pojavljivanja `<xpp:insert>` konstrukcije. `<xpp:repeat>` konstrukcija predstavlja petlju koja se ponavlja ($\text{last} - \text{first} + 1$) puta. `<xpp:evaluate>` konstrukcija izračunava algebraski izraz. Najčešće se koristi za postavljanje promenljive na izračunatu vrednost.

```
<xpp:include file="name of file">

<xpp:define name="definition name">

<xpp:insert name="definition name">

<xpp:repeat index="variable"
  first="expression" last="expression">

<xpp:evaluate expression="expression">
```

Sl. 1. Najčešće korišćene sintaksne konstrukcije koje XML predprocesor razlikuje

A. Prezentaciona datoteka(device_name.pres.xml)

Definiše grafičko predstavljanje osnovnog bloka obrade, uključujući ulazno/izlazne tipove priključaka, broj priključaka, mesto smeštanja priključaka na osnovnom bloku obrade, boju osnovnog bloka obrade.

Prezentaciona datoteka sadži identifikator tipa osnovnog bloka obrade `<device_type_identifier>`, prikazan na Sl.2., koji sadrži jedinstveno ime i informaciju o verziji osnovnog bloka obrade, kao i podelemente koji opisuju familiju platformi sa ograničenim resursima za koju je razvijen osnovni blok obrade.

```
<device_type_identifier>
  <family value="coyote_dsp"/>
  <type value="abs"/>
  <version major="1" minor="1" subminor="0"/>
</device_type_identifier>
```

Sl. 2. Identifikator tipa procesnog bloka

`<xpp:define name="control_panel">` deo predstavlja kontrolnu tablu procesnog bloka. Pozicija kontrola na kontrolnoj tabli određena je pomoću reda `<row>`, i kolone `<column>`. Kontrola omogućava upravljanje jednom ili više promenljivih osnovnog bloka obrade, koja se nalazi među javnim podacima.

`<xpp:define name="device_layout">` deo definiše raspored i broj audio i kontrolnih priključaka procesnog bloka.

B. Implementaciona datoteka(device_name.imp.xml)

Impelemntaciona datoteka definiše informacije potrebne za stvaranje objektnog koda i struktura podataka potrebnih da se projektuje osnovni blok obrade koji se može spustiti na platformu sa ograničenim resursima.

Identifikator tipa osnovnog bloka obrade je identičan delu u prezentacionoj datoteci.

Deo o unapred određenim informacijama o osnovnom bloku obrade sadrži informacije o:

- potrošnji MIPS-a (engl. million instructions per second). Primer potrošnje MIPS-a prikazan je na Sl.3.
- adresi osnovnog bloka obrade u tabeli poziva modula
- objektnim datotekama

```
<MIPS value="((sample_rate/block_size) *
  (20+(2*block_size)))/1000000.0"/>
```

Sl. 3. Primer računanja potrošnje MIPSa

`<poke_crunch_function>` deo sadrži Pyton skripte koje će se izvršavati svaki put kada kontrola promeni vrednost

`<peek_crunch_function>` deo sadrži Pyton skripte koje će se pozivati svaki put kada kontrola treba da očita neku vrednost sa platforme sa ograničenim resursima

C. Datoteka programske sprege(device_name.if.xml)

Ova datoteka definiše ime osnovnog bloka obrade u grafičkom okruženju, koji su mu početni parametri i koje priključke poseduje. Informacije o početnim parametrima i priključcima upotpunjuju informacije iz prezentacione XML datoteke. U toj datoteci je opisan grafički izgled početnog parametra, a u datoteci programske sprege koje vrednosti on može da poseduje. Dok za priključke prezentaciona datoteka opisuje njihov izgled, datoteka programske sprege opisuje koju vrstu podataka oni prihvataju, dodeljuje im imena i jedinstvene identifikacije.

Identifikator tipa osnovnog bloka obrade je identičan delu u prezentacionoj datoteci.

`<device_property_schema>` deo sadrži definicije početnih parametara.

`<device_data_schema>` deo sadrži informacije o ponašanju kontrola tokom izvršavanja obrade osnovnog bloka obrade, i informacije o priključcima. Na priključke je moguće priključiti audio i kontrolne provodnike za prenos podataka.

D. Kod obrade procesnog bloka

Algoritam koda se izvršava u okruženju koje stvara mikrojezgro DSP Composera. Mikrojezgro sadži jednostavan operativni sistem (OS) čija je glavna uloga da bude raspoređivač za određeni broj osnovnih blokova obrade. Drugim rečima, OS-a predstavlja monitorsku petlju koja poziva rutine odgovarajućih blokova obrade po unapred definisanom redosledu. Svaki algoritam poseduje tri rutine:

- *inicijalizaciona rutina* – poziva se samo jednom, prilikom ponovnog pokretanja mikrojezgra
- *blok rutina* – poziva se svaki put kad se skupi količina podataka jednaka veličini bloka za obradu
- *pozadinska rutina* – poziva se od strane mikrojezgra svaki put kad nije zaposlen

Algoritam može da poseduje i javne i zaštićene podatke. Javnim podacima je moguće pristupiti putem matičnog mikro upravljača ili drugih porcesa koji se nalaze izvan platforme sa ograničenim resursima. Zaštićeni podaci se

koriste samo u kodu algoritma koji se izvršava na platformi sa ograničenim resursima.

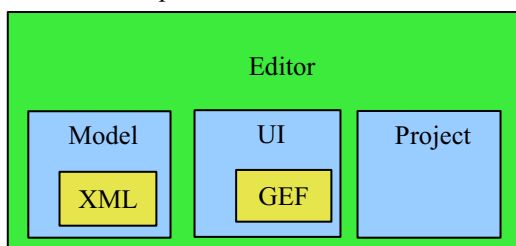
Kod algoritma se nalazi uglavnom unutar jedne izvorne (.a) datoteke, i prevodi u jednu objektnu (.O) datoteku. Imena objektnih datoteka se naznačavaju u implementacionoj XML datoteci.

Prilikom dodavanja više istih osnovnih blokova obrade na radnu površinu DSP Composer, koristi se zajednički izvorni kod, dok se memorija za podatke zauzima za svaki procesni blok posebno.

III. OPIS REALIZACIJE

Razvojno okruženje se zasniva na *Eclipse* platformi, koje je prošireno putem komponenti (eng. *plugin*).

Izvorni kod rešenja XML editora organizovan je u pakete, što je prikazano na Sl. 4.. Paketi služe za grupisanje klasa koje imaju slične funkcionalnosti, radi preglednosti koda. Ti paketi su:



Sl. 4. Prikaz grupisanja paketa

- *editor* – sadrži aktiviranje priključka
- *model* – sadrži klase koje predstavljaju elemente koji se upisuju u rezultujuće XML datoteke
- *ui* – sadrži klase za prikaz korisničkog okruženja za unos elemenata koji se upisuju u rezultujuće XML datoteke
- *project* - sadrži podatke o projektu koji se pravi
- *gef* – sadrži klase pomoću kojih se prikazuju i dodaju kontrole osnovnih blokova obrade

XML editor je realizovan kao višestranični editor [8]. Radi lakšeg unosa podataka, sadržaj svake stranice predstavlja logičku celinu. Prikaz unosa podataka u višestranični editor i upis tih podataka u XML datoteke prikazan je na Sl. 5.

A. Stranica sa osnovnim podacima

Sadrže naziv osnovnog bloka obrade, priključke, i početne parametre osnovnih blokova obrade. Omogućeno je dodavanje novih priključaka i početnih parametara pomoću dijaloga, u kome se popunjavaju potrebni podaci. Prikaz unetih elemenata se vrši pomoću tabela.

B. Stranica sa kontrolama

Sadrže prostor za grafičko raspoređivanje kontrola osnovnih blokova obrade i dodavanje skrivenih kontrola. Kontrole se raspoređuju u željeni red i kolonu u kojoj će biti prikazani u DSP Composeru. Skrivenne kontrole se dodaju pomoću dijaloga, a prikazuju pomoću odgovarajuće tabele.

C. Stranica sa podacima o realizaciji

Sadrži podatke o objektnim datotekama, funkcijama za upis i čitanje, tipu osnovnog bloka obrade i potrošnji

MIPS-a. Objektno datoteke se dodaju pomoću dijaloga, a prikazuju pomoću odgovarajuće tabele. Tip osnovnog bloka obrade se bira od ponuđenih u padajućoj listi. Omogućen je izbor datoteka koje sadrže Python skripte za čitanje i upis.

D. Stranica sa javnim podacima nad kojima je dozvoljeno i čitanje i pisanje

Opisuje javne podatke osnovnih blokova obrade nad kojima je dozvoljeno i čitanje i pisanje koji se nalaze u Y memoriji procesora sa ograničenim resursima.

E. Stranica sa javnim podacima nad kojima je dozvoljeno samo čitanje

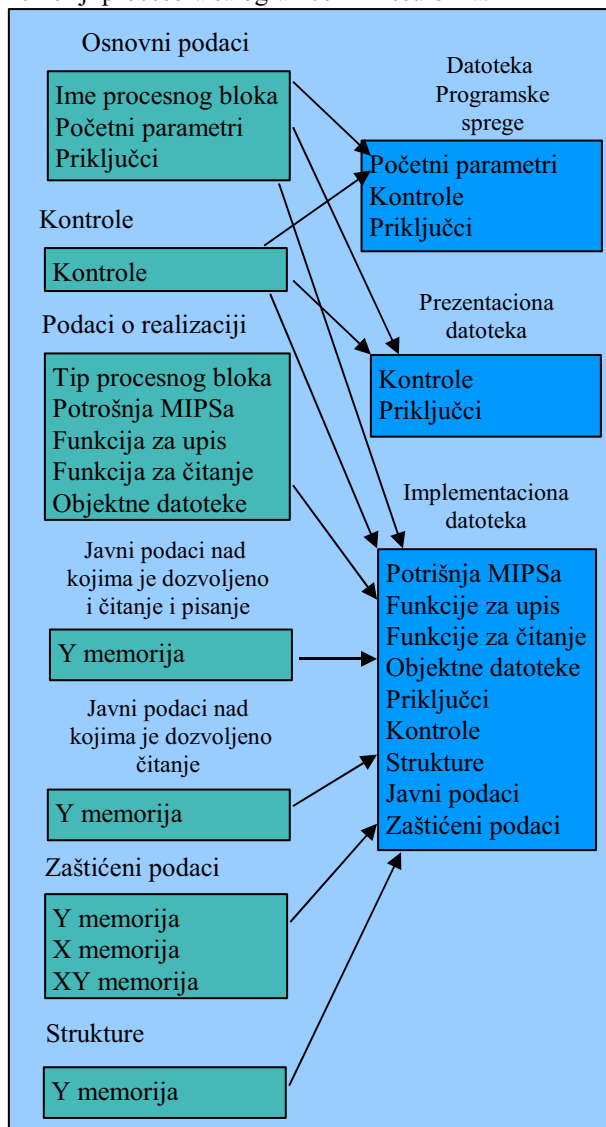
Opisuje javne podatke osnovnih blokova obrade nad kojima je dozvoljeno samo čitanje koji se nalaze u Y memoriji procesora sa ograničenim resursima.

F. Stranica sa zaštićenim podacima

Opisuje zaštićene podatke koji se nalaze u X, Y ili XY memoriji procesora sa ograničenim resursima.

G. Stranica sa strukturama

Opisuje nove strukturne tipove koje se nalaze u Y memoriji procesora sa ograničenim resursima.



Sl. 5. Prikaz unosa podataka u višestraničnom editoru, i upisa tih podataka u XML datoteke

H. Detalji realizacije

Pomoću JFace biblioteke koja je deo Eclipse projekta realizovan je prikaz, dodavanje novog sadržaja i promena sadržaja tabela[9]. JFace biblioteka obezbeđuje klase koje pomažu razvoj grafičkih elemenata koji su složeni za uvođenje. JFace omogućuje razmišljanje samo o realizaciji funkcionalnosti, oslobađajući nas brige o internoj realizaciji grafičkih objekata koji obezbeđuju željenu funkcionalnost.

Prikaz sadržaja u tabelama realizovan je pomoću prikazivača tabela (TableViewer) koji je deo JFace biblioteke. Svrha prikazivača je da pojednostavi interakciju između modela koji je potrebno prikazati i grafičkog objekta koji prikazuje model. Prikazivačima je potrebno dodeliti obezbeđivač naziva, obezbeđivač sadržaja i ulazni model. Kada se prikazivaču dodeli ulazni model, on preko obezbeđivača sadržaja saznaje koje elemente iz modela je potrebno prikazati. Takođe zadatak obezbeđivača sadržaja je da obavesti prikazivač o svakoj promeni modela. Obezbeđivač naziva je zadužen za prikaz naziva elemenata modela. On prikazivaču prosleđuje tekst koji se prikazuje u tabeli.

U svakoj tabeli omogućeno je brisanje odabranih elemenata tabele, kao i pomeranje elemenata za red gore ili dole. Ovim je omogućeno korisniku raspoređivanje javnih i skrivenih podataka koji će biti upisani u memoriju platforme sa ograničenim resursima, radi povećanja efikasnosti izvršavanja algoritma na ciljanoj platformi.

Za stvaranje XML datoteka korišćen je JAXP (Java API for XML Processing) programska sprema koja omogućava raščlanjivanje XML dokumenata [10]. Korišćen je DOM(Document Object Model) raščlanjivač koji vrši predstavljanje i interakciju sa objektima unutar XML dokumenata [11]. DOM raščlanjivač stvara dokument, čiji sadržaj ima strukturu stabla, koje poseduje čvorove. Zatim se taj dokument transformiše i upisuje u izlaznu XML datoteku.



Sl.6. Prikaz kontrola na kontrolnoj tabli

GEF predstavlja radni okvir koji obezbeđuje okruženje za grafičko uređivanje za programe koji se razvijaju na Eclipse platformi [12]. GEF pruža snažnu osnovu za stvaranje novih editora za vizuelno uređivanje korisničkih modela. Pri svakoj promeni stanja modela, GEF primećuje promene i primenjuje odgovarajuće radnje, kao što je npr. ponovno iscrtaavanje modela, prilikom zahteva za pomeranjem modela. GEF je korišćen kao osnova za realizaciju rukovanja kontrolama. Pomoću njega je realizovano dodavanje novih kontrola i njihovo raspoređivanje na kontrolnoj tabli osnovnog bloka obrade, kao što je prikazano na Sl.6.

IV. ISPITIVANJE

Ispitivanje se obavljalo u dve faze. Prvo su 20 primitiva ispitane ručno, a zatim se na osnovu dobijenih rezultata izvelo regresivno ispitivanje [13]. Regresivno ispitivanje (*eng. regression testing*) je vrsta ispitivanja u kome se na osnovu jednom razvijenog programa ispita više puta sprovodi ispitivanje programske podrške. Za regresivno ispitivanje korišćena je realizacija regresivnog ispitivanja DSP Composer programske podrške, razvijene na katedri za računarsku tehniku i računarske komunikacije Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu[14]. Pokretanje i izvršavanje programa ispita je izvršeno upotrebom BBT programske podrške[15]. BBT programska podrška radi na principu crne kutije što znači da je moguće ispitivati razne sisteme bez poznavanja njihove unutrašnje strukture.

V. ZAKLJUČAK

Realizacijom XML editora omogućeno je automatsko generisanje XML datoteka za opis osnovnih blokova obrade, čime je smanjeno vreme pisanja novih osnovnih blokova obrade. Takođe je smanjena mogućnost greške, jer se uglavnom pisanje novih osnovnih blokova obrade svodila na prepravljanje XML datoteka postojećih koji imaju sličnu funkcionalnost. Takođe ovo rešenje omogućuje korisnicima razvoj novih osnovnih blokova obrade bez poznavanja XML jezika.

LITERATURA

- [1] Branislav Rankov, *Jedan pristup proširenju sistemskih programskih alata na osnovu standarda DWARF 2*, diplomski – master rad, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2009.
- [2] Steve Holzner, "Eclipse", O'Reilly Media, 2004
- [3] CS4953xx Data Sheet – Cirrus Logic
- [4] DSP Composer User's Manual – Cirrus Logic
- [5] DSP Composer Primitive Elements Reference – Cirrus Logic
- [6] Audio Weaver Module Developers Guide – DSP Concepts, 2004
- [7] Component Publisher, Texas Instruments, Available: http://processors.wiki.ti.com/index.php/Creating_Blocks_for_C6FLo
- [8] Wayne Beaton, Jeff McAffer, *Eclipse Rich Client Platform*, Eclipse Foundation, Inc, 2006
- [9] Matthew Scarpino, Stephen Holder, Stanford Ng, Laurent Mihalkovic, "SWT/JFace in Action: GUI Design with Eclipse 3.0"
- [10] James Duncan Davidson, *Java API for XML Parsing*, Sun Microsystems, Inc, 2000
- [11] DOM, Available: <http://www.w3.org/DOM/>
- [12] GEF, Available: <http://eclipse.org/gef/>
- [13] Hiraral Agrawal, Joseph R. Horgan, Edward Krauser, Saul London, "Incremental Regression Testing", IEEE Conference on Software Maintenance (ICSM '93), Montreal, CA
- [14] Ivan Stojanović, "Jedna realizacija regresivnog ispitivanja DSP Composer sistemske programske podrške na platformi sa ograničenim resursima", *Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka*, 2010.
- [15] BB Testing, 2007 RT-SP DOO

ABSTRACT

This paper describes implementation of XML editor that is part of integrated development environment CLIDE. XML editor automatically creates basic processing blocks for digital signal processors. XML editor automatically creates XML files for process blocks describing of grafical development enviroment, and makes process of creating them easier.

ONE EXTENSION OF INTEGRATED DEVELOPMENT ENVIRONMENT FOR EMBEDDED SYSTEMS

Tijana Masic, Nenad Cetic, Jelena Kovacevic and Vladimir Kovacevic

Jedno rešenje dinamičkog poboljšanja perceptualnog kvaliteta širokopojasnog audio signala u prisustvu buke

Petar Petrović, Robert Pečkai-Kovač, Stanislav Očovaj, Jelena Kovačević

Sadržaj — U ovom radu je prikazano jedno rešenje dinamičkog poboljšanja perceptualnog kvaliteta širokopojasnog audio signala u prisustvu buke na jednoj klasi procesora za digitalnu obradu signala uz korišćenje minimalnih resursa. Realizovani algoritam je zasnovan na adaptivnom širokopojasnom kompresoru, prilagođenom za rad u realnom vremenu na platformi sa ograničenim resursima. Opisana je struktura kompresora, kao i realizacija na DSP procesoru firme Cirrus Logic.

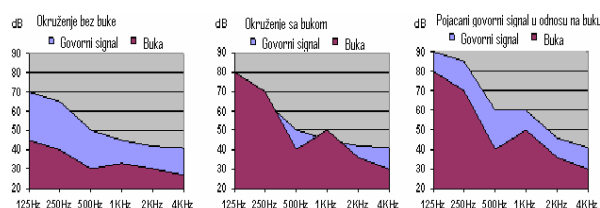
Ključne reči — DFT (Discrete Fourier Transformation), DSP (Digital Signal Processor), FFT (Fast Fourier Transformation), NMR (Noise Masking Ratio), PCM (Pulse Code Modulation), SNR (Signal To Noise Ratio)

I. UVOD

ALGORITAM za dinamičko poboljšanje perceptualnog kvaliteta širokopojasnog audio signala u okruženju sa bukom je namenjen prenosivim audio uređajima, kojih na tržištu ima sve više. Kada se prilikom korišćenja tih uređaja korisnik nađe u okruženju sa ambijentalnom bukom neki delovi audio signala mogu biti maskirani bukom [1]. U tom slučaju korisnik najčešće reaguje pojačavanjem muzičkog signala. Ako je intenzitet signala smetnje vremenski promenljiv, intenzitet zvuka će biti pojačan i kada to nije potrebno, što može dovesti do kraćeg trajanja baterija ili čak oštećenja sluha korisnika. Odnosno problem kod ručnog podešavanja intenziteta je vremenski promenljiv intenzitet signala smetnje, pa je potrebno podešavati intenzitet audio signala (muzika, film) tako da prati intenzitet signala smetnje. Na slici 1 je prikazano maskiranje govora, ambijentalnom bukom.

U ovom radu je dat opis rešenja za dinamičko podešavanje intenziteta audio signala koji analizira karakteristike signala smetnje i rezultate analize primenjuje na sadržaj ulaznog audio signala, tako da i

najtiši delovi ulaznog signala ne budu maskirani bukom. Ovo se postiže kombinacijom nekoliko psihoakustičkih efekata, karakteristika ljudskog slušnog sistema i karakteristika slušalica.



Sl 1. Govor maskiran šumom

II. STRUKTURA I OPIS ALGORITMA

Korisnički scenario predstavlja upotrebu uređaja za digitalnu reprodukciju audio signala u okruženju sa bukom. Prisustvo pozadinskog šuma otkriva se mikrofonom ugrađenim u uređaj.

Poboljšanje perceptualnog kvaliteta audio signala [2] je zasnovano na frekventno zavisnom kompresoru, optimizovanom da obezbedi SNR (odnos signala i šuma) u onom frekventnom opsegu u kom je signal smetnje najdominantniji.

Prilikom obrade potrebno je uzeti u obzir i nekoliko psihoakustičkih efekata [3] [4]:

- Efekat maskiranja na istom audio kanalu
- Efekat maskiranja u susjednim kanalima
- Efekat vremenskog maskiranja
- Model audio kanala raspodeljen po bark skali

Opseg pojačanja je ograničen u nekoliko slučajeva, tako da pojačanje ne bi trebalo da naruši subjektivni osećaj tonskog balansa između visokih i niskih frekvencija, a takođe je potrebno izbeći prekomernu kompresiju. Korisnik ne bi trebao da oseti značajnu razliku u boji tonova kada se uspostavi frekventna ravnoteža.

Algoritam treba da ispuni dva zadatka. Prvi zadatak je da se analizira spektar ulaznog signala i proračunaju pojačanja u frekventnim podopsezima. Drugi zadatak je filtriranje ulaznog audio signala, filtrom čiji su koeficijenti izračunati koristeći prethodni proračun pojačanja.

Oba zadatka su zasnovana na diskretnoj Furijeovoj transformaciji (DFT). Blok dijagram algoritma je prikazan na slici 2. Ulazni signal $x(t)$ može da bude muzika, govor ili njihova kombinacija pri čemu je frekventni opseg ulaznog signala od 20Hz do 20000Hz a frekvencija

Ovaj rad je delimično finansiran od ministarstva za nauku Republike Srbije, projekat 161003, od 2008 god.

Petar Petrović, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, (e-mail: petar.petrovic@rt-sp.com)
Robert Pečkai-Kovač, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, (e-mail: robert.peckai-kovac@rt-sp.com).

Stanislav Očovaj, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, (e-mail: stanislav.ocovaj@rt-sp.com)

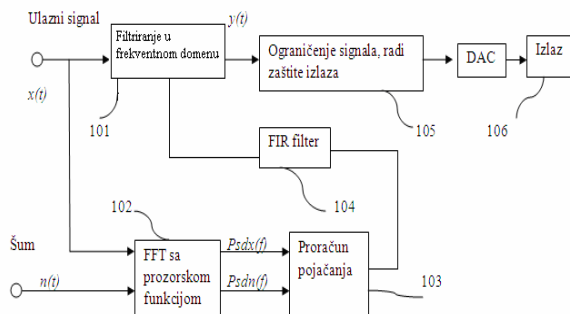
Jelena Kovačević, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, (e-mail: jelena.kovacevic@rt-sp.com)

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Petra Petrovića. Mentor je bio prof.dr Miroslav Popović.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2010.

odabiranja 48000Hz. Signal šuma $n(t)$ može biti otkriven posebnim mikrofonom ili postojećim mikrofonom celularnog telefona. Signal šuma ima isti frekventni opseg kao i signal $x(t)$.



Sl. 2 Blok dijagram algoritma

Spektralna analiza oba kanala je urađena u modulu 102. Signali su podeljeni u blokove veličine 1024 odbiraka, blokovi se preklapaju polovinom svoje veličine. Signal smetnje kao i muzički signal pomnožen je prozorskom funkcijom pre brze Furijeove transformacije (FFT). Izlaz modula 102 je spektar energije oba signala. Najznačajniji modul je modul 103, koji koristi prethodne rezultate za proračun pojačanja audio kanala.

U skladu sa psihoakustičkim modelom primenjenim u ovom rešenju [2], algoritam koristi 50 audio kanala raspoređenih prema bark skali. Modul 104 transformiše pojačanja dobijena u prethodnom modulu u željeni frekventni odziv. FIR filter sa željenim frekventnim odzivom je dobijen tehnikom prozoriranja. Koeficijenti filtra su osveženi za svaki novi blok podataka koji se sastoji od 1024 odbiraka.

Ulazni signal $x(t)$ je obrađen u modulu 101, FIR filtrom dobijenim u modulu 103. FFT obrada je izvršena nezavisno od modula 102. Nivo obrađenog signala $y(t)$ se ograničava u modulu 105 kako ne bi došlo do preopterećenja izlaznog zvučnog sistema.

III. OPIS FUNKCIONALNIH BLOKOVA ALGORITMA

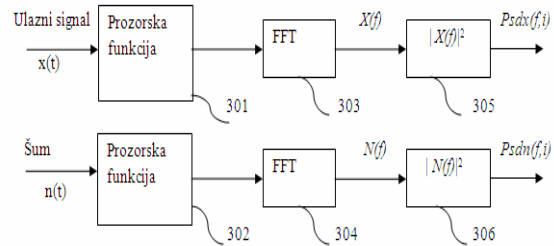
A. FFT filtriranje

Standardni pristup rešavanju problema je korišćenje banke filtera, kod koga problem dostizanja odgovarajućeg frekventnog odziva zahteva puno proračuna. Ovdje je primenjeno rešenje sa jednim FIR filtrom, čiji se koeficijenti računaju sa svakim novim blokom podataka prema željenom frekventnom odzivu. Za okruženja gde je šum niskog nivoa modul 103 kreira FIR filter sa ravnim frekventnim odzivom koji neće izmeniti originalni muzički signal. Realizovani filter obezbeđuje strm frekventni odziv kako bi smanjio uticaj filtra na susedne kanale [2]. Kako bi se smanjila izobličenja izazvana naglim promenama između susednih blokova primenjuje se dvostruko filtriranje sa prethodnim i novim koeficijentima. Izlazni signali ova dva filtriranja množe se prozorskom funkcijom, a zatim sabiraju.

B. FFT analiza

Ovaj modul računa gustinu spektra energije muzičkog

signala $x(t)$ i signala šuma $n(t)$. Pre FFT obrade nad ovim signalima primenjena je prozorska funkcija (Hann prozorom) slika 3, kako bi se potisnule komponente nastale curenjem spektra.



Sl. 3 FFT analiza ulaznog signala i signala šuma

Izlaz ovog modula su kvadrati koeficijenata diskretne Furijeove transformacije (DFT) koji predstavljaju gustinu spektra energije ulaznog signala i signala šuma.

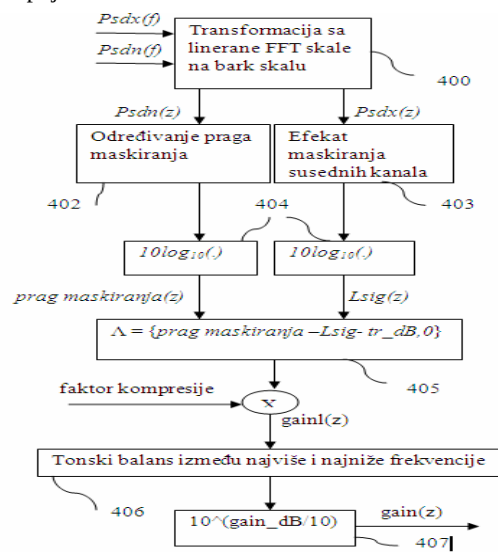
C. Određivanje pojačanja.

Na osnovu modela ljudskog slušnog sistema, osnovne frekvencije audio signala su raspoređene po bark skali. Frekventni raspon od 20Hz do 20000Hz je podeljen na 25 opsega (barka). U ovom rešenju koristi se 50 audio kanala sa širinom od 0,5 barka. Svaki frekventni blok je preslikan u odgovarajući audio kanal. Snaga muzičkog signala i šuma se računa na samom početku algoritma.

Pored praga maskiranja šuma uzet je u obzir i efekat maskiranja susednih kanala u modulu 403, slika 4. Za ovu svrhu izračunata je ovojnica $P_{sd_x}(z)$.

Prilikom računanja prve aproksimacije pojačanja, primenjene su dodatna konstanta za pojačanje, dobijena na osnovu apsolutnog praga čujnosti, dodatni prag za pojačanje signala (tr_dB) i frekventno zavisani faktor kompresije.

Tonski balans primenjen u modulu 406 predstavlja poboljšanje zasnovano na ukupnom nagibu krive $gain(z)$. Ako je nagib negativan to znači da će niske frekvencije biti pojačane, ali kako bi se održala originalna boja ulaznog muzičkog signala i visoke frekvencije se moraju dodatno pojačati.



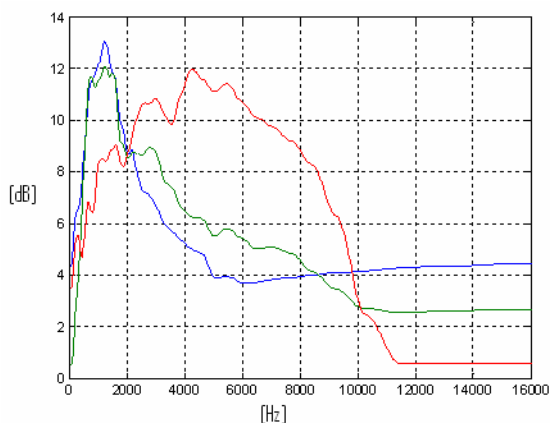
Sl. 4 Proračun pojačanja

D. FIR filter

Nad željenim frekventnim odzivom se primenjuje:

- inverzna FFT obrada,
- prozorska funkcija, i
- FFT obrada.

Amplitudska karakteristika FIR filtra u prisustvu različitih tipova šuma su prikazane na slici 5.



Sl. 5 Amplitudska karakteristika FIR filtra u prisustvu tri različita tipa pozadinskog šuma

IV. OPIS REALIZACIJE

Algoritam je realizovan u tri faze, pri čemu svaka faza ima odgovarajući model [5]. Model 1 predstavlja C kod sa aritmetikom sa pokretnim zarezom, prilagođen prelasku na aritmetiku sa fiksnim zarezom i daje iste rezultate kao referentni Matlab kod. Model 2 predstavlja C kod sa aritmetikom sa fiksnim zarezom koja unosi zanemarljivu grešku prilikom obrade u odnosu na model 1, dok model 3 predstavlja asemblerski kod koji daje identične rezultate kao model 2.

Opisani algoritam je realizovan i ispitivan na 32-bitnom DSP procesoru (Cirrus Logic CS47048) sa jednim jezgrom koji je prvenstveno namenjen prenosnim uređajima za reprodukciju digitalnog audio signala [6]. Ciljni procesor obezbeđuje 150 miliona instrukcija u sekundi (MIPS). Memorija je podeljena na programsku memoriju P i dve odvojene memorije X i Y za podatke. Programska memorija i memorija za podatke Y dele isti memorijski blok pa se ukupna memorija procesora može konfigurisati na četiri načina, kao što je prikazano u tabeli 1.

Tabela 1: Memorijska mapa DSP-a

P-RAM	X-RAM	Y-RAM
14K words	10K words	8K words
12K words	10K words	10K words
10K words	10K words	12K words
8K words	10K words	14K words

Realizacija algoritma na procesoru namenjenom prenosivim uređajima zahteva: malu potrošnju, odnosno što manje procesorskog vremena (MIPS-a), i malu

memoriju odnosno što manju cenu krajnjeg uređaja. Proces obrade signala se sastoji od sedam funkcija, tabela 2. Najzahtevnije funkcije po potrošnji MIPS-a su filtriranje FIR filtrom sa novim koeficijentima (*ApplyNewFIR*) i sam proračun novih koeficijenta za FIR filter (*CalculateFIRCoefs*). U prvoj verziji koda ove funkcije su zajedno trošile 11,8 MIPS-a.

Tabela 2: Broj potrebnih MIPS-a za svaku funkciju

Funkcije	Potrošnja MIPS-a
GetSignalSpectrum	2.927
ApplyOldFIR	3.313
GetSignalPsd	2.975
GetNoisePsd	2.591
CalculateGains	2.590
CalculateFIRCoefs	4.466
ApplyNewFIR	3.514

Analiza koda je pokazala da su ove funkcije realizovane od kratkih programskih petlji, koje su se ponavljale veliki broj puta (npr. za svaki odabirak svakog od kanala) pa je svako skraćivanje ovih programskih petlji imalo značajan uticaj na brzinu izvršavanja.

Najveće uštede donelo je korišćenje sledećih optimizacionih tehnika [7]:

- izdvajanje provera pojedinih uslova i uslovnih skokova izvan programskih petlji, kao i
- skraćivanje programskih petlji većim korišćenjem paralelnog izvršavanja instrukcija

Nakon optimizacije koda, spomenute dve kritične funkcije su smanjene za oko 4 MIPS-a. Ukupno procesorsko vreme izvršavanja obrade je smanjeno na približno 20 MIPS-a što predstavlja 13.33 % iskorišćenosti procesorskog vremena, uz povećanje utroška memorijskih resursa.

Iskorišćenost memorije DSP procesora je prikazano u tabeli 3.

Tabela 3: Iskorišćenost memorije DSP-a

Memorija	Zauzeta memorija
X	6,189k
Y	7.265k
P	1.304k

V. ISPITIVANJE I VERIFIKACIJA

Predloženi algoritam ispitivan je u okviru nekoliko faza koje odgovaraju fazama razvoja.

Model 1 je ispitivan subjektivnom metodom merenja kvaliteta obrađenog audio signala. Za potrebe ispitivanja korišćeno je nekoliko stacionarnih i nestacionarnih tipova šuma, kao što su:

- Buka u avionskoj kabini
- Pneumatski čekić
- Veći broj istovremenih razgovora
- Buka ulice

Jedna od najčešće korišćenih subjektivnih metoda merenja kvaliteta obrađenog audio signala je metoda koja se zasniva na ispitivanju slušanjem, kod koje veći broj slušalaca ocenjuje kvalitet prikazanih ispitnih signala, koristeći ocene na skali od 1 do 5, gde 5 označava odličan kvalitet, dok 1 označava nezadovoljavajući, odnosno loš kvalitet ispitnog signala (tabela 4). Krajnja ocena kvaliteta dobija se računanjem srednje vrednosti ocene svih slušalaca. Ovako dobijena ocena obično se naziva „srednja ocena mišljenja“ (*Mean Opinion Score, MOS*). Preporuke za sprovođenje MOS ispitivanja definisane su u okviru standarda ITU-R BS 1284-1. Prosečan odnos šuma i maske (NMR) ispitnih signala je za 21,1 % bolji kod obrađenog audio signala u odnosu na ulazni signal.

Tabela 4: Skala subjektivne ocene kvaliteta govornog signala

Ocena	Nivo kvaliteta
5	Šum je potpuno neprimetan
4	Šum je delimično primetan
3	Šum je primetan ali nije ometajući
2	Šum je primetan i delimično ometajući
1	Šum je veoma primetan i ometajući

U drugoj fazi razvoja algoritma, ispitivanjem modela 2, u odnosu na model 1, eksperimentalnim putem je utvrđena bitska razlika sa maksimalnom greškom od jednog bita, pošto ljudsko uho u toku reprodukcije izlaznog signala ovu razliku ne može da oseti, je definisana dozvoljena razlika od 1 bita.

Ispitivanje modela 3 je izvršeno u realnom vremenu. Ovaj način ispitivanja korišćen je u toku razvoja kompresora i služio je za otkrivanje grešaka kao što su gubitak sinhronizacije, beskonačne petlje i služio je kao indikator da su svi kanali prisutni i obrađeni na izlazu kompresora. Ispitivanje u realnom vremenu u toku razvoja projekta izvršeno je posle svakog koraka optimizacije ili bilo koje druge promene u kodu. Izlazni audio signal sa ciljane platforme je sniman audio karticom „*Echo Digital Audio Fireworks*“ kako bi se uporedio sa izlaznim signalom referentnog C koda modela 2.

Pošto je utvrđeno da model 3 daje identične obrađene signale kao i model 2, zbog velikog broja ispitnih signala obavljena je automatska verifikacija tačnosti snimljenih podataka. Automatsko ispitivanje rešenja u realnom vremenu izvršeno je primenom ispitnog okruženja na principu crne kutije (Black Box Testing – BBT [8]). Operacije koje se izvršavaju tokom automatskog ispitivanja su:

- Učitavanje audio kompresora na razvojnu ploču
- Pripremanje referentnog audio signala
- Puštanje ulaznog i signala šuma na razvojnu ploču
- Snimanje audio signala sa DSP-a
- Poređenje audio signala obrađenog referentnim kodom i obrađenog signala sa razvojne ploče

Na osnovu rezultata automatskog ispitivanja, pri čemu je utvrđeno da rešenje na ciljnoj platformi daje identične rezultate kao referentni C kod u modelu 2 i MOS ispitivanja kod koga je prosečna ocena neobrađenog signala 1,2 dok je ocena obrađenog audio signala 3,3, ustanovljeno je da rešenje zadovoljava zadate kriterijume referentnog modela kao i ograničenja ciljane platforme.

VI. ZAKLJUČAK

U okviru ovog rada prikazana je jedna realizacija širokopojasnog audio kompresora na platformi sa ograničenim resursima (Cirrus Logic CS47048). Kao referenca korišćen je MATLAB kod koji obezbeđuje sve funkcionalnosti kompresora zadate specifikacijom.

Osnovni cilj bio je realizacija algoritma kojim se postiže prijatnije slušanje muzike u bučnom okruženju, namenjenog prenosnim audio uređajima.

Iako ovakva rešenja još nisu zastupljena na tržištu u velikoj meri, subjektivnim ispitivanjima, što potvrđuje i bolja NMR vrednost, utvrđeno je poboljšanje perceptualnog kvaliteta muzičkog signala.

LITERATURA

- [1] Meir Tzur (Zibulski), Alexander A. Goldin, "Sound Equalization in a Noisy Environment", Audio Engineering Society, 2001 May 12–15 Amsterdam, The Netherlands
- [2] Marina Bosi, "Perceptual Audio Coding", IEEE Signal Processing Magazine Sept. 1997
- [3] E. Zwicker and H. Fastl, "Psychoacoustics Facts and Models" Berlin: Springer Verlag 1990.
- [4] J. Thiemann „Acoustic Noise Suppression for Speech Signals Using Auditory Masking Effects“, Master thesis, Department of Electrical & Computer Engineering, McGill University, Montreal, Canada, 2001
- [5] Djukic Miodrag, Četic Nenad, Kovačević Jelena, Popovic Miroslav, "A C Compiler Based Methodology For Implementing Audio DSP Applications on a Class of Embedded Systems", ISCE, IEEE, ISBN: 978-1-4244-2422-1, 2008
- [6] Perovic Srdjan, Kovacevic Jelena, "Jedno rešenje radnog okruženja audio kodeka na platformi sa ograničenim resursima", ISBN: 987-86-80509-62-4, Etran 2007.
- [7] Dejan Mišković, Miroslav Popović, Zoran Jovanović: Jedno rešenje optimizacije koda pomeranjem instrukcija bezuslovnih skokova i arhitekturom podržanih petlji, XLVIII konferencija ETRAN, Čačak, 2004,
- [8] Nikola Teslic, Vukota Pekovic, Miodrag Temerinac, Uwe Strohbeck "On the Effectiveness of TV System Validation Based on Black Box Testing Technique," MicronasNIT, Novi Sad Institute of Information Technology Fruskogorska 11, SRB-21000 Novi Sad, Serbia

Abstract – This paper presents a short overview of one realization of wide bandwidth audio compressor based on DSP processor.

ONE SOLUTION OF THE DYNAMIC IMPROVEMENT OF PERCEPTUAL QUALITY OF BROADBAND AUDIO SIGNALS IN THE PRESENCE OF NOISE

Petar Petrović, Robert Pečkai-Kovač, Stanislav Očovaj, Jelena Kovačević

GEOGRAFSKI PRIKAZ ŠEME SREDNJE NAPONSKE MREŽE ZADANE U XML OBLIKU

GEOGRAPHICAL VIEW OF MIDDLE VOLTAGE LEVEL NETWORK SPECIFIED IN XML FORMAT

Cvetko Zubanov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisana aplikacija koja prikazuje geografsku šemu srednje naponske mreže na osnovu XML fajla. Aplikacija se zasniva na **Spring .NET framework-u** i **ASP .NET MVC2 modelu**.

Abstract – This paper, describes application that makes a geographical view of middle voltage network specified in XML format. Application is based on Spring .NET framework and ASP .NET MVC2 model.

Ključne reči: **Spring .NET framework, ASP .NET MVC2.**

1. UVOD

U ovom radu je opisana aplikacija koja na osnovu **XML** fajla iscrta geografski prikaz srednje naponske mreže. Aplikacija je zasnovana na **ASP.NET MVC2** i **Spring .NET framework-u**. **XML** fajl, na osnovu koga se vrši iscrtavanje, se pravi i menja u nezavisnoj aplikaciji koja se zove **DMD**.

DMD je deo **DMS** softvera. Koriste ga dispečeri i inženjeri energetike pri analizi i planiranju rada srednje naponskih distributivnih mreža. **DMD**-ov korisnički interfejs omogućava interaktivni rad i bogatu vizuelnu prezentaciju stanja mreže i rezultata analize. **DMD** takođe beleži sve nove elemente i izmene na postojećim u **XML** fajlu.

Za geografski prikaz srednje naponske mreže koristi se pretraživač (**browser**). Korisnik preko pretraživača upućuje aplikaciji zahteve za iscrtavnje slike. Kako ne bi preoptereti aplikaciju, potrebno je da pretraživač umesto cele slike traži samo delove slike, koji se trenutno ne vide u pretraživaču, a trebalo bi da se vide. Stoga je u aplikaciji korišćen mehanizam tajlova (**tile**).

Tajlovi su male slike koje predstavljaju delove celokupne slike. Na taj način se aplikaciji upućuje minimalan broj zahteva.

Pored osnovnog prikaza šeme, aplikacija pruža mogućnost kretanja po mapi, zumiranja, izbora bojenja elemenata šeme, menjanja veličine tajlova, kao i prikaz opterećenosti procesora prilikom rada aplikacije.

Drugo poglavlje opisuje funkcionalnost aplikacije.

U trećem poglavlju rada će se govoriti o elementima koji se javljaju u **XML** fajlu, kao i kodu koji vrši parsiranje ovog fajla. Takođe će biti reči i o **Spring .NET Framework-u** i njegovom modulu **Spring.Core**.

NAPOMENA:

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

U četvrtom poglavlju je prikazan **Web** servis koji koristi aplikacija. **Web** servis ima zadatak da na osnovu izgenerisanih elemenata pravi tajlove. **Web** servis je napravljen pomoću **Spring**-ovog modula **Spring.Web**, koji je takođe opisan u ovom poglavlju.

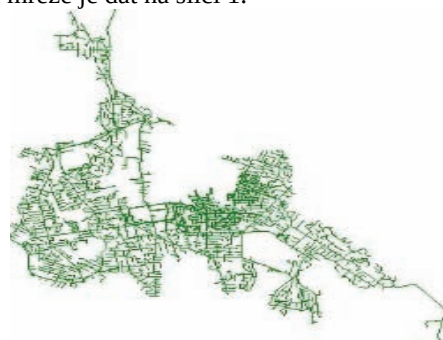
Peto poglavlje demonstrira kako aplikacija vodi računa o tome da li je **DMD** napravio promene na **XML** fajlu. U rešenju ovog problema, ključnu ulogu igra modul **Spring-a Spring.Aop**.

Šesto poglavlje diskutuje kod aplikacije. U ovoj glavi su predstavljene mogućnosti aplikacije.

Sedmo poglavlje sadrži zaključna razmatranja i osvrt na predhodna poglavlja.

2. FUNKCIONALNOST APLIKACIJE

Aplikacija treba da iscrta geografski prikaz srednje naponske mreže u pretraživaču. Primer geografskog prikaza mreže je dat na slici 1.



Slika 1. Geografski prikaz mreže

Pošto su dimenzije mreže višestruko veće od dimenzija pretraživača, postoji potreba za prikazom samo dela mreže. Za tu potrebu će se koristiti tajlovi. Promena veličine tajla treba da bude podržana u aplikaciji. Pošto se ne može prikazati cela mreža, potrebno je korisniku staviti do znanja koji deo mreže posmatra. Aplikacija treba da prikaže umanjenu mapu cele mreže na kojoj će biti označeno koji deo mreže se gleda. Da bi korisnik mogao da, pored prikazanog dela mreže, vidi i njen ostatak, potrebno mu je omogućiti da se kreće po mreži. Aplikacija treba da podržava kretanje na gore, dole, levo, desno, kao i opciju za centriranje, koja prikazuje središte mreže. Aplikacija treba da podržava akcije umanjivanja i uvećavanja dela mreže koji se posmatra. U aplikaciji treba da postoje četiri elementa koja se mogu prikazati. To su:

- **TSM** - stanice koje konvertuju srednji u niski napon. Prikazuju se kao pravougaonici.
- **TSH** - stanice koje konvertuju visoki u srednji napon. Prikazuju se kao pravougaonici.

- **SEC** - veza između elemenata. Prikazuje se punom linijom.
- **JOI** - čvorovi spojeni na jednu ili više srednje naponskih stanica. Prikazuju se kao trouglovi.

Aplikacija treba da ova četiri elementa boji po izboru jedne od jedanaest mogućih šema. Te šeme su energizovanost, pripradnost fideru, pripadnost transf. stanici, pripadnost transformatoru, naponski nivo, relativno opterećenje, napon, pad napona, temperatura, uzemljenje, fazni pomak.

Pošto se prikazana mreža može promeniti, aplikacija treba da vodi računa o tome da li je došlo do takve promene.

3. XML PARSER

Da bi aplikacija napravila model, u kome bi se nalazili elementi šeme srednje naponske mreže, potrebno je da ima izvor iz koga bi čitala podatke o elementima. Ovi podaci su sadržani u **XML** fajlu koji generiše i održava nezavisna aplikacija **DMD**.

Da bi aplikacija napravila model šeme srednje naponske mreže, potrebno je da se izparsira taj **XML** fajl. Aplikacija ne koristi gotove parsere već se oslanja na sopstveni parser.

U **XML** fajlu, koji sadrži opis šeme srednje naponske mreže, se nalaze elementi na osnovu kojih će se praviti instance različitih klasa. Elementi koji se nalaze u **XML**-u definisani su atributom **type**, a oni mogu imati vrednost **TMS**, **TSH**, **JOI**, **SEC**. Za razvoj parsera **XML** fajlova korišćen je **Spring .NET Framework**.

3.1. Spring .NET Framework

Framework je posebna vrsta softverske biblioteke. On se u odnosu na druge biblioteke razlikuje po tome što poseduje nekoliko ključnih karakterističnih funkcionalnost kao što su:

- inverzija kontrole
- predodređeno ponašanje
- proširivost
- nepromenljivost koda **framework**-a.

Postoji veliki broj **framework**-a. **Apple** je razvio jedan od prvih komercijalnih **framework**-a, **MacAPP** za Mekintoš. Originalno je bio napisan u objektno orijentisanoj verziji Paskala. Kasnije je napisan u C++ -u. **Microsoft** je napravio **framework** nazvan **Microsoft Foundation Classes** za razvoj **Windows** aplikacija u C++ -u. **SpringSource** je kompanija koja je razvila aplikacioni **framework Spring**, koji radi na javinoj virtuelnoj mašini. **Spring** posebnim čine njegovi moduli koji omogućavaju veliki broj servisa. Iz **Spring**-a je nastao **Spring .Net Framework** koji se koristi u ovom radu (1).

Spring .NET Framework pruža sveobuhvatnu infrastrukturu podršku za razvoj **.NET** aplikacija. **Spring .NET Framework** je napravio i održava **SpringSource**. **Spring .NET Framework** je pokazao dobra svojstva i koristi se u hiljadama **enterprise** aplikacija širom sveta. U **Spring .NET Framework**-u se koriste arhitektura i dizajn **pattern**-i javine verzije **Spring**-a, koji nisu vezani za određenu platformu. On radi na 1.0, 1.1 i 2.0 **.NET** platformama. Sve dobre ideje iz **Spring**-a su prenete i na **Spring .NET Framework**, a mane su otklonjene (3).

Širina funkcionalnosti **Spring .NET Framework**-a omogućila je da se on može tretirati kao **framework** koji ima pun skup funkcionalnosti, ali se ne moraju koristiti sve njegove komponente. Funkcionalnosti njegovih modula se mogu koristiti nezavisno.

3. 2. Modul Spring.Core

Za realizaciju parsera koji prepoznaje objekte tipa **TSM**, **TSH**, **SEC** i **JOI** korišćen je modul **Spring.Core**. Uloga modula je da, prilikom čitanja, sve elemente **XML** fajla tretira kao da su jedne vrste, a onda, prilikom pravljenja objekata modela, na osnovu tipa svakog elementa zavisnom injekcijom odabira koji će se objekat zapravo praviti. Na ovaj način se izbegava menjanje koda parsera, ako bi se dodao novi tip elementa.

4. WEB SERVIS

Na osnovu modela, koji je napravljen od elemenata **XML** fajla, može se iscrtati geografski prikaz srednje naponske mreže. Cela slika geografskog prikaza srednje naponske mreže je prevelika za prikaz. Iz tog razloga se ta slika deli na više manjih slika – tajlova. Tajlovi se prave da se pretraživaču ne bi slala kompletna slika srednje naponske mreže, već samo delovi koji se trenutno vide. Traženjem samo vidljivih tajlova, smanjuje se broj zahteva ka aplikaciji.

Za aplikaciju je još potrebna informacija o dimenziji mreže. Ideja je da se od klase, koja u sebi sadrži odgovarajuće metode, napravi **Web** servis. Za realizaciju ovog servisa korišćen je modul **Spring.Web**. Zadatak ovog modula je da od obične klase napravi **Web** servis.

Pravljenje **Web** servisa u **Spring .NET framework**-u je jednostavno. Sve što je potrebno je da klasa implementira neki interfejs (kako bi se mogao koristiti **remoting**) i da metode koje treba da budu vidljive sa strane budu **public**. Ako su metode proglašene kao **public**, one će biti tretirane kao **Web** metode. Pored ovoga, potrebno je da se klasa proglasi **Web** servisom u aplikacionom konfiguracionom fajlu.

5. PROMENA NA XML FAJLU

Šema srednje naponske mreže, koju prikazuje aplikacija, je podložna promenama. Stoga je potrebno da se, po dešavanju promena, javi aplikaciji da su se promene desile.

Promene na **XML** fajlu generiše **DMD**, a modul aplikacije koji vrši praćenje promena na fajlu u aplikaciji je **Web** servis.

Web servis po pokretanju zapisuje vreme kada su iz **XML** fajla pročitani elementi. Potom na svakih pet sekundi vrši upit, kojim doznaje kada je **XML** fajl, iz koga se čita, poslednji put bio menjan. Ako je **XML** fajl menjan nakon poslednjeg čitanja, vrši se ponovno parsiranje elemenata iz fajla.

Promene, nastale na **XML** fajlu se registruju pomoću modula **Spring.AOP**.

5.1. MODUL Spring.Aop

AOP je zasnovan na objektno-orijentisanim konceptima. On omogućuje primenu dizajn principa koji pomaže u odvajanju aktivnosti prilikom razvijanja višeslojnih sistema. U **AOP**-u kada kažemo aktivnost mislimo na ispunjavanje nekog zahteva. Postoje dve vrste aktivnosti, centralna aktivnost i sporedna (2).

Centralna predstavlja centralnu logiku. Sporedna predstavlja logiku koja se dešava pored centralne logike. To može biti logovanje ili vršenje neke provere.

Zašto je potrebno da se razdvoje ove aktivnosti? Da bi se ispunio neki zahtev, kreira se softver neke klase, komponente ili metode. Takođe se kreiraju i dodatni softverski elementi, potrebni za logovanje, rukovanje izuzecima ili praćenje performansi. Oni ne spadaju direktno u zahtev. Taj dodatni softver je u nekim slučajevima obavezan, dok je u drugim opcionalan. Zbog toga se koristi razdvajanje aktivnosti, kako bi se razdvojila centralna logika od sporedne logike.

Na implementacionom nivou to se svodi na pravljenje klase/metode centralne logike i na pravljenje klase/metode sporedne logike, kao i na njihovo spajanje u zavisnosti od konfiguracije u run-time-u. Prednosti ovakvog rešenja su:

- Centralna logika je potpuno nezavisna od sporedne logike
- Sporedna logika se može ubaciti prilikom rada aplikacije i može biti omogućena ili onemogućena
- Bilo kakve promene sporedne logike neće imati uticaja na centralnu logiku.
- Nepromenljivost koda **framework**-a

AOP se može predstaviti sa tri komponente.

- **Advice** - kod koji predstavlja sporednu logiku i koji će biti primenjen uz centralnu logiku
- **Point-cut** - mesto na kome će biti primenjen kod koji predstavlja sporednu logiku
- **Aspekt** - to je kombinacija koda sporedne logike i **point-cut**-a.

Kod koji se primenjuje uz centralnu logiku može da se primeni pre (**Before Advice**), posle (**After Advice**) i oko nje (**Around Advice**). **Before Advice** se desi pre nego što se kod centralne logike aktivira, a u **Spring .Net Framework**-u on je definisan interfejsom **IMethodBeforeAdvice**. **After Advice** se izvršava posle izvršavanja centralne logike, a u **Spring .NET Framework**-u on je definisan interfejsom **IAfterReturningAdvice**. **Around Advice** se izvršava i pre i posle izvršavanja koda centralne logike, a u **Spring .Net Framework**-u on je definisan interfejsom **IMethodInterceptor**. Pored pomenuta tri **Advice**-a, postoji i **Throws Advice** koji se koristi kada dođe do izuzetaka u izvršavanju centralne logike. Ovaj **Advice** je definisan interfejsom **IThrowsAdvice**.

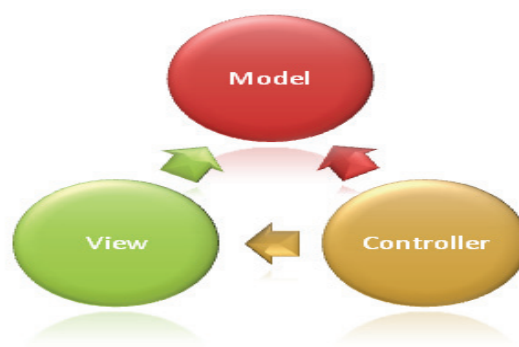
Odabir **Advice**-a zavisi od problema koji se rešava. Preporučuje se korišćenje **Before** i **After Advice**-eva u odnosu na **Around**, jer se iz njih metoda centralne logike poziva automatski, dok se kod **Around**-a mora eksplicitno pozvati.

Na konkretnu centralnu logiku se može primeniti nijedan, jedan ili više **Advice**-eva istovremeno. **Advice**-evi se mogu primeniti na celu klasu. Takođe je moguće primeniti **Advice**-eve na određene metode. To se postiže definisanjem **Point-cut**-ova.

6. JEZGRO APLIKACIJE

Jezgro aplikacije je odrađeno korišćenjem **ASP.NET MVC2**-a. **ASP.NET MVC2** je deo **ASP.NET Web** aplikacionog **framework**-a. To je jedan od dva različita programska modela koja se koriste za kreiranje **ASP.NET Web** aplikacija. Drugi je **ASP.NET Web** forma (4).

MVC (model, view, controller) aplikacija je dizajnirana i implementirana sa tri elementa prikazana na slici 2.



Slika 2. **MVC** dizajn

Model predstavlja jezgro aplikacije. On ima ulogu u modeliranju podataka, validacionim pravilima, kao i ulogu u pristupu podacima i agregacionoj logici. **View** predstavlja prezentacioni sloj. U **ASP.NET** to je obično **HTML**. **Controller** interaguje sa Modelom i **View**-om, radi kontrole toka informacija i izvršavanja aplikacije. Ovakva separacija entiteta omogućuje fleksibilnost pri pravljenju i održavanju aplikacija. Na primer, odvajanjem **View**-a, može se menjati izgled aplikacije, a da se pri tom ne dotiče centralna logika jezgra. Takođe se može zadatak razdvojiti po ulogama, tako da na primer dizajneri mogu da rade na izgledu dok **developer**-i mogu da rade na modelu.

ASP.NET MVC2 poboljšava produktivnost pri kreiranju i modifikaciji **Web** aplikacija jer:

- Omogućava organizaciju aplikacija u više logičkih delova, što olakšava timsku saradnju pri razvoju aplikacija.
- Asinhroni kontroleri poboljšavaju protok kroz **Web** aplikaciju, tako što ne blokiraju niti pri pozivima koji zahtevaju puno vremena za izvršavanje (5).

Postoje objekti koji su potrebni prezentaciji da bi renderovala **HTML** odgovor klijentu. Takvi objekti se obično kreiraju i prosleđuju od strane kontrolera prezentaciji i treba da sadrže samo podatke potrebne prezentaciji.

Glavna funkcija aplikacije je geografski prikaz srednje naponske mreže. Stoga ona zauzima najviše prostora za iscrtavanje u pretraživaču.

Pošto cela slika sistema ne može da stane u okvir pretraživača, aplikacija omogućava kretanje po mapi, kao i mogućnost zumiranja.

Bojenje prikaza omogućava različite topografske analize sistema. Neka od bojenja šema su na primer **energization** šema prikazana na slici 3 i šema **feeder** prikazan na sl. 4. Aplikacija omogućava menjanje veličine tajla. Što su tajlovi veći, aplikaciji će trebati više vremena da ih prosledi pretraživaču, ali će zato ređe dolaziti zahtevi za dobavljanjem novih tajlova. Iz menija se to vrši odabirom od jedne od četiri predodređene veličine tajlova: 128, 256, 512 ili 1024 piksela.

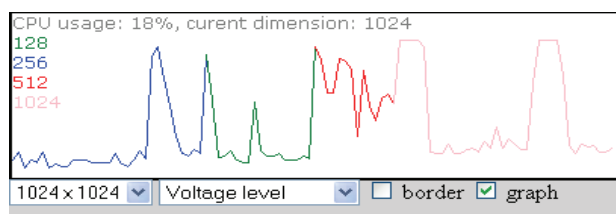


Slika 3. **Energization** šema



Slika 4. **Feeder** šema

Aplikacija pruža mogućnost da se prati opterećenost procesora. Opterećenost procesora je prikazana grafikom. Na grafiku se različitim bojama obeležava opterećenost procesora prilikom različitih dimenzija tajlova (Slika 5).



Slika 5 Grafik opterećenosti procesora

7. ZAKLJUČAK

U radu je prikazana aplikacija koja iscrtava, u pretraživaču, geografski prikaz srednje naponske mreže. Aplikacija je urađena pomoću **Spring.NET Framework-a** i **ASP.NET MVC2** modela.

Aplikacija omogućava kretanje po mapi, **zoom**-iranje, pozicioniranje na mapi. Takođe je podržano i različito bojenje elemenata mape i menjanje dimenzija tajlova. Aplikacija prati opterećenje procesora, kao i promene **XML** fajla koje pravi **DMD**.

Deo rada se bavi **Spring .NET framework**-om. U radu su prikazane mogućnosti koje pruža **Spring .NET Framework**, odnosno njegovi moduli. Detaljnije su objašnjeni modul **Spring.Core**, **Spring.Web** i **Spring.Aop**, kao i osnovni koncepti inverzije kontrole kod **Spring .NET Framework-a**.

Posebna pažnja je posvećena zavisnom injektovanju. Pokazano je kako se uz pomoć njega može lako menjati implementacija interfejsa bez menjanja ostatka sistema. Ove promene je moguće vršiti i u **run-time**-u.

Opisano je kako se uz pomoć **Spring.Web** modula može od obične klase napraviti klasa koja predstavlja **Web** servis.

U radu je prikazan **ASP .NET MVC2** model. **ASP .NET MVC2** model je pogodan za dizajniranje **Web** aplikacija. Njegova prednost je u tome što su model, prezentacija i kontroler razdvojeni. Ovakva separacija entiteta omogućuje fleksibilnost pri pravljenju i održavanju aplikacija.

Kada **DMD** registruje promenu, on ponovo napravi ceo **XML** fajl u kome su sadržani svi elementi koji učestvuju u pravljenju modela aplikacije. Aplikacija mora da, po nastanku svake promene, koje registruje **DMD**, ponovo iščita **XML** fajl i da napravi novi model. To predstavlja manu aplikacije. Stoga bi dalji pravac razvoja aplikacije mogao ići ka tome da se svaka promena, koju registruje **DMD**, javi aplikaciji pojedinačno, a ne da se procesira ceo **XML** fajl.

8. LITERATURA

- [1] Spring .Net <http://www.springframework.net> CodeProject
- [2] http://www.codeproject.com/KB/architecture/AOP_UsingSpringPart1.aspx
- [3] Spring .Net Reference Documentation Version 1.1 Mark Pollack, Rick Evans, Aleksandar Seovic, Federico Spinazzi, Rob Harrop, Griffin Caprio, Choy Rim, The Spring Java Team
- [4] MVC <http://www.asp.net/mvc>
- [5] ASP.NET MVC2 introduction Scott Haselman <http://channel9.msdn.com/blogs/matthijs/aspnet-mvc-2-basics-introduction-by-scott-hanselman>

ZAHVALNICA

Autor zahvaljuje mentoru, profesoru dr Miroslavu Hajdukoviću i Kosi Nenadić, na pruženoj pomoći prilikom izrade rada.

Kratka biografija:



Cvetko Zubanov rođen je u 1986. godine u Novom Sadu. Apsolvent je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, Departman za Računarstvo i automatiku, Smer za primenjene računarske nauke i informatiku.

Ocenjivanje primene CBE i Intel zasnovanih platformi u domenu procene kvaliteta video signala u realnom vremenu

Nemanja A. Lukić¹, Milenko Z. Herget², Miodrag Temerinac³, Vladimir Kovačević⁴

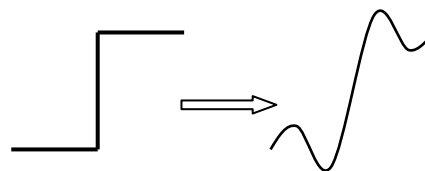
Sadržaj — U ovom radu je opisana uporedna implementacija algoritma za ocenu kvaliteta video signala na dve trenutno najatraktivnije platforme sa stanovišta obrade multimedijalnog sadržaja. Odabrane platforme su Intel i CBE, a kao reprezentativni (sa stanovišta kompleksnosti i uticaja na subjektivnu ocenu kvaliteta) algoritam za ocenu kvaliteta je izabrano merenje ringing artifakta.

Ključne reči — CBE (Cell Broadband Engine), Intel, ringing artefakt, realno vreme, SIMD

I. UVOD

USLED velikog razvoja u domenu digitalizacije, pokretna slika polako postaje deo svakodnevnice sve većeg broja ljudi. Sa digitalizacijom video signala se količina podataka koje je potrebno preneti povećava. To stvara potrebu za kompresijom podataka koji se prenose. Posledica kompresije podataka je pojava problema, u obliku izobličenja (engl. *artifacts*), koji nisu bili prisutni kod analogne slike. Da bi se korisnicima obezbedio željeni kvalitet javlja se potreba za primenom algoritama za nalaženje i merenje tih izobličenja. Neka od tih izobličenja su pseudo ivice (engl. *ringing*), zamućenost slike (engl. *blur*), pojava blokova (engl. *blocking artifact*), itd.

Ringging artefakt je jedan od najčešće prisutnih izobličenja. On predstavlja pojavu pseudo ivica u dekodovanoj slici nastalih usled loše kvantizacije koeficijenata diskretne kosinusne transformacije (DCT) prilikom procesa JPEG, za sliku i MPEG-2 kodovanja za video sekvencu. Artefakti se manifestuju u okolini oštih ivica kao što je prikazano na Sl. 1.



Sl. 1. Izgled ivice pre i posle DCT (uzrok pojave ringing artifakta)

Cilj rada je implementacija algoritma za pronalaženje i merenje ringing artifakta u video sekvenci u realnom vremenu za različite veličine slike, od SD (engl. *Standard Definition*) do HD (engl. *High Definition*). Platforme koje su odabrane za implemetaciju su Intel i CBE. Implementacija je realizovana za obe platforme, radi upoređivanja brzina izvršavanja.

CBE platforma se koristi zbog svoje arhitekture koja je prilagođena vektorskoj (SIMD[1] – jedna instrukcija više podataka) obradi podataka. Programska podrška se piše na programskom jeziku C koji predstavlja praktičnije rešenje sa stanovišta brzine implementacije u odnosu na programsku podršku na jezicima za fizičku arhitekturu.

Intel platforma se koristi zato što kao i CBE podržava SIMD instrukcije, mada koriste različite instrukcione skupove. Programska podrška se piše u programskom jeziku C++.

II. PREGLED KORIŠĆENIH PLATFORMI

A. CBE

CBE procesor je heterogeni procesor sa radnom frekvencijom od 3.2GHz i sadrži 9 jezgara, jedno PPU (engl. *PowerPC Processor Unit*) i 8 SPU (engl. *Synergistic Processor Unit*) jezgara.

PPU je opštenamensko jezgro koje ima mogućnost da istovremeno izvršava dve niti zato što ima jednu skalarnu i jednu vektorsku ALU (engl. *Arithmetic Logic Unit*).

SPU je DSP (engl. *Digital Singal Processor*) jezgro koje poseduje 256KB lokalne memorije, 128 128-bitnih registara i jednu vektorsku ALU. SPU takođe poseduje i jedan DMA (engl. *Direct Memory Access*) kontroler kome se zahtevi mogu programski izdavati. Tako se dobija

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva za nauku Republike Srbije, projekat 11005, od 2008. god.

¹Nemanja A. Lukić, Fakultet tehničkih nauka, Trg D. Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, E-mail: nemanja.lukic@rt-rk.com

²Milenko Z. Herget, Fakultet tehničkih nauka, Trg D. Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, E-mail: milenko.herget@rt-rk.com

³Miodrag Temerinac, Fakultet tehničkih nauka, Trg D. Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, E-mail: miodrag.temerinac@rt-rk.com

⁴Vladimir Kovačević, Fakultet tehničkih nauka, Trg D. Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, E-mail: vladimir.kovacevic@rt-rk.com

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Milenka Hergeta. Mentor je bio prof.dr Nikola Teslić.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2009.

moгуćnost da se pristupa memoriji (radi čitanja ili upisa), dok se druge operacije nezavisno izvršavaju.

CBE platforma koristi poseban SIMD instrukcijski skup [2], koji se razlikuje od Intelovog SIMD instrukcionog skupa.

B. Intel

Frekvencija, veličina skrivene memorije i broj jezgara na Intel platformi variraju od modela do modela. Trenutno najveća frekvencija je 3.4GHz, veličina skrivene memorije je 12MB, a broj jezgara je četiri.

Intel poseduje nekoliko nivoa skrivene memorije koju jezgra međusobno dele, za razliku od CBE platforme. Prvom nivou (L1) pristupa samo jedno jezgro i sastoji se iz dela za podatke i dela za instrukcije. Drugi nivo (L2) dele između sebe dva jezgra, a treći (L3) je zajednički za četiri jezgra. Intelovi procesori za izvršenje vektorskog programskog koda nad 128-bitnim podacima mogu da podržavaju različite instrukcione skupove: SSE (engl. *Streaming SIMD Extensions*), SSE2, SSE3, SSSE3 (engl. *Supplemental Streaming SIMD Extensions 3*), SSE4.1 i SSE4.2 [3]. Što je model procesora novije generacije, to podržava veći broj instrukcionih skupova.

III. OPIS ALGORITMA

Ulazna sekvenca je u YUV 4:2:2 formatu. Obrada se obavlja nad poluslikama. Izlaz je tekstualna datoteka sa izmerenim vrednostima prisutnosti ringing artifakata u svakoj poluslici ulazne sekvence. Algoritam se sastoji iz tri faze.

U prvoj fazi se izračunavaju koeficijenti Haar *wavelet*-a [4,5]. U drugoj fazi se obavlja obrada po horizontalnoj osi. Obrađuje se posmatrajući po dva bloka (svaki po 8x8 tačaka), tako što se prvo pronađe ivica u tim blokovima korišćenjem izračunatih vrednosti Haar *wavelet*-a. Potom se izračunava vrednost ringing artifakata nad tim blokovima. Za otkriveni ringing artifakt se proverava da li prelazi dozvoljeni prag, da li pripada teksturi i da li se nalazi u okolini ivice. Ako prelazi prag, ne pripada teksturi i nalazi se u okolini ivice, njegova vrednost se uračunava, u suprotnom se zanemaruje.

U trećoj fazi se ponavlja druga faza, samo po vertikalnoj osi.

IV. OPIS REALIZACIJE

Rešenje je podeljeno u dve logičke celine: radno okruženje i obrada.

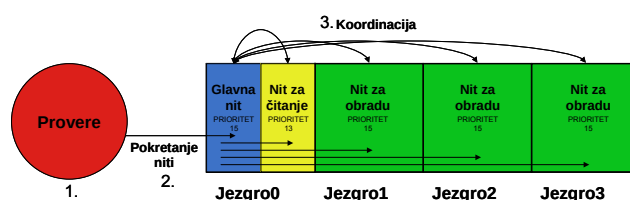
Radno okruženje služi za proveru da li su ispunjeni svi uslovi za izvršavanje programa (dovoljan broj jezgara (Intel), postojeća ulazna datoteka, itd.) i za koordinaciju niti programa. Ako su uslovi za izvršavanje programa ispunjeni pokreće se nit za učitavanje slike. Kada se učita prva slika sekvence, započinje se učitavanje sledeće slike i pokreću se niti obrade koje obrađuju prvo učitano sliku. Time se postiže da se za vreme obrade jedne slike dobavlja sledeća, tako da obrada nikad ne čeka na dobavljanje. Ovaj deo je isti na obe platforme.

A. Intel platforma

Za uspešno pokretanje programa je potrebno da procesor poseduje bar dva jezgra. Jedno jezgro je rezervisano za radno okruženje, dok se ostala mogu iskoristiti za niti obrade.

Zato što su na Intel platformi sva jezgra jednako pristupačna operativnom sistemu neophodno je podesiti prioritete (u cilju ređeg preključivanja). To je realizovano tako što se nitima obrade i glavnoj niti dodeljuje najviši mogući prioritet, a niti za učitavanje slike se dodeljuje za 2 niži prioritet. Nit za učitavanje slike dobija niži prioritet da ne bi preključivala glavnu nit, a da bi imala prioritet veći od većine procesa. Niti se po jezgrima raspoređuju podešavanjem maske afiniteta niti.

Podešavanjem prioriteta i afiniteta niti, značajno se umanjuje broj preključivanja niti, a samim tim se obrada ubrzava. Niti obrade na Intel platformi pristupaju podacima direktno u memoriji. Princip rada radnog okruženja je prikazan na Sl. 2.



Sl. 2. Princip rada radnog okruženja na Intel platformi

B. CBE platforma

Na CBE platformi podaci koji se obrađuju se kopiraju iz radne memorije u lokalnu memoriju SPU-a. Pošto je DMA programski upravljiv, kopiranje podataka i obrada se mogu izvršavati istovremeno, pri čemu se koristi tehnika dvostrukog dobavljanja podataka. Ta tehnika se sastoji od kopiranja u jednu polovinu bafera, dok se druga obrađuje. Kopiranje je neophodno zato što SPU ima malu lokalnu memoriju (256KB) i stoga ne mogu od jednom da stanu svi podaci koje je potrebno obraditi. Iz tog razloga su podaci raspodeljeni na linijske bafere (gde jedna linija predstavlja liniju ulaznog videa).

V. TEHNIKE OPTIMIZACIJE

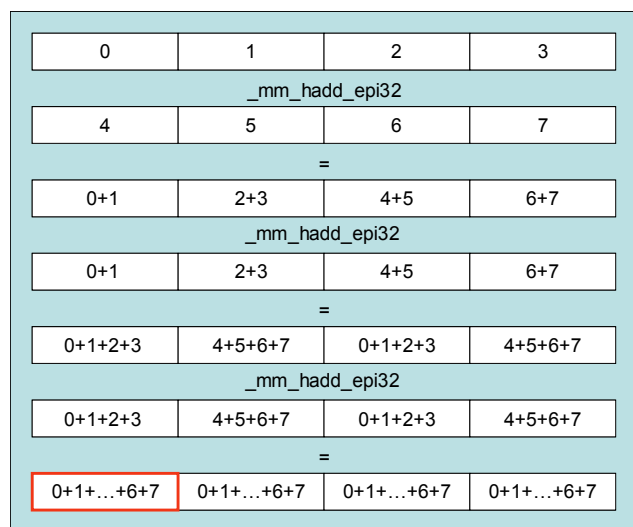
A. CBE platforma

Za razliku od Intel platforme, na kojoj za množenje postoje instrukcije koje funkcionišu tako da kada se pomnože dva vec16 (vektor sa 8 16-bitnih podataka), donjih/gornjih 16 bita množenja smešta u novi vec16, a gornjih/donjih 16 bita se zanemaruje, CBE platforma podržava celobrojno množenje tipova vec16 takvo da postoje dve instrukcije množenja. Instrukcija koja množi gornja četiri elementa iz jednog vec16 sa gornja četiri elementa drugog i smešta rezultat u vec32 (vektor sa 4 32-bitne vrednosti). Druga instrukcija radi isto to samo sa donja četiri elementa.

Kada je na Intel platformi potreban vec32 kao rezultat množenja, moraju se koristiti operacije kako bi se ukrstila dva dobijena vec16. Pošto se ovakvo množenje često koristi u obradi, ono predstavlja doprinos ubrzanju na CBE platformi.

B. Intel platforma

Na Sl. 3. je prikazano sumiranje dva vektora u skalar koje je omogućeno korišćenjem instrukcije podržane od Intel platforme.



Sl. 3. Optimizacija sumiranja na Intel platformi

Dodatne instrukcije, za maksimum, tj. minimum, koje omogućavaju lakše izvršavanje algoritma na Intel platformi su instrukcije koje iz dva vektora formiraju treći kod kog se na korespondentnim pozicijama nalaze veće, tj. manje vrednosti.

VI. REZULTATI MERENJA

Prilikom merenja performansi CBE platforme korišćen je IBM QS20 Blade Server.

Prilikom merenja performansi Intel platforme korišćene su dve različite platforme opisane u Tabelama 1. i 2.

TABELA 1: KOMPONENTE TESTIRANE INTEL PLATFORME1

Komponenta	Model
Procesor	Intel Core2Duo E8200 @ 2.67 GHz, 6 MB L2 cache
RAM	2x1GB Transcend RAM, 800 MHz
Matična ploča	MSI P35 Neo3

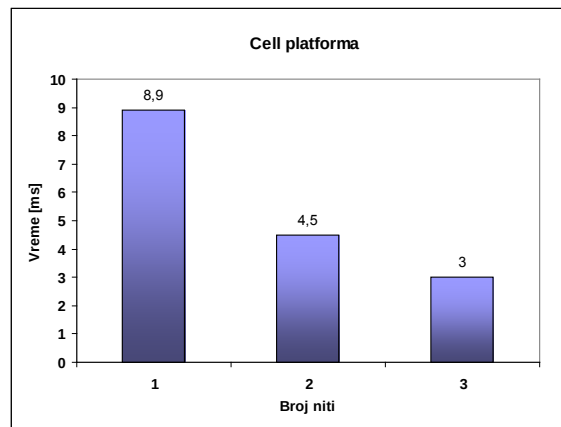
TABELA 2: KOMPONENTE TESTIRANE INTEL PLATFORME2

Komponenta	Model
Procesor	Intel Core2Duo E8400 @ 3.00 GHz, 6 MB L2 cache
RAM	4x1GB Kingston RAM, 800 MHz
Matična ploča	ASUS P5K-E

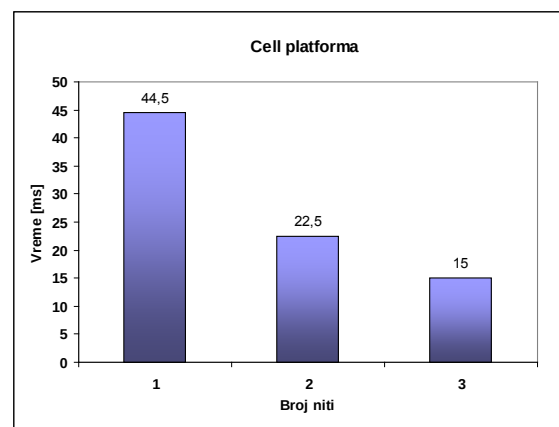
Sve brzine se odnose na srednju vrednost potrebnu za obradu jedne poluslike. Kao ulazne sekvence korišćene su

i SD (720x576, 100 poluslika) i HD (1920x1080, 20 poluslika) sekvence. Odabrane sekvence predstavljaju standardne video sekvence sa VQEG[6]

Na Sl. 4. i 5. se nalaze rezultati vremena izvršavanja na CBE platformi za korišćenje 1, 2 i 3 jezgra nad SD i HD sekvencama.

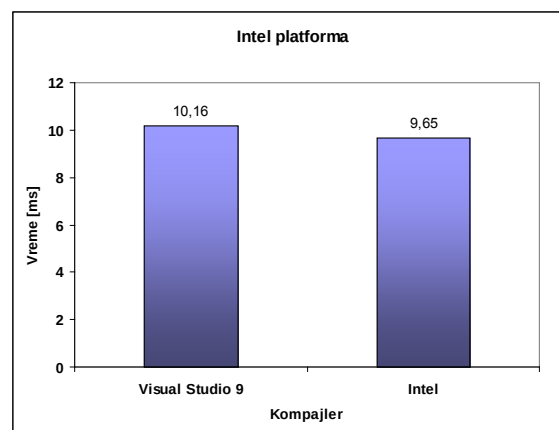


Sl. 4. Vremena izvršavanja na CBE platformi (SD).

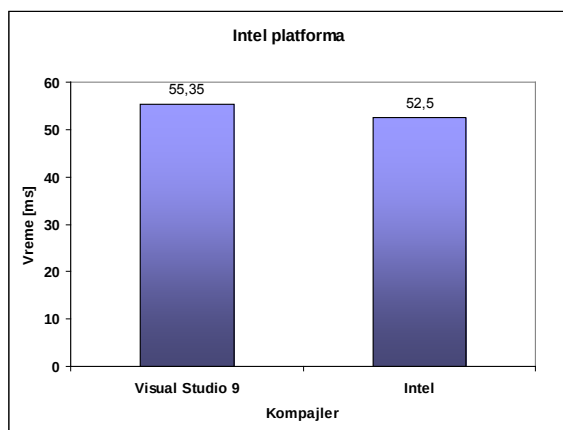


Sl. 5. Vremena izvršavanja na CBE platformi (HD).

Na Sl. 6. i 7. su prikazani rezultati vremena izvršavanja na Intel platformi 1 nad SD i HD sekvencama korišćenjem Intelovog i Visual Studio 9 prevodioca.

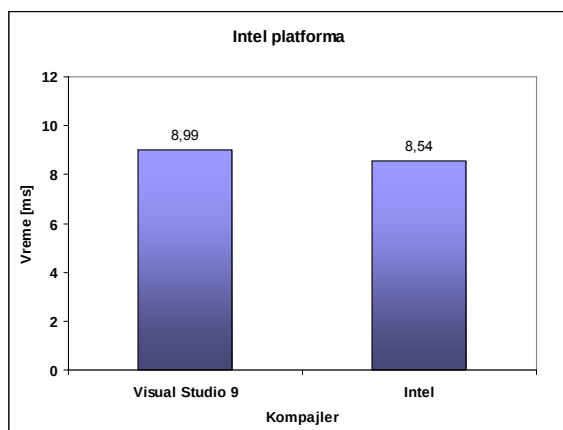


Sl. 6. Vremena izvršavanja na Intel platformi 1 (SD).

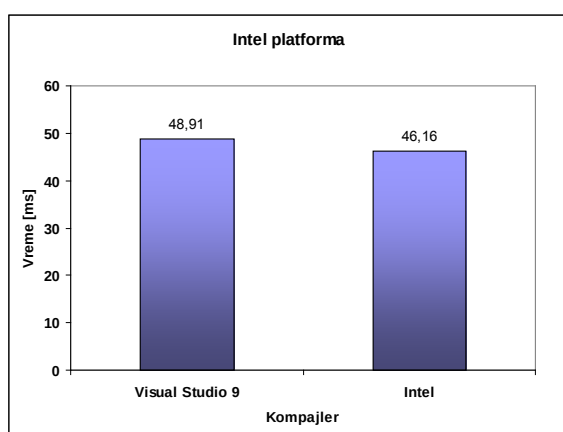


Sl. 7. Vremena izvršavanja na Intel platformi 1 (HD).

Na Sl. 8. i 9. su prikazani rezultati vremena izvršavanja na Intel platformi 2 nad SD i HD sekvencama korišćenjem Intelovog i Visual Studio 9 prevodioca.



Sl. 8. Vremena izvršavanja na Intel platformi 2 (SD).



Sl. 9. Vremena izvršavanja na Intel platformi 2 (HD).

VII. ZAKLJUČAK

Na osnovu procene se može uočiti da je na CBE platformi za obradu SD slike dovoljno jedno SPU jezgro, a za obradu HD slike je potrebno 3 jezgra da bi se obrada

obavljala u realnom vremenu (60Hz).

Na osnovu testiranja se vidi da je Intelovim procesorima za obradu SD slike u realnom vremenu dovoljno jedno jezgro. Skaliranjem se dobija da bi za obradu HD slike bilo potrebno 4 jezgra da bi se obrada obavljala u realnom vremenu (60Hz). Korišćenjem Intelovog kompajlera se dobija ubrzanje koje je od većeg značaja kada se obrađuje HD slika nego kada se obrađuje SD slika. Značaj je tu veći zato što se radi o razlici od nekoliko milisekundi, što je od jako velikog značaja kod obrade u realnom vremenu.

Prilikom testiranja na Intel platformi, vreme obrade za neke poluslike u video sekvenci je bilo znatno veće od proseka. Uzrok tome je to što svi procesi imaju pristup svim jezgrima i dolazi do preključivanja, što usporava obradu. Na CBE platformama do toga ne dolazi zato što se procesi operativnog sistema izvršavaju samo na PPU, a obrađuje se isključivo na SPU.

Prednosti CBE platforme su veliki broj registara, bolje organizovan instrukcijski skup i veći broj fizičkih jezgara.

Prednosti Intel platforme su velika skrivena memorija koju dele jezgra, jednostavna i brza realizacija programske podrške i dostupnost.

Procenu ringing artifakta u realnom vremenu je moguće realizovati i na jednoj i na drugoj platformi. Svaka ima svoje prednosti i mane.

LITERATURA

- [1] <http://en.wikipedia.org/wiki/SIMD>
- [2] IBM Systems and Technology Group: C/C++ Language Extensions for Cell Broadband Engine Architecture
- [3] Intel® C++ Intrinsic Reference, Document Number: 312482-002US.
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/Wavelet>
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Haar_wavelet
- [6] <ftp://ftp.crc.ca/crc/vqeg/TestSequences/Reference/>

ABSTRACT

This paper describes real-time implementation of video quality assessment algorithm on two platforms dedicated to multimedia processing. We have chosen Intel and CBE platforms for our implementation. For video assessment algorithm we have chosen ringing measurement algorithm as especially desired application in processing power and very important in subjective quality estimate.

EVALUATION OF CBE AND INTEL BASED PLATFORMS REGARDING REAL-TIME VIDEO QUALITY ASSESSMENT

Nemanja A. Lukić, Milenko Z. Herget, Miodrag Temerinac, Vladimir Kovačević

PORTIRANJE *DMSJavaMobile* APLIKACIJE NA *BlackBerryOS* PLATFORMU I NJENO PRILAGOĐAVANJE ZA OFFLINE RAD**PORTING OF *DMSJavaMobile* APPLICATION TO *BlackBerryOS* PLATFORM AND IT'S ADJUSTMENT FOR OFFLINE MODE**Viktor Bek, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je opisana *DMSJavaMobile* aplikacija sa svojim funkcionalnostima i pratećim softverom potrebnim za njeno funkcionisanje. Definisane su tehnologije potrebne da se ta aplikacija portira na *BlackBerryOS* platformu. Dat je opis rešenja proširenja aplikacije offline modom rada.

Abstract – This paper presents a description of *DMSJavaMobile* application, all of it's functionalities and other software needed for the application to work. There are definitions of technologies needed to port this application to *BlackBerryOS* platform. Also, there is the description of the solution to the extension of this application for offline mode of work.

Ključne reči: *JavaMobile*, *BlackBerryOS*

1. UVOD

U Telvent DMS kompaniji, *DMSJavaMobile* predstavlja prvu aplikaciju napisanu za mobilne telefone. Razvoj ove aplikacije uslovljen je potrebom za postojanjem lako prenosivog i svuda dostupnog **web** klijenta koji bi radnicima na terenu omogućio pregled elektrodistributivne mreže na kojoj rade. Do sada su razvijene mobilne aplikacije za J2ME i **Android** platforme, a od skora se pojavila potreba i za istraživanjem mogućnosti prebacivanja aplikacije i na **BlackBerryOS** platformu.

Konkretna zadatak je, postojeću *DMSJavaMobile* aplikaciju, napisanu za J2ME platformu i *JavaMobile* telefone, prilagoditi za **BlackBerryOS** platformu i proširiti istu sa **offline** modom rada.

Osnovna funkcionalnost postojeće aplikacije je prikaz mapa elektroenergetske mreže nekog područja i podataka o elementima te mreže dobijenih preko servera. Glavna motivacija za proširenje aplikacije **offline** modom rada je bila ta da korisnik aplikaciju može koristiti podjednako efikasno i ukoliko trenutno nema nikakav pristup Internetu na svom mobilnom uređaju. U poglavlju koja slede opisano je rešenje predstavljenog problema.

2. JAVA MICRO EDITION

Java ME (**Java Micro Edition**) ili J2ME kako je donedavno bila poznata, predstavlja platformu nastalu iz potrebe razvoja aplikacija za male uređaje odnosno uređaje sa veoma ograničenim mogućnostima. U tu klasu

uređaja spadaju: mobilnih telefoni, PDA uređaji (**Personal Digital Assistant**), pejdžeri i tako dalje. Java ME platforma izvedena je iz Java SE (**Standard Edition**) platforme i sadrži sve karakteristike Java programskog jezika.

2.1 Opšte karakteristike

Brz razvoj uređaja sa ograničenim mogućnostima uslovio je i potrebu za prilagođavanjem mogućnostima i funkcionalnosti tih uređaja. Za konkretan uređaj Java ME to omogućava pomoću: konfiguracija, profila i opcionih interfejsa za programiranje - API-ja.

Konfiguracije predstavljaju specifikaciju okvira za Java ME aplikacije i namenjene su određenoj grupi uređaja. Kod konfiguracija grupisanje uređaja bazirano je na osnovnim ograničenjima, odnosno na ograničenjima memorije i procesorske moći uređaja. Ovaj okvir definiše set bazičnih biblioteka i Java virtuelnu mašinu (**Java Virtual Machine**).

Profili su zapravo nadogradnja na odabranu konfiguraciju i vrše detaljniju specifikaciju pomenutih okvira. Profili definišu niz dodatnih API-ja kao što su osnovne klase za **MIDLet**-e, Java ME aplikacije, klase korisničkog interfejsa, skladištenje podataka na memoriju uređaja, ulazno/izlazne operacije itd.

Nakon definisane konfiguracije i profila na njih se još nadovezuju i opciona interfejsi. Oni specificiraju dodatne funkcionalnosti. Između ostalog to su interfejsi za slanje SMS i MMS poruka, konekciju sa fajl sistemom, menadžment ličnih podataka itd.

Odabirom i kombinovanjem određene konfiguracije, profila i dodatnih opcionih API-ja stvara se takozvani stek koji reprezentuje skup funkcionalnosti koji će biti implementiran na uređaju.

Trenutno postoji relativno mali broj konfiguracija i profila. Za ovaj rad je korišćena CLDC 1.1 konfiguracija sa MIDP 2.1 profilom.

3. BlackBerryOS

BlackBerry-ev operativni sistem je privatna softverska platforma. Kreator i vlasnik ove platforme je kanadska kompanija **Research In Motion** (RIM). Ovu platformu RIM je kreirao za svoju liniju **BlackBerry** „pametnih“ telefona. U početku razvoja, ciljna grupa RIM kompanije, bili su isključivo poslovni korisnici i korporacije.

Glavne odlike ovog operativnog sistema su multitasking i podrška za specijalizovane uređaje za unos podataka. U specijalizovane uređaje za unos podataka spadaju: **trackwheel**, **trackball**, **trackpad** i **touchscreen**. RIM je sve ove uređaje prilagodio za korišćenje na njihovim telefonima.

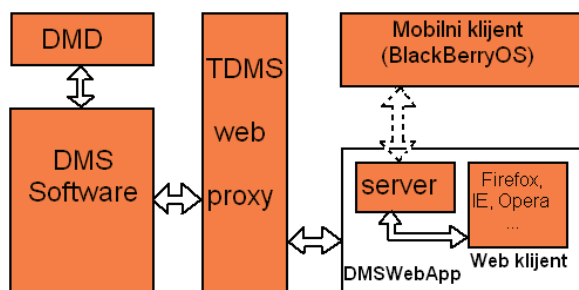
NAPOMENA:

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

BlackBerryOS platforma je možda najpoznatija po svojoj prirodnoj podršci za korporativnu elektronsku poštu, preko MIDP 1.0 i od skora preko MIDP 2.0 koji omogućava kompletnu bežičnu aktivaciju i sinhronizaciju sa **Microsoft Exchange**, **Lotus Domino** ili **Novel GroupWise** elektronskom poštom, kalendarom, zadacima, beleškama, i kontaktima, kada se koristi u saradnji sa BES-om (**BlackBerry Enterprise Server**). Operativni sistem takođe podržava i **WAP** 1.0 i 2.0 [1].

4. WebDMS SISTEM

DMS Software predstavlja programski paket koji između ostalog sačinjavaju i alati za kreiranje, nadgledanje i upravljanje elektrodistributivnim mrežama. Najvažniji alat za spomenuti u ovom radu je **DMD (Dynamic Mimic Diagram)**. DMD je alat koji prikazuje elektrodistributivnu mrežu. Njegove osnovne funkcionalnosti su nadgledanje i upravljanje mrežom. DMD podržava više vrsta prikaza a među njima su i geografski prikaz, šematski prikaz, prikaz informacija o električnim objektima i tako dalje.



Slika 1 : Pregled sistema

4.1. WebDMS aplikacija

WebDMS aplikacija je **web** aplikacija koja pruža većinu funkcionalnosti pomenutog DMD alata. Ova aplikacija je nastala iz potrebe za pristupom određenim podacima i ograničenom broju funkcija iz **DMS Software**-a preko Interneta, a pomoću standardnih Internet pretraživača. Osnovni zadatak aplikacije je naravno bio prikaz elektrodistributivnih mreža, a kasnije su dodate i druge funkcionalnosti, poput upravljanja mrežom. Zbog korišćenja mrežne komunikacije, bezbednost ove aplikacije je bila ključan faktor u njenom razvoju. **WebDMS** aplikacija je sadržana iz tri glavna dela (Slika 1):

- **Web klijent** – klijent zasnovan na Java tehnologiji i Ajax (**Asynchronous JavaScript and XML**) rešenjima. Razvijen kao jednostrana **web** aplikacija koja se pokreće na Internet pretraživačima poput **Internet Explorer**-a, **Mozilla FireFox**-a itd.
- Serverski kod – pokreće se na **Apache Tomcat** 6.0 serveru. Sačinjen od kontrolnih i servisnih komponenti. Klijentu nudi servise i razmenjuje podatke sa DMS alatima preko **TDMSWebProxy**-ja.
- **TDMSWebProxy** – serverska komponenta koja posreduje u komunikaciji između **web** servera i ostalih DMS programa. Komponenta prima zahteve za nekim podacima od servera, prosleđuje ih odgovarajućem DMS programu, prima rezultate zahteva i prosleđuje ih nazad serveru.

Komponente **WebDMS** aplikacije mogu se podeliti u četiri grupe: **web**, servisne i kontrolne komponente i **domain** objekti.

5. DMSJAVAMOBILE APLIKACIJA

DMSJavaMobile aplikacija napisana je kao **MIDlet** aplikacija na Java ME programskom jeziku. Aplikacija služi za prikazivanje i navigaciju kroz elektrodistributivnu mrežu nekog regiona ili grada. Aplikacija, osim pregleda mreže, omogućava i pretragu i prikaz elemenata mreže. Elektrodistributivnu mrežu moguće je pregledati u različitim modelima prikaza. Sve potrebne podatke aplikacija pribavlja preko Interneta, pozivanjem servisa dostupnih na serveru **DMSWebApp** aplikacije. **DMSJavaMobile** aplikacija koristi relativno mali broj servisa od ponuđene palete koju server nudi. Prilikom razvoja **DMSJavaMobile** aplikacije implementirane su sve funkcionalnosti potrebne za rešavanje postavljenog problema. Implementirane funkcionalnosti su:

- **Panning** – pomeranje prikaza mreže
- **Zoom** – promena nivoa detaljnosti prikaza
- Navigacija – pozicioniranje prikaza na zadatu tačku
- Modeli bojenja – različita bojenja mreže u odnosu na tip prikaza mreže
- Prikaz minimape – mapa u malom, radi lakše navigacije kroz mrežu
- Prikaz **full** minimape – Slika cele mreže skalirana tako da cela stane na ekran radi lakšeg pozicioniranja na određenu tačku
- Selekcija elementa mreže
- Prikaz detalja o selektovanom elementu
- **Update** – promena mreže na serveru treba da uzrokuje i osveženje prikaza u aplikaciji.

6. DMSBlack APLIKACIJA

Kada je **DMSJavaMobile** aplikacija portirana na **BlackBerryOS** platformu nastala je **DMSBlack** aplikacija.

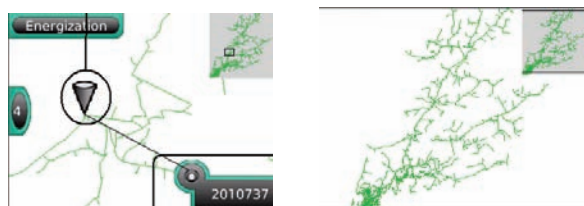
6.1. Implementacija korisničkog interfejsa

“Kreiranje korisničkog interfejsa za mobilne i desktop aplikacije se razlikuju jer, pored standardnih problema, kod mobilnih aplikacija se mora brinuti i o ograničenoj veličini ekrana telefona na kom će se interfejs prikazivati” [2]. Prilikom dizajniranja korisničkog interfejsa programer je obavezan da u razmatranje uzme ograničenost displeja sa kojim radi. Prozori i forme u aplikaciji moraju posedovati samo neophodne komponente. Mora se voditi računa da su korisniku u svakom momentu prikazane samo neophodne informacije za zadatak koji je pred njim, da bi ga što lakše i brže mogao rešiti. Takođe, mora se u obzir uzeti i činjenica da različiti modeli mobilnih telefona imaju ekrane različitih dimenzija. Zato bi korisnički interfejs trebao biti organizovan tako da se lako i uspešno može prilagoditi različitim veličinama ekrana. Veoma je važno imati u vidu da različiti modeli **BlackBerry** telefona imaju implementirane različite uređaje za korisnički unos. U uređaje za korisnički unos na **Blackberry** telefonima spadaju: standardna tastatura za mobilni telefon, **QWERTY** tastatura, virtuelna tastatura na **touchscreen**-u, **trackwheel**, **trackball**, **trackpad** i na kraju **touchscreen**. Ukoliko je želja da se aplikacija može lako i efikasno koristiti na velikom broju različitih **BlackBerry** uređaja, treba implementirati podršku za što veći broj uređaja za korisnički unos.

6.2. Prozori aplikacije

U **DMSBlack** aplikaciji implementiran je jedan glavni prozor, na kojem se iscrtava mapa i minimapa sa pro-

pratnim detaljima i nekoliko pomoćnih prozora koji služe za podešavanje aplikacije, pretragu elemenata itd. Na glavnom prozoru, čiji je osnovni cilj pregled i navigacija elektrodistributivnom mrežom, od komponenti se nalaze: minimapa, mapa kao i elementi koji prikazuju trenutni nivo zuma, aktivni model bojenja i ID selektovanog elementa. Da ne bi nepotrebno zauzimali mesto na ekranu telefona, elementi koji prikazuju nivo zuma, model bojenja i selektovani element, većinu vremena su sakriveni. Ovi elementi se prikazuju samo nakon neke korisnikove interakcije sa mapom, a nakon dve sekunde neaktivnosti aplikacije se sakrivaju (Slika 2).



Slika 2 : a) Prikaz sa elementima b) Prikaz bez elemenata

6.3. Dinamičnost GUI komponenti

GUI komponente u koje spadaju elementi za prikaz aktuelnog modela bojenja, nivoa zuma, identifikacionog broja selektovanog elementa i minimapa, urađene su tako da se dimenzije njihovog prikaza menjaju sa veličinom ekrana na kom se prikazuju.

Dimenzije navedenih komponenti nisu fiksne, već su definisane kao određeni procenat visine i širine akra na mobilnog telefona. Ukoliko je neki ekran većih dimenzija, nema razloga da se komponente na tom ekranu ne prikažu uvećano i da se time olakša njihovo uočavanje i korišćenje. Pošto su ove komponente zapravo slike koje se is crtavaju, prilikom promene veličine ekrana ili dužine teksta koji treba da se ispiše na komponenti, slike će samo biti skalirane na drugu veličinu, koju određuje algoritam aplikacije (Slika 3).



Slika 3 : Primer dinamičnosti dimenzija GUI komponenti

6.4. Arhitektura korisničkog interfejsa

Što se tiče organizacije klasa korisničkog interfejsa, bitno je spomenuti samo implementaciju glavnog prozora aplikacije. Ostali prozori aplikacije nasleđuju po neku od klasa iz **BlackBerry**-evog API-a i tu nema ničeg specifičnog. Glavni prozor aplikacije implementiran je zapravo preko tri klase i to iz dva razloga. Prvi razlog je dobijanje mogućnosti lakše proširivosti aplikacije, na primer, implementiranje podrške za telefone sa **touchscreen**-om. Drugi razlog je velika količina koda koja je radi preglednosti podeljena u tri klase po celinama. Arhitekturu čine: osnovna klasa – **DMSCanvasGeneral** (apstraktna klasa), nju nasleđuje **DMSCanvasNoTouch** klasa, a nju **DMSScreenNoTouch** klasa, koja se direktno koristi u aplikaciji.

DMSCanvasGeneral klasa je apstraktna klasa koja definiše **paint** metodu koja mora biti implementirana od strane bilo koje klase koja je nasleđuje. U toj metodi treba da bude definisan način iscrtavanja prozora sa svim svojim komponentama. U ovoj klasi definisane su metode za pribavljanje informacija o modelima bojenja, pribavljanje inicijalizacionih parametara mreže, iscrtavanje delova mape i minimape, zumiranje, kao i podrška za korisnički unos preko tastature i **trackwheel**-a. Sve navedene metode predstavljaju osnovu aplikacije i ove metode moraju implementirati svi glavni prozori aplikacije, bez obzira na to koju vrstu korisničkog unosa podržavaju.

DMSCanvasNoTouch implementira metodu **paint**. Pored toga, u ovoj klasi definisane su i metode za poruke o greškama. Ovde je implementirana i podrška za korisnički unos sa **trackpad**-a i **trackball**-a. Ova klasa spada u podgranu klasa koja će da predstavlja implementaciju glavnog prozora koji nema podršku za ekran osetljiv na dodir, pa stoga definiše podršku za korisnički unos koji će imati telefoni bez **touchscreen**-a.

DMSScreenNoTouch, predstavlja krajnju klasu i ona će biti instancirana i korišćena u aplikaciji. Ona dodatno definiše glavni meni aplikacije i sve akcije dostupne preko tog menija. Meni je definisan u ovoj klasi, jer broj stavki i dostupnih akcija iz menija varira u zavisnosti od toga kakav ekran mobilni telefon poseduje.

Ovakvom organizacijom klasa postignuta je laka proširivost aplikacije podrškom za neke druge vrste korisničkog unosa. Prvo moguće proširenje aplikacije je podrška za telefone sa ekranom osetljivim na dodir.

6.5. Izmene i proširenja funkcionalnosti

Prilagođavanje **DMSJavaMobile** aplikacije za **BlackBerryOS** platformu svelo se uglavnom na kreiranje drugačijeg korisničkog interfejsa, odnosno dizajniranje interfejsa korišćenjem **BlackBerry**-evog paketa klasa. Funkcionalnosti same aplikacije kao i servisi koje ona koristi uglavnom su ostali isti, uz sitne promene i / ili proširenja gde je to bilo potrebno i moguće.

Od dodatih, novih funkcionalnosti, tu su par sitnih, opštih unapređenja i nove funkcionalnosti vezane isključivo za **offline** mod rada. Nove funkcionalnosti su: **Help** prozor sa prikazanim svim prečicama u aplikaciji, prozor za podešavanje aplikacije koji, osim standardnih podešavanja (prikaz pozadina, prikaz mreže **tile**-ova itd), sada sadrži i dodatne opcije vezane za snimanje podataka u toku **online** rada aplikacije kao i definisanje putanje za snimanje tih podataka.

7. OFFLINE MOD APLIKACIJE

Ovaj mod aplikacije je potpuno nova funkcionalnost koju je trebalo implementirati. Osnovna ideja **offline** moda je da se korisniku omogući rad u aplikaciji čak i u slučaju nemogućnosti pristupa serveru sa podacima iz bilo kog razloga. Korisniku se može desiti da ne može pristupiti serveru, jer nema pristup Internetu, jer je veza isuviše slaba ili jer sam server trenutno ne radi.

Offline mod aplikacije trebalo bi da donekle reši korisnika ovih problema tako što će u toku **online** (redovnog) rada aplikacije učitane slike biti keširane i sačuvane na mobilnom telefonu. Po startovanju **offline** moda aplikacije, aplikacija će pokušati da, sa unapred definisane putanje, učitava sačuvane slike i da korisniku

prikaže mrežu, makar onakvu kakva je bila pri poslednjem online radu aplikacije.

Prednosti uvođenja ove funkcionalnosti u aplikaciju su mnoge. Uvođenjem ovog moda aplikacije korisnik se oslobađa zavisnosti od Internet konekcije i jačine signala na svom mobilnom telefonu. Takođe, brzina rada aplikacije se znatno uvećava, jer se slike ne skidaju sa servera već se isčitavaju sa lokalnog diska.

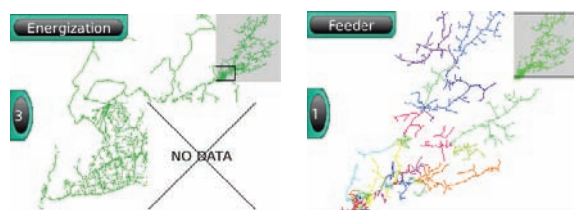
7.1 Keširanje slika

Keširanje slika, odnosno njihovo snimanje na stalnu memoriju uređaja, je zapravo prvi korak koji je trebalo napraviti u cilju implementacije **offline** funkcionalnosti. Keširanje je urađeno pomoću periodičnog snimanja slika na stalnu memoriju u toku **online** rada aplikacije. Snimanje se vrši automatski, bez potrebe za bilo kakvom korisnikovom inicijativom. Periodično, na svakih pet sekundi, pokreće se algoritam za snimanje podataka. Algoritam prolazi kroz kontejner koji sadrži sve slike, trenutno učitane u memoriji telefona, i perzistira ih na stalnu memoriju. Na početku rada programa korisnik definiše tu putanju ili koristi podrazumevanu programsku putanju. Prilikom snimanja slika, kreira se hijerarhija foldera. Na putanji definisanoj za snimanje slika kreiraju se, po potrebi, folderi sa nazivima: „c0“ do „cx“ (x je poslednji identifikacioni broj modela bojenja), „**fullminimap**“ i „minimap“. U folderima „c0“ do „cx“ skladište se slike mreže vezane za odgovarajući model bojenja. Unutar tih foldera slike su podeljene po podfolderima koju su imenovani stepenom zuma kojem slike pripadaju. Sami fajlovi, koji reprezentuju pojedinačne slike, imenovani su po sistemu „x koordinata“ - „y koordinata“ slike (primer: „10-14“).

7.2 Iscrtavanje slika

Kada algoritam za iscrtavanje mape traži određenu sliku, on prosleđuje upit za slikom kontejneru namenjenom za **offline** mod. Kontejner za čuvanje slika u **offline** modu je prilično jednostavno organizovan. On sadrži **Hash** tabelu sa slikama, gde su ključevi kreirani od podataka: x i y koordinate slike, nivo zuma i model bojenja, a objekti vezani za te ključeve same slike.

Kada algoritam za iscrtavanje mape šalje upit kontejneru, kontejner prvo pokušava da nađe traženu sliku među već učitanim slikama, tražeći po ključu koji sam generiše. Ukoliko je tražena slika već učitana i nalazi se u tabeli, kontejner vraća tu sliku, a u suprotnom pokušava da je pronađe na stalnoj memoriji uređaja. Ukoliko traženu sliku kontejner ne može da nađe, on vraća prazan objekat algoritmu za iscrtavanje. Algoritam za iscrtavanje prazan objekat tumači kao nepostojanje slike i umesto nje korisniku iscrtava posebnu sliku sa informacijom o nepostojanju tražene slike (Slika 4.a).



Slika 4 : a) Iscrtavanje mape bez svih podataka b)

Iscrtavanje minimape drugog modela bojenja

Pored slika, delova mape, u ovom modu aplikacije takođe se iscrtavaju i minimape i **full** minimape, ukoliko su

prethodno snimljene. Sistem učitavanja minimape iz kontejnera je veoma sličan sistemu za učitavanje ostalih slika, sa razlikom da, ukoliko ne postoji minimapa traženog modela bojenja, kontejner će pokušati da učitava minimapu bilo kog drugog modela bojenja (Slika 4.b). Pošto minimape prevasnodno služe za lakšu navigaciju po mapi, to što će korisnik imati minimapu drugog modela bojenja zapravo i ne predstavlja veliki problem.

7.3 Čuvanje drugih bitnih parametara

Osim slika, koje se čuvaju svaka zasebno u .png fajlu, potrebno je sačuvati i niz drugih podataka, veoma bitnih za rad aplikacije. U te podatke spadaju parametri za inicijalizaciju mreže kao i podaci o modelima bojenja.

Inicijalizacioni podaci mreže i podaci o modelima bojenja se dobijaju pri startovanju aplikacije u online modu pozivanjem servisa na serveru. U inicijalizacione podatke o mreži između ostalih spadaju i stvarna visina i širina mape, dimenzije jednog **tile**-a, tip transformacije kao i podaci o pozadinskim slikama ukoliko postoje. Podaci o modelima bojenja su sačinjeni od niza parova podataka identifikacionih brojeva modela bojenja i njihovih naziva. Inicijalizacioni podaci kao i podaci o modelima bojenja čuvani su u **Hash** tabelama gde su ključevi statička **String** polja iz aplikacije, a objekti, vezani za te ključeve su zapravo posmatrani podaci.

Pošto su ovi podaci veoma bitni za pravilan rad aplikacije, a takođe su i promenljivi u vremenu, oni se perzistiraju iznova pri svakom pokretanju aplikacije u online modu.

8. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog rada bio je da se postojeća **DMSJavaMobile** aplikacija, napisana kao **MIDlet**, prilagodi za **BlackBerryOS** platformu i proširi sa **offline** modom rada. U radu su ukratko opisani DMS softver i **WebDMS** aplikacija na koju se pisana mobilna aplikacija oslanja u toku svog rada. Dat je kratak opis mobilne aplikacije koju je trebalo prolagoditi, kao i funkcionalnosti koje ona implementira. Opisane su promene napravljene na aplikaciji u toku prilagođavanja za **BlackBerryOS** platformu, kao i specifičnosti vezane za redizajniranje korisničkog interfejsa aplikacije. Detaljnije je razmotrena motivacija i implementacija **offline** moda aplikacije kao glavnog zadatka ovog rada.

Uvođenje **offline** moda aplikacije trebalo bi u mnogome da olakša korisnicima rad u ovoj aplikaciji. Korisnici više neće biti vezani za korišćenje bilo kakve Internet konekcije ili mobilne mreže. Moguć pravac budućeg razvoja ove mobilne aplikacije bi svakako mogla da bude optimizacija potrošnje memorije, procesorske moći i korišćenih algoritama.

9. LITERATURA

[1] Anthony Rizk, „*Beginning BlackBerry Development*“ November 2009, APRESS

[2] Chris King, „*Advanced BlackBerry Development*“ December 2009, APRESS

Kratka biografija:



Viktor Bek rođen je u Novom Sadu 1986. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarstvo i automatika odbranio je 2010.god.

**FORMIRANJE MODELA PRENOSNIH MREŽA ZA POTREBE OTVORENOG
EVROPSKOG TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE****MODEL BUILDING OF TRANSMISSION POWER NETWORKS FOR OPEN EUROPEAN
POWER MARKET**Nemanja Živković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*Oblast – **ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada opisani su UCTE i CIM standardi za modelovanje prenosne elektroenergetske mreže. Objašnjeni su načini validacije i spajanja nacionalnih UCTE modela u jedinstven interkonektivni model, kao i konverzija iz UCTE modela podataka u CIM.

Abstract – This paper describes UCTE and CIM standards for modelling transmission power network. Validation and merging of national UCTE models into one interconnected model, as well as conversion from UCTE to CIM model, is briefly presented.

Ključne reči: UCTE, CIM, validacija, konverzija, standardi.

1. UVOD

Ubrzo nakon početka masovne upotrebe električne energije krajem 19.veka, ona postaje jedan od najznačajnijih resursa bez koje većina tehnoloških dostignuća 20. i 21. veka ne bi bila zamisliva. Sa konstantnim rastom potrošnje i razvojem elektroenergetskih sistema dolazi do potrebe za povezivanjem nacionalnih mreža električne energije u sinhronu interkonekciju kako bi se obezbedilo što sigurnije i pouzdanije napajanje potrošača. Da bi se povećala konkurentnost u snabdevanju električne energije, a samim tim i smanjila njena cena, dolazi do stvaranja otvorenih tržišta električne energije. Stvaranje ovih tržišta prati razvoj sofisticiranih programskih paketa za analizu i upravljanje sistemima. Ovi programski paketi su u prošlosti uglavnom bili zasnovani na različitim nestandardnim modelima podataka i načinom njihovog skladištenja što je u velikoj meri otežavalo razmenu podataka između operatera prenosnih mreža, kao i istovremeno korišćenje programskih paketa različitih proizvođača. Da bi se navedeni problemi prevazišli, dolazi do razvoja standardizovanih modela prenosnih mreža.

UCTE (*Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity*) standard razvijen je i usvojen za korišćenje od strane organizacije evropskih TSO (*Transmission System Operator*) operatera 2003. godine. Ovaj standard je veoma jednostavan i omogućava brzo i efikasno modelovanje i obradu modela. Zbog nemogućnosti

modelovanja elemenata elektroenergetskih sistema kao što su šantovi, generatori, tronamotajni transformatori itd. dolazi do razvoja novog CIM (*Common Information Model*) standarda.

Za razliku od UCTE modela, CIM je veoma detaljan, i lako proširiv objektni model podataka. Realizovan je u vidu nekoliko paketa sa klasama pomoću kojih se modeluju različiti elementi elektroenergetskih sistema. S obzirom da je proces prelaska sa jednog standarda na drugi dugotrajan, danas se koriste oba modela podataka. Sredinom 2009. izvršeni su prvi testovi interoperabilnosti između UCTE i CIM modela, na kojima je učestvovalo 38 vodećih softverskih preduzeća (Siemens, SICSO, Areva T&D, itd.) [5].

2. OPIS UCTE MODELA

UCTE model je definisan od strane udruženja za koordinaciju prenosa električne energije u vidu datoteke .txt formata. UCTE model sadrži podatke o prenosnim mrežama elektroenergetskih sistema zemalja i sastoji se iz sledećih blokova [1]:

- Blok sa komentarima (##C),
- Blok sa opisom čvorova (##N),
- Blok sa opisom vodova (##L),
- Blok sa opisom dvonamotajnih transformatora (##T),
- Blok sa opisom regulacije dvonamotajnih transformatora (##R),
- Blok sa detaljnim opisom regulacionih sklopki (##TT),
- Blok sa razmenama snage (##E).

Unutar ##N bloka nalaze se podblokovi koji sadrže ključ ##Z i ISO kod zemalja (npr. ##ZRS za Srbiju) na osnovu kojih se zna koji čvor pripada kojoj zemlji. Čvorovi, koji se nalaze u podbloku ##ZXX (npr. XZE_CI21) i koji počinju sa slovom X, predstavljaju fiktivne granične čvorove zemlje(a) ili drugim rečima središta međuspojnih vodova. Blok (##E), u kome su opisane planirane razmene električne energije sa susednim zemljama, je opcioni.

Korišćeni UCTE model je .txt formata verzije 2 definisan ISO standardom 2007. godine.

Na Slici 1. je prikazan deo UCTE modela elektroenergetskog sistema Republike Srbije, za 03.09.2009. za osmi sat u danu. Pored satnog postoje i mesečni i godišnji modeli.

NAPOMENA:

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

```

##N
##ZRS
...
JOBREN23 JOBREN23 0 0 220 0.0 0.0 0.0 0.0
JBGD5 22 JBGD5 22 0 0 220 172.1 69.0 0.0 0.0
JBGD5 21 JBGD5 21 0 0 220 185.8 93.5 0.0 0.0
...
##L
...
JOBREN23 JBGD5 22 1 0 1.690 11.030 80.30 870 N/A
JOBREN23 JBGD5 21 1 0 1.710 11.590 80.20 870 N/A
...
##T
...
JOBREN23 JOBREN11 1 0 231 400 400 0.187 15.875 0.000 0.000
...

```

Slika 1. Izgled srpskog UCTE modela.

Čvor JOBREN23 predstavlja sabirnice u razvodnom postrojenju termoelektrane Nikola Tesla u Obrenovcu od kojih polaze dva dalekovoda koji povezuju pomenutu termoelektranu sa Beogradom. Parametri ova dva dalekovoda su dati u ##L bloku. Sabirnice JOBREN23 se napajaju pomoću transformatora čiji su parametri dati u ##T bloku [9].

3. PROVERA MODELA

Modeli koji se dobijaju od nacionalnih operatera prenosnih mreža (nacionalni modeli) obično imaju dosta grešaka zbog čega ih je neophodno proveriti. Provera se vrši nad svim parametrima koji opisuju čvorove, vodove, dvonamotajne transformatore, regulacije dvonamotajnih transformatora, i nad određenim parametrima koji detaljno opisuju regulacione sklopke. U slučaju interkonektivnih grana vrši se provera njihove uparenosti, statusa itd. Vrednost planirane razmene snage iz ##E bloka se proverava poređenjem sa vrednošću koja se dobija sabiranjem proizvodnje aktivne snage po graničnim čvorovima (formula 1).

$$PE = \sum_{i=1...n} P_i \quad (1)$$

gde je:

- PE – Izračunata razmena snage između razmatrane zemlje i njenih suseda;
- P_i – aktivna snaga graničnog čvora i ;
- n – broj graničnih čvorova.

Postoje tri ishoda provere:

- Prijavljivanje greške;
- Prijavljivanje greške i ispravka iste;
- Prijavljivanje greške i odbacivanje modela.

Provera se vrši u cilju dobijanja boljih rezultata proračuna po određenim pravilima od kojih je većina opisana u [2][3], a koja se dobijaju iz podešavanja. U slučaju loših parametara elemenata prenosne mreže može u velikom broju slučajeva doći i do divergencije proračuna tokova snaga, a samim tim i nemogućnosti izvođenja daljih proračuna.

Najčešće greške koje se pojavljuju u nacionalnim modelima su: odstupanje veličine od definisanog opsega mogućih vrednosti, neuparenost interkonektivnih vodova, različiti statusi interkonektivnih vodova. Uočene greške (bilo da su ispravljene ili ne), upisuju se po potrebi u tekstualne datoteke – izveštaj sa detaljnim opisom greške i preduzete akcije nad njom. Posle provere modela,

ukoliko model nije odbačen, vrši se spajanje nacionalnih modela u jedinstven model posmatranog područja. Ukoliko je model odbačen uzima se model koji približno opisuje stanje mreže (model mreže blizak u vremenskom periodu modelu koji nedostaje, npr iz prethodnog sata), a ako takav ne postoji, uzima se referentni model (*default models*).

4. SPAJANJE MODELA

Pod spajanjem se podrazumeva spajanje modela mreža više oblasti u jedan jedinstveni model. Spajanje modela se vrši tako što se svi elementi svrstavaju u odgovarajuće blokove, npr. svi transformatori iz nacionalnih modela formiraju jedan zajednički blok transformatora u spojenom modelu. Odgovarajući blokovi se formiraju na sledeći način (formula 2):

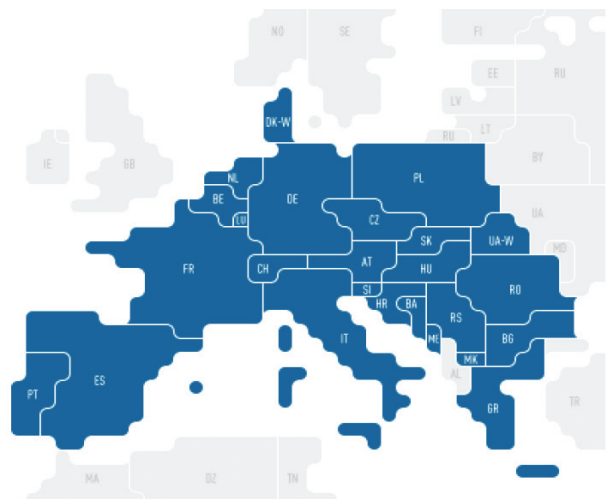
$$A = \sum_{i=1...n} a_i \quad (2)$$

gde je:

- A – rezultujući blok u spojenom modelu;
- a_i – blok i -tog modela mreže koji se spaja;
- n – ukupan broj nacionalnih modela koji ulaze u spajanje.

Isti fiktivni granični (X) čvorovi postoje u modelima mreža koje su susedne, oni se u spojenom modelu javljaju kao duplikati, tj. postoje dva granična čvora sa istim imenom, i suprotnim smerom toka snage. Zbog navedenog se vrši provera da li su granični čvorovi susednih oblasti upareni, i da li je zbir snaga u odgovarajućim graničnim čvorovima jednak nuli. Pošto su fiktivni, granični čvorovi su prisutni samo zbog potrebe modelovanja mreže, nakon završetka provera duplikati se mogu izbrisati, a svi parametri ovih čvorova postaviti na nulu.

Kako svi modeli mreža koje ulaze u proces spajanja imaju sopstveni balansni čvor, od ovih se izabere onaj sa najvećom rezervom snage, a ostali se iz tipa Balasni konvertuju u PV čvorove. Spajanje se najčešće vrši nad satnim modelima za trideset evropskih TSO operatera iz UCTE zone koji se vide na slici 2.



Slika 2. Operateri UCTE zone

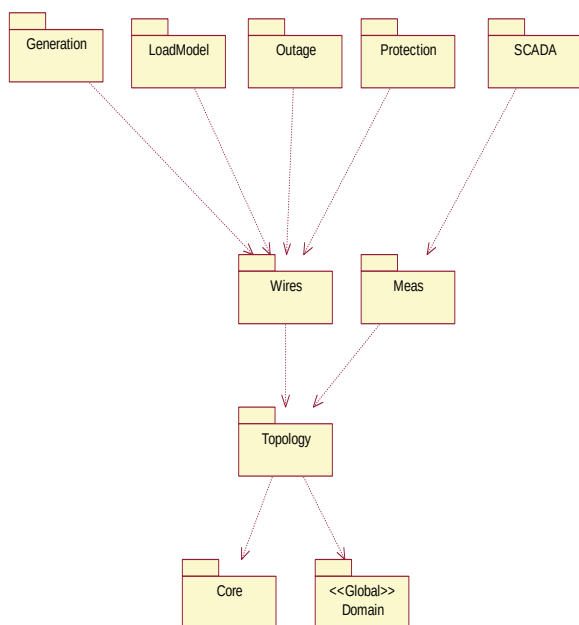
5. OSNOVE CIM MODELA

CIM je apstraktni model kojim su predstavljeni objekti elektroenergetskog sistema i njihove međusobne veze. Razvila ga je radna grupa 13 tehničkog komiteta 57 Međunarodne elektrotehničke komisije (IEC – *International Electrotechnical Commission, Technical Committee 57, Work Group 13*) i postao je međunarodni standard sa oznakom IEC 61970-301. CIM je opisan pomoću UML (*Unified Modeling Language*) klasnih dijagrama [7]. Modelovanje sistema UML dijagramima obezbeđuje standardizovan način za predstavljanje resursa elektroenergetskog sistema pomoću klasa, objekata i atributa kao i njihovih međusobnih veza. Objekti koji postoje u realnom svetu, odnosno objekti koji pripadaju domenu realnih sistema definisani su kao klase u CIM-u.

5.1 CIM paketi

CIM je predstavljen kao skup paketa, tj. logičko smišljenih grupa srodnih klasa. Klase opisuju elektroenergetski sistem, odnosno proizvodnju električne energije, njen prenos i distribuciju. Na Slici 3. dat je prikaz CIM paketa i njihovih međusobnih veza. Svaki paket poseduje svoj klasni dijagram, koji prikazuje klase tog paketa i njihove međusobne veze.

Core paket sadrži osnovne klase koje su potrebne EMS aplikacijama.



Slika 3. Prikaz CIM paketa

Topology paket proširuje navedeni *Core* paket, tako što zajedno sa *Terminal* klasom modeluje fizičku povezanost opreme - izgrađenost mreže. Osim toga on modeluje i topologiju, logičku povezanost opreme preko zatvorenih prekidača.

Wires paket proširuje *Core* i *Topology* pakete, modelujući informacije o električnim karakteristikama prenosnih i distributivnih mreža.

Meas paket sadrži modele merne opreme.

Generation paket sastoji se od dva podpaketa – *Production* i *GenerationDynamics*. U *Production* paketu

nalaze se klase koje opisuju različite vrste proizvodnih jedinica: termoelektrane, hidroelektrane, vetrogeneratore, generatore sa kombinovanim ciklusom itd., dok su u *GenerationDynamics* detaljnije opisani delovi elektrane kao što su turbine, parni kotlovi, cevi itd. koji se koriste kod simulacija i u obrazovne svrhe.

LoadModel paket služi za modelovanje potrošača. Potrošači se modeluju preko odgovarajućih krivih potrošnje, a okolnosti koje mogu uticati na opterećenje, kao što su sezona, tip dana (radni dan, vikend, praznik), su takođe uključene u ovaj paket.

Outage paket proširuje *Core* i *Wires* pakete i modeluje informacije o tekućim i planiranim konfiguracijama mreže.

Protection paket proširuje *Core* i *Wires* pakete, i sadrži modele zaštitne opreme, poput releja.

SCADA (*System Control And Data Acquisition*) paket sadrži modele svih podataka vezanih za daljinsko upravljanje.

Domen paket sadrži primitivne tipove podataka (integer, float, boolean, string...) uključujući jedinice mere i dozvoljene vrednosti [6][8].

5.2 CIM klase i veze

Klase predstavljaju objekte u realnom svetu (transformatore, generatore, potrošnju...) i organizovane su u pakete koji su predstavljeni klasnim dijagramima. Klasni dijagrami prikazuju sve klase u paketu i njihove veze. Ukoliko postoji veza sa klasama iz drugih paketa onda su te klase prikazane sa oznakom paketa kom pripadaju. Na Sl. 2. prikazan je primer klasnog dijagrama.

CIM je bogat detaljima i omogućava proširenja za potrebe pojedinih aplikacija.

Ta proširenja se vrše u okviru klasa *PSRType* (*PowerSystemResource*) u vidu manjih nestandardnih izmena CIM-a bez potrebe za bilo kakvim izmenama u ostalim klasama modela. Dodavanje novih klasa ili tipova od strane korisnika nije preporučljivo, jer bi se time odstupilo od standarda.

6. KONVERZIJA UCTE MODELA U CIM MODEL

CIM model je znatno detaljniji od UCTE modela pa je logično i zaključiti da se konverzijom CIM modela u UCTE gube podaci. Ovo se odnosi na sve elemente iz modela, ali radi jednostavnosti u daljem tekstu će biti navedeno modelovanje i konverzija samo za transformatore. Ovaj primer je izabran jer se na njemu najjednostavnije ističu nedostaci pri konverziji, i suštinske razlike u modelovanju.

6.1 Modelovanje transformatora u UCTE modelu

U *##T* bloku UCTE datoteka modeluju se dvonamotajni transformatori. Na raspolaganju su informacije o povezanosti transformatora sa čvorovima, naponu primarnog i sekundarnog namotaja, prividne snage transformatora, maksimalne struje, kao i osnovni parametri transformatora – otpornost, reaktansa, konduktansa i susceptansa, svedeni na primarnu stranu [1].

6.2 Modelovanje transformatora u CIM modelu

Transformatori u CIM modelu su modelovani klasom *PowerTransformer*, dok su njihovi namotaji modelovani klasom *TransformerWinding*. Ovim klasama omogućeno je modelovanje kako dvonamotajnih, tako i tronomotajnih transformatora. Svaki primerak klase *TransformerWinding* sadrži podatke vezane za namotaj: nominalnu snagu, otpornost, reaktansu, susceptansu i konduktansu direktnog i nultog redosleda, tip veze namotaja, impedansu uzemljenja u slučaju veze u zvezdu, referencu kojem transformatoru pripada itd.

6.3 Konverzija transformatorskih podataka

Kod UCTE modela svi parametri su svedeni na primarnu stranu transformatora, dok je u CIM modelu svaki namotaj dat sa svojim parametrima. Zbog ovoga je neophodno da se prilikom konverzije CIM→UCTE parametri sa sekundarnog namotaja svedu na primarnu stranu [4]. Obrnutom konverzijom UCTE→CIM (koja je i predmet ovog rada) parametri se jednostavno dodele namotaju u CIM modelu koji predstavlja primarnu stranu, dok se parametri sekundarnog namotaja postavljaju na nulu. Ovde već možemo primetiti problem da svođenjem sekundarnog namotaja na primarni pri CIM→UCTE gubimo informacije o karakteristikama sekundarnog namotaja, tj. ponovnim konvertovanjem nazad UCTE→CIM ne možemo povratiti originalne parametre. Činjenica da se u UCTE standardu transformatori modeluju samo kao dvonamotajni dok je u CIM standardu omogućeno i modelovanje tronomotajnih transformatora stvara još neke poteškoće. Prema preporuci konverzija tronomotajnih CIM transformatora se vrši njihovom aproksimacijom sa tri dvonamotajna transformatora [4], što dovodi do greške u modelovanju sistema. Što se tiče strujnih ograničenja kod transformatora, u CIM standardu je predviđena posebna klasa *CurrentLimit*, pa je time taj parametar iz UCTE standarda pokriven.

6.4 O konverziji uopšteno

Na osnovu izloženog, zaključuje se da se neki parametri, iako manje važni za neke standardne elektroenergetske proračune, nepovratno gube. Detaljnim upoređivanjem UCTE i CIM standarda, dolazi se do zaključka da je CIM standardom moguće pokriti celokupan UCTE standard. Blok ##TT, koji sadrži detaljni opis parametara regulacionih sklopki za svaku poziciju u ranijim verzijama CIM modela nije bio pokriven, ali je u tekućem datu problem prevaziđen.

7. ZAKLJUČAK

Ovaj rad predstavlja kratak opis UCTE i CIM standarda, provere i spajanja nacionalnih UCTE modela u jedinstven interkonektivni model, kao i konverzije iz UCTE u CIM model podataka. Programski paketi realizovani na osnovu predstavljenih pravila predstavljaju nezaobilaznu alatku u funkcionisanju velikih interkonektivnih sistema. Ovim paketima se omogućavaju tačniji proračuni i analize stanja u sistemu, a time povećava njegova sigurnost i pouzdanost.

S obzirom na tendenciju prelaska sa UCTE –a na bogatiji CIM model podataka, programski paket za konverziju između ova dva modela podataka realizovan na osnovu pravila predstavljenih u ovom radu od vitalnog je značaja. Neka od mogućih unapređenja definisanih validacija bilo bi dodavanje provera paralelnog rada transformatora, postojanja topološki izolovanih delova sistema itd.

8. LITERATURA

- [1] UCTE data exchange format for load flow and three phase short circuit studies (UCTE-DEF): https://www.entsoe.eu/fileadmin/user_upload/library/publications/ce/otherreports/UCTE-format.pdf
- [2] „Quality of datasets and calculations of the UCTE Subgroup - Network Models and Forecast Tools“, technical parameter specification, 2007.
- [3] Milan Čalović, Andrija Sarić "Osnovi analize elektroenergetskih mreža i sistema", Beograd 2004.
- [4] Common Information Model (CIM) – Model Exchange Profile 1st Edition: Based On IEC 61970 CIM14, ENTSO, 2009.
- [5] Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity CIM interoperability Test – EPRI, 2009.
- [6] Draft IEC 61970: Energy Management System Application Program Interface (EMS-API) -Part 301: Common Information Model (CIM) Base, Second Edition.
- [7] Unified Modeling Language (UML), version 2.1.2, <http://www.omg.org/technology/documents/formal/uml.htm>
- [8] Dr Alana W. McMorran, “An Introduction To IEC 61970-301 & 61968-11: The Common Information Model”, Glasgow, UK: University of Strathclyde, January 2007.
- [9] Dragan Tomić, Ranka Slijepčević, Lajoš Martinović, Nemanja Živković, „Provera i spajanje modela nacionalnih elektroenergetskih prenosnih mreža u jedinstven interkonektivni model“, ETRAN, Donji Milanovac 2010.

Kratka biografija:



Nemanja Živković je rođen 04.09.1986. godine u Novom Sadu. Diplomski - master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo, smer Elektroenergetski sistemi odbranio je 2010. godine.

АПЛИКАЦИЈА ЗА ПРЕГЛЕД ЛОГ ДАТОТЕКА DMS СОФТВЕРА

DMS SOFTWARE LOG FILES MONITORING APPLICATION

Вајко Тодић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – У овом раду је представљена апликација за преглед лог датотека **DMS** софтвера. Рад садржи мотиве за развој овог рјешења, кључне имплементационе детаље и опис основне функционалности апликације.

Abstract – This paper describes DMS software log files monitoring application, the main motives for development, the most important implementation details and functionality.

Кључне ријечи: Лог датотеке, едитор

1. УВОД

У овом раду је приказана апликација за преглед лог датотека **DMS** софтвера верзије 3. Апликација омогућава преглед и праћење садржаја лог датотека, у циљу проналажења жељених информација од стране корисника. Идеја је проистекла из практичних потреба корисника **DMS** софтвера.

У другој глави рада описан је проблем, који је предмет овог рада, као и **DMSLogger** компонента, заснована на **log4net framework**-у, путем које се врши креирање лог датотека.

Трећа глава садржи кратак преглед постојећих рјешења описаног проблема, с нагласком на њихове предности, али и мане, због којих је и приступљено изради апликације, представљене у овом раду.

Четврта глава рада садржи опис рјешења постављеног задатка, који укључује пројектовање концептуалног рјешења, а затим и имплементацију апликације. У овој глави се налази и опис функционалности апликације.

2. ОПИС РЈЕШАВАНОГ ПРОБЛЕМА

2.1. Лог датотеке

Лог датотеке су датотеке које садрже разне податке о току извршавања програма. Њихов садржај зависи од тога како је конфигурирано логовање, а обично су ту записи о разним проблемима који су настали у току извршавања програма, тј. отказима, грешкама, упозорењима и сл. Такође, лог датотеке често садрже и битне информације о току извршавања програма, које не морају нужно означавати проблеме, него кључне догађаје, који могу интересовати корисника. Лог датотеке се брзо пуне новим записима и могу постати прилично велике, што отежава корисницима проналажење лог записа који их интересују. Када се

томе дода и чињеница да приликом читања ових датотека у неком од текстуалних едитора опште намјене сви лог записи изгледају исто, пошто ти едитори не разликују дијелове лог записа и различите нивое логовања, ситуација постаје још тежа. Такође, ако се приликом прегледа лог датотеке и даље врши логовање у њу, потребно је стално освјежавати приказ, што представља додатно оптерећење за корисника. Због наведених проблема намеће се потреба за апликацијом која би пружила ефикасан начин за преглед лог датотека **DMS** софтвера, узевши у обзир њихове специфичности.

2.2. DMSLogger

За креирање лог датотека **DMS** софтвера верзије 3 користи се **DMSLogger** компонента, која је заснована на **log4net framework**-у.

DMSLogger је конфигуриран да логира у **rolling** датотеке, којих има 10, а свака је величине 1MB. Такође је могуће логовање и у **Windows events**. Конфигурацију може свако себи прилагодити. Омогућено је логовање у више нивоа. У растућем редослиједу нивои су: **Verbose**, **Debug**, **Info**, **Warning**, **Error**, **Exit**, **Fatal**. Нивои логовања се могу мијењати за вријеме извршавања апликације.

2.3. Log4net

Log4net [1] је **open source** библиотека која омогућава **.NET** апликацијама логовање на различита одредишта (нпр. **Console**, **SMTP**, датотеку, **Windows events**, итд.). **Log4net** омогућава укључивање логовања у току извршавања апликације, без потребе за модификацијом извршног кода. Једна од битних карактеристика **log4net**-а је појам хијерархијског логера, захваљујући коме је могуће селективно контролисати који лог записи ће се појавити на излазу и тиме постићи произвољну грануларност. **Log4net** је, иначе, **.NET** варијанта **log4j framework**-а, базираног на **Java**-и.

2.4. Основна функционалност апликације

Апликација треба да пружи следећу функционалност:

- отварање једне или више лог датотека у табовима
- аутоматско освјежавање приказа лог датотеке
- филтрирање приказа лог датотеке на основу задатих критеријума
- спајање лог датотека у једну (лог записи треба да буду сортирани по времену)
- бојење кориснички дефинисаних кључних ријечи
- означавање прве (**Find**) или свих појава задате ријечи (**Find All**).

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из дипломског-мастер рада чији ментор је био др Мирослав Хајдуковић, ред.проф.

3. ОСВРТ НА ПОСТОЈЕЋА РЈЕШЕЊА

За прегледање садржаја неке од лог датотека могу се користити текстуални едитори опште намјене, као што су: **Notepad++**, **UltraEdit** и сл. Наведени едитори имају своје предности у које спада: брзина отварања датотеке (што је у највећој мјери последица коришћења напредних алгоритама учитавања датотеке и поправљања перформанси у свакој новој верзији), уграђена подршка за бојење кључних ријечи и много могућности за разна подешавања корисничког интерфејса. Ипак, ти едитори су углавном намијењени за кодирање и немају функције специфичне за преглед лог датотека.

Постоји и неколико добрих **open source** рјешења за преглед лог датотека, и свако од њих има своје добре и лоше стране. Пошто су прављене с циљем да задовоље потребе корисника који раде са разним типовима датотека, апликације које су у понуди нису везане за конкретан тип лог записа. Функције које захтијевају препознавање структуре лог записа, односно шаблона по коме је креиран, углавном нису подржане од стране ових апликација (филтрирање приказа је, рецимо, једна од њих). Оно по чему су, ипак, ова рјешења боља од едитора опште намјене је могућност аутоматског освјежавања приказа, па је корисник у могућности да у реалном времену прати промјену садржаја лог датотеке. Један типичан представник ове врсте едитора је **Tail**.

Tail (или **Tail for Win32**) је верзија **Unix**-овог **tail** алата. Његова главна особина је да може пратити промјене у текстуалним датотекама, у реалном времену. Због тога је погодан за праћење садржаја лог датотека. Иако има добру подршку за праћење садржаја лог датотеке, и још неколико добрих особина, **Tail** не може обезбиједити одговарајуће филтрирање приказа и спајање лог датотека.

У **DMS**-у је развијена за интерну употребу апликација која је зависна од специфичности лог датотека **DMS** софтвера. Њена основна предност, у односу на

уопштена рјешења, је то што има функцију за филтрирање приказа лог датотеке по разним критеријумима. Ипак, то рјешење је прављено као привремено и не посједује неке од функција које би корисници могли очекивати, као што је бојење кључних ријечи или аутоматско освјежавање.

Узевши у обзир потребе корисника, али и осврнувши се на добре и лоше стране рјешења која се баве сличним проблемима, осмишљена је апликација за преглед лог датотека, која је предмет овог рада. Оно што се очекује од њене примјене је уштеда времена и енергије код тражења информација у лог датотекама.

4. ОПИС РЈЕШЕЊА ПРОБЛЕМА

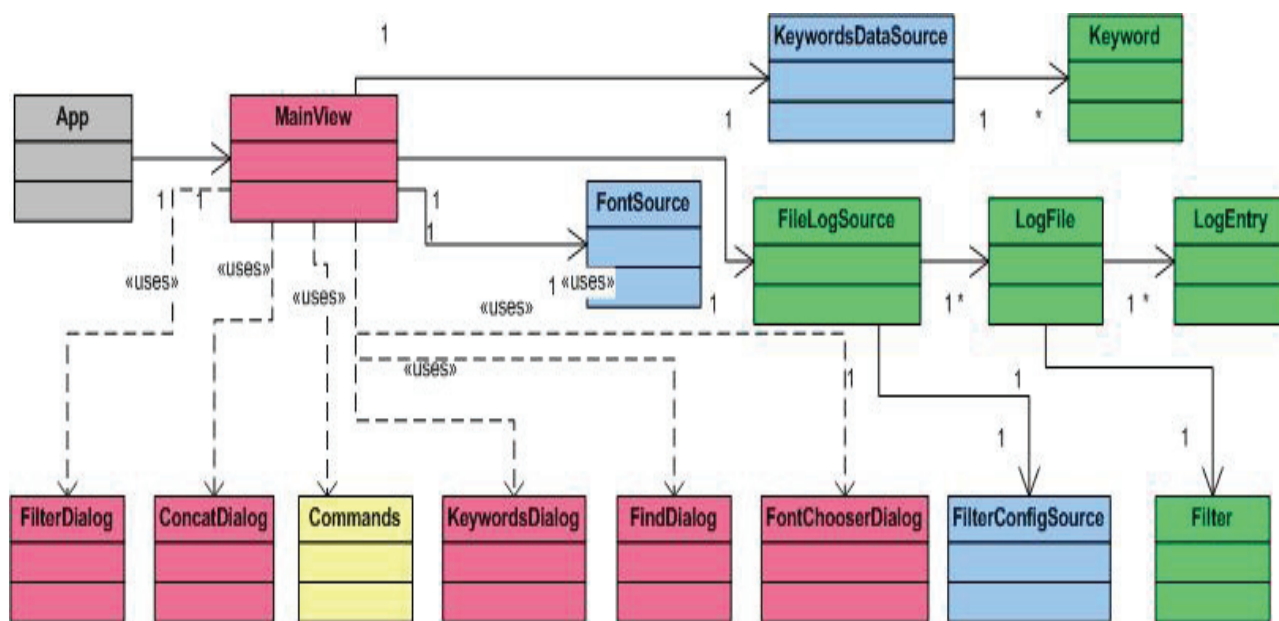
4.1. Архитектура апликације

Апликација за преглед лог датотека **DMS** софтвера је пројектована по **MVC** шаблону. Састоји се од четири модула, који се у **C#** терминологији називају **namespace** (аналогија са пакетима у **Java**-и). Модули апликације су приказани на слици 1. Сваки од модула садржи једну или више класа.



Слика 1. Модули апликације

Дијаграм класа је приказан на слици 2. Модел се састоји из модула **Models** и **DataSource**. На дијаграму су класе модула **Models** означене зеленом бојом, а ту спадају класе које представљају лог запис (**LogEntry**), лог датотеку (**LogFile**), колекцију лог датотека (**FileLogSource**), кључну ријеч (**Keyword**) и филтер (**Filter**). Класе из модула **DataSource** служе за приступ **xml** датотекама у којима се чувају кључне ријечи (**KeywordsDataSource**), конфигурације филтера (**FilterConfigSource**) и дефиниција фонта (**FontSource**), а на дијаграму са слике 2 су означене плавом бојом.



Слика 2. Дијаграм класа апликације

Класе које припадају модулу који представља приказ (**Views**) су на слици 2 означене црвеном бојом. Приказу припада главни прозор (**MainView**) и дијалози за: конфигурисање филтера (**FilterDialog**), спајање датотека (**ConcatDialog**), задавање кључних ријечи (**KeywordsDialog**), означавање појаве ријечи (**FindDialog**) и промјену фонта (**FontChooserDialog**). Контролеру припада класа **Commands**, која се налази у истоименом модулу.

4.2. Опис имплементације апликације

За израду апликације, која је предмет овог рада, коришћен је **.NET Framework** [2], верзија 4.0. Апликација је развијана у **Microsoft Visual Studio 2010** развојном окружењу, у програмском језику **C#**. За дефинисање и приказ елемената корисничког интерфејса коришћена је **WPF** технологија [3].

Основна функција апликације је преглед лог датотеке. Због тога је важно да читавање у меморију и приказ садржаја датотеке буду обављени што брже. Да би кориснички интерфејс био расположив и приликом отварања већих датотека, било је потребно користити позадинску нит за креирање објеката који садрже лог записе. За ту потребу је коришћена класа **BackgroundWorker** и више догађаја.

DoWork је догађај који се деси када се позове **RunWorkerAsync** метода, а то је и тренутак покретања позадинске нити. **RunWorkerCompleted** догађај се деси када се позадинска операција комплетира, буде отказана или се деси изузетак. Наведеним догађајима је потребно придружити обрађиваче, који су у овом случају представљени методама **RunOnBGThread** и **BGThreadWorkDone**. У методи **RunOnBGThread** се врши читавање садржаја лог датотеке у меморију, а затим и приказ тог садржаја. Међутим, пошто су

елементи корисничког интерфејса под контролом друге нити, тој нити се приступа преко њеног **Dispatcher** објекта и синхронно се извршава специфицирани делегат (метода **ShowLog**) са задатим приоритетом.

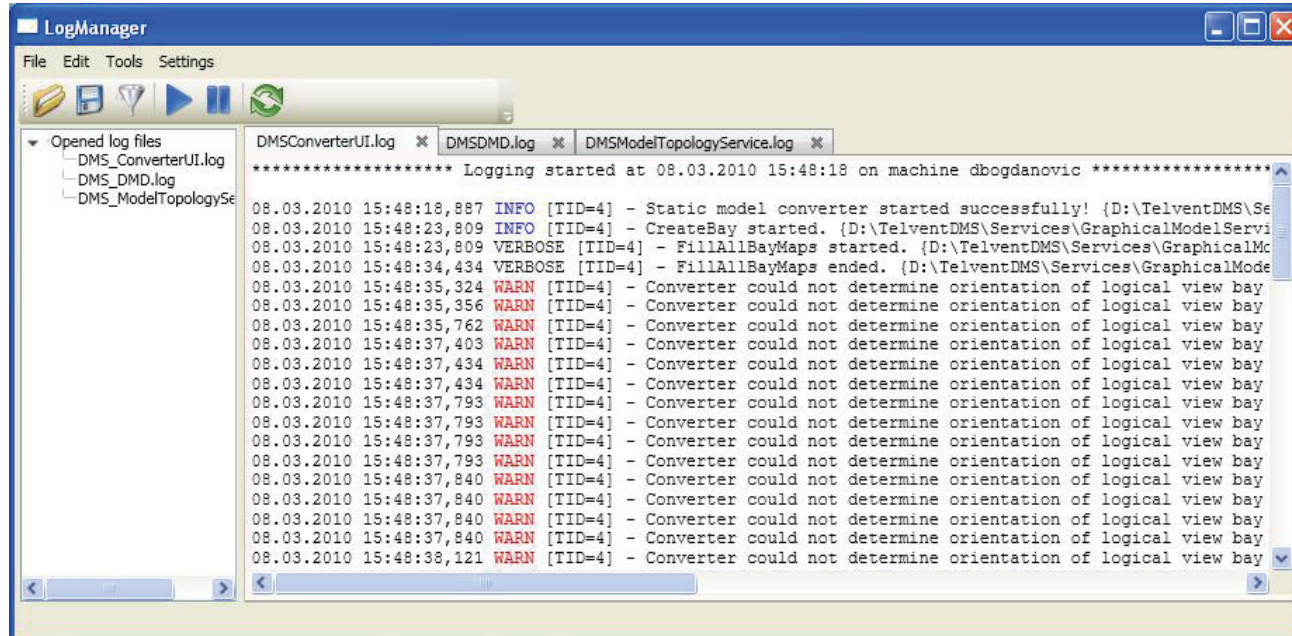
За потребе аутоматског освјежавања приказа лог датотеке, кључно је регистровање промјене садржаја те датотеке од стране неке друге програмске нити. За ту потребу користе се објекти класе **FileSystemWatcher**, који „ослушкују“ обавјештења о промјенама у фајл систему рачунара и, у складу с тим, производе одговарајуће догађаје, који се, даље, обрађују на одговарајући начин.

Свакој отвореној датотеци се може придружити дефиниција филтера, који садржи информације о критеријумима по којима се врши филтрирање. Дефиниције филтера, које корисник одлучи да трајно чува, су смјештене у **xml** датотеку. **Xml** елемент који представља филтер садржи атрибуте за назив лог датотеке, информацију о томе да ли је укључено филтрирање по времену, почетни и крајњи временски тренутак, информацију о томе којих нивоа требају бити поруке да би биле приказане, идентификационе ознаке нити по којима се филтрира и информацију о томе да ли аутоматски филтрирати датотеку приликом следећег отварања.

Скуп кориснички дефинисаних кључних ријечи и њихових боја се, као и дефиниције филтера, чува у **xml** датотеци. На исти начин се чува и фонт који изабере корисник.

4.2. Опис функционалности апликације

Након покретања апликације приказује се главни прозор. На слици 3 је приказан изглед главног прозора када су отворене три лог датотеке.



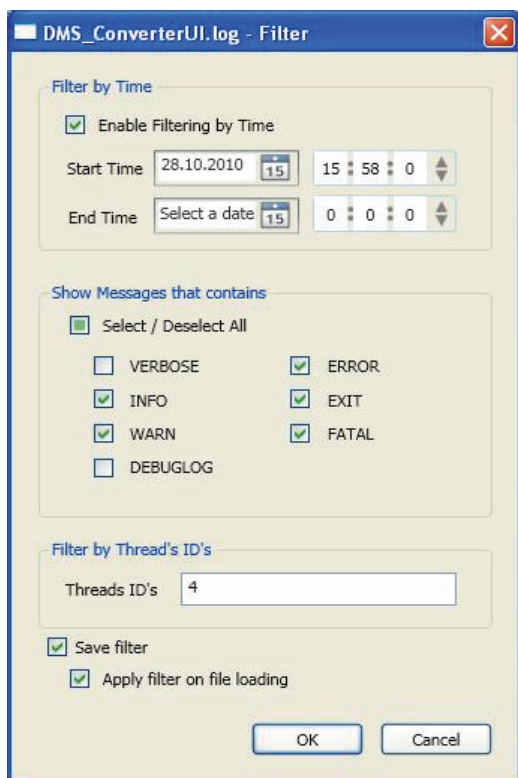
Слика 3. Изглед главног прозора апликације

Отворене лог датотеке су приказане у табовима, али су приказане и у стаблу у лијевом дијелу прозора. Аутоматско освјежавање приказа датотеке је иницијално укључено, али га је могуће зауставити (и, ако је потребно, поново покренути) помоћу одговарајућих дугмади на траци са алаткама,

означених плавом бојом. На траци са алаткама се налази и **Reload** дугме, које кориснику пружа могућност да кликом на њега прикаже оригинални садржај посматране датотеке тако што ће поништити дејство филтера (ако је приказ филтриран) и додати у приказ нови садржај датотеке (ако је она

промијењена, а аутоматско освјежавање није укључено).

За сваку од отворених лог датотека је могуће дефинисати филтер, захваљујући коме ће бити приказани само они лог записи који интересују корисника. Дијалог за задавање и промјену филтера, који се отвара избором опције **Filter** из менија **Tools** или кликом на одговарајуће дугме из траке са алаткама, приказан је на слици 4. Могуће је филтрирати приказ по времену настанка лог записа, нивоу поруке и идентификационом броју нити која је произвела лог запис. Дефинисани филтер за лог датотеку је могуће трајно сачувати избором одговарајуће опције, која се налази у доњем дијелу дијалога са слике 4. Чување филтера се врши на основу назива датотеке, а не апсолутне путање, тако да је филтер и даље мапиран на датотеку и у случају њеног премјештања на другу локацију. У случају да је изабрана могућност чувања филтера, корисник може и специфицирати да ли жели да се приликом следећег отварања та датотека аутоматски филтрира, да би се предупредило вишеструко примјењивање истог филтера на приказ лог датотеке.



Слика 4. Изглед дијалога за дефинисање филтера

Остале функције апликације, као што су дефинисање кључних ријечи, спајање лог датотека, тражење појаве ријечи и дефинисање фонта, покрећу се путем одговарајућих ставки менија, пречица са тастатуре или дугмади са траке са алаткама. Покретањем наведених функција приказују се одговарајући дијалози.

5. ЗАКЉУЧАК

Апликација за преглед лог датотека **DMS** софтвера, која је представљена у овом раду, би требало да послужи корисницима **DMS** софтвера и запосленима у фирми **DMS Group** у свакодневном послу који обављају. Приликом реализације рјешења нагласак је био на брзини и интуитивности, јер основна сврха апликације и јесте уштеда времена приликом тражења информација о раду софтвера у лог датотекама.

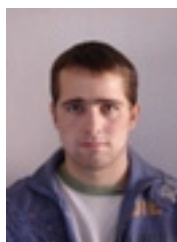
Рјешење је реализовано тако да подржи рад са лог датотекама, ослањајући се на коришћени шаблон по коме се формира лог запис. То представља и ограничење рјешења, у случају да се у будућности промијени шаблон. Из тог разлога, у плану је додавање могућности задавања шаблона путем регуларних израза, што би рјешење учинило генеричким и самим тим употребљивијим. Такође, разматра се и могућност додавања функције препознавања шаблона, на основу једног или више примјера, што би захтијевало употребу неких техника и из вјештачке интелигенције.

Пошто је апликација прављена искључиво за **Windows** платформу, један од даљих корака у развоју би могао бити и развијање верзије за **Linux** платформу, али и за неки други оперативни систем, ако би то било потребно.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] log4net, <http://logging.apache.org/log4net/index.html>
- [2] .NET Framework, http://en.wikipedia.org/wiki/.NET_Framework
- [3] Matthew MacDonald, "Pro WPF in C Sharp 2008", Apress

Кратка биографија:



Вайко Тодић је рођен 1986. године у Брчком. Факултет техничких наука у Новом Саду је уписао 2005. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Електротехнике и рачунарства – Примењене рачунарске науке и информатика одбранио је 2010. године.

KARAKTERIZACIJA, OPTIMIZACIJA I UPOREDNI PRIKAZ n I p-TIPA GaAs/AlGaAs INFRACRVENIH FOTODETEKTORA NA BAZI KVANTNIH JAMA

CHARACTERISATION, OPTIMISATION AND COMPARATIVE STUDY OF n AND p-TYPE GaAs/AlGaAs QUANTUM WELL INFRARED PHOTODETECTORS

Nataša Samardžić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je razmotren princip detekcije infracrvenog zračenja korišćenjem kvantnih poluprovodničkih heterostruktura, kvantnih jama. Ilustrovana je k-p metoda koja dobro opisuje efekte unutar pomenutih struktura i prezentovan simulator za rešavanje 8-zonske k-p Šredingerove jednačine u cilju dobijanja dijagrama zona i potrebnih parametara za validnu karakterizaciju detektora. Takođe je na konkretnom primeru GaAs/AlGaAs detektora prikazano kako veličine kao što su širina jame, sastav barijernog materijala, temperatura, dopiranoost materijala jame utiču na performanse detektora i izložen je uporedni prikaz n i p-tipa detektora projektovanih za centralnu učestanost detekcije 10.5 μm . Na kraju su upoređene opšte karakteristike infracrvenih detektora na bazi kvantnih jama u odnosu na popularne metode IC detekcije.

Abstract – This paper presents basic principles of Infrared detection using Quantum Well Infrared Photodetectors (QWIP). k-p method which gives good description of band diagram. Main figures of merit for QWIP were solved using numerical techniques of nextnano³ simulator for quantum structures. Influence of well width, mole fraction of barrier material, temperature and doping density on QWIP performance was observed. Comparison between GaAs/AlGaAs detectors n and p-type was done with illustration of main results. In the end main advantages of QWIP over standard techniques of Infrared detection were discussed.

Ključne reči: infracrveni detektori, kvantne jame, širina jame, detektivnost, tamna struja, odziv

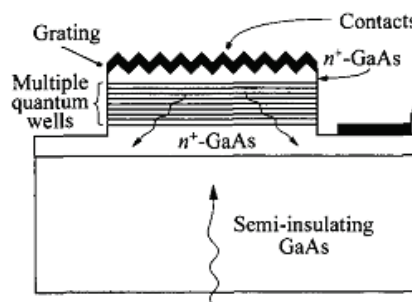
1. UVOD

Primena poluprovodničkih heterostruktura za detekciju infracrvenog zračenja prvi put je uočena od strane Američkog naučnika Barija Levina i saradnika 1987. godine u Belovim laboratorijama. Zonski dijagram heterostruktura bio je analogan problemu kvantne jame konačne visine, a podzone provodne zone dozvolile su prelaz elektrona pobuđenih zračenjem talasne dužine od 10.8 μm . Od tog perioda intenzivno se radi na izučavanju kvantnih heterostruktura za detektorske primene, tako da

NAPOMENA:

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

su danas pored navedene razvijane, upoređivane i proučavane strukture na bazi kvantnih žica i tačaka [6]. Detektori na bazi kvantnih jama formiraju se od dva poluprovodnička materijala različitog energetskog procepa od kojih se materijal manjeg procepa nalazi između dva materijala većeg procepa, sendvič struktura. Materijal manjeg energetskog procepa predstavlja materijal jame, drugi barijerni materijal. Umnožaka spoja barijera-jama-barijera obično ima između 50 i 100 u detektoru. Sa gornje i donje strane strukture nalaze se snažno dopirani kontaktni slojevi između kojih se priključuje izvor a ceo sistem naleže na pogodnom supstratu. U slučaju da se projektuje n-tip detektora potrebne su dodatne tehnike fabrikacije [5] kako svetlost ne bi pod pravim uglom stupala u interakciju sa strukturom (kvantnomehanička selekciona pravila ne dozvoljavaju apsorpciju takvih zraka) stoga se koriste specijalizovane optičke rešetke koje svetlost prelamaju ka detektoru pod uglom različitim od 90° ili se površina koja će biti izložena dejstvu zračenja zaseca pod uglom od 45°. Struktura detektora sa optičkim rešetkama prikazana je na slici 1.



Slika 1. Struktura GaAs/AlGaAs QWIP sa optičkom rešetkom na vrhu strukture

2. PRINCIP RADA

Detekcija se zasniva na pojavi unutarzonskog prelaza pod dejstvom spoljašnjeg polja, tj. prelaza nosilaca naelektrisanja iz nižeg u više energetsko stanje odgovarajuće zone, od kojih se bar jedno nalazi unutar jame. Pobuđeni nosioci pod dejstvom spolja priključenog napona formiraju fotostruju. Ključna stvar za obezbeđivanje optimalnih performansi detektora je da energetski procep bude dovoljno širok da ne bi došlo do međuzonskog prelaza nosilaca tj. prelaza iz valentne u provodnu zonu, jer u tom slučaju elektron kao nosilac naelektrisanja ostaje zarobljen u jami i ne učestvuje u fotoprovodnjenju. Razmak između stanja koja su predviđena za prelaz mora biti tačno jednak energiji fotona upadnog zračenja da bi došlo do pobuđivanja. Mali energetski razmaci stanja unutar jame obezbeđuju

primenljivost ovih detektora za detekciju zračenja većih vrednosti talasnih dužina.

Bitan uslov da bi došlo do unutarzonskih prelaza u heterostrukturnom materijalu, je da materijal jame bude dopiran.

U zavisnosti od tipa dopanata (donori ili akseptori) do prelaza dolazi u valentnoj ili provodnoj zoni, na osnovu čega se detektori dele na n- i p-tip. Vrste međuzonskih prelaza takođe igraju značajnu ulogu u karakterizaciji detektora i dele se na [4]:

1. B-B (bound to bound)- prelaz iz vezanog u vezano stanje
2. B-C (bound to continuum)- prelaz iz vezanog u kontinualno stanje
3. BQB (bound to quasibound)- prelaz iz vezanog u kvazivezano stanje
4. B-M (quasi-to-miniband)- prelaz iz vezanog u minizonsko stanje

Koji će od prelaza nastupiti zavisi od odabira širine jame i barijere tj. debljine materijala jame i barijere. Varijacijom te dve veličine praktično menjamo energetski dijagram i kontrolišemo broj vezanih stanja unutar jame, rastojanje između prva dva stanja itd.

Pogodnim odabirom širine jame i barijere takođe utičemo na detektovanu talasnu dužinu.

Navedene osobine pružaju veliku fleksibilnost pri projektovanju ovih detektora tako da praktično za dobro odabran materijal variranjem parametara možemo proći kroz gotovo čitav infracrveni spektar.

3. MATEMATIČKI MODEL

Polazeći od standardne Šredingerove jednačine:

$$\hat{H}\psi = E\psi \quad (1)$$

gde je $\hat{H}$, Hamiltonov operator ukupne energije čestice, E-energija čestice, ψ - talasna funkcija, za opisivanje detektora na bazi kvantnih jama $k \cdot p$ metodom izraz se najpre modifikuje modulacijom talasne funkcije anvelopnom aproksimacijom:

$$\psi(r) = \sum_i \psi_i(r) u_i(r) \quad (2)$$

Gde $\psi_i(r)$ predstavlja sporopromenljivu anvelopnu funkciju, a $u_i(r)$ periodičnu Blohovu funkciju, čija periodičnost odgovara periodičnosti kristalne rešetke.

Ova aproksimacija se uvodi iz razloga što je u heterostrukturama narušena periodičnost talasne funkcije, a brzopromenljivom ukupnom talasnom funkcijom se ne mogu dovoljno dobro izmodelovati efekti unutar strukture [2].

Druga modifikacija standardne Šredingerove jednačine je matrična reprezentacija Hamiltonovog operatora, slika 2. Elementi na glavnoj dijagonali H_{cc} i H_{vv} opisuju provodnu i valentnu zonu, respektivno. Dok H_{cv} i H_{vc} opisuju sprezanje između različitih zona.

	s↑	s↓	x↑	y↑	z↑	x↓	y↓	z↓
s↑	H_{cc}		H_{cv}					
s↓								
x↑	H_{cv}^T							
y↑				H_{vv}			0	
z↑								
x↓								
y↓				0			H_{vv}	
z↓								

Slika 2. Izgled 8x8 matrice Hamiltonovog operatora

Vrednosti elemenata matrice zavise od tipa kristalne rešetke materijala, od talasnog broja prelaza između različitih podzona i većinski od parametara materijala. Ovakom dobijena jednačina rešava se numerički. U radu je korišćen simulator nextnano³ za analizu poluprovodničke strukture na bazi $k \cdot p$ metode. Na osnovu rezultata dobijenih nakon simulacija, detektor je projektovan tako da tip mogućih prelaza bude BQB, tj. da je prvi pobuđeni nivo u rezonanci sa ivicom provodne zone. Zatim su za nekoliko vrednosti dopiranosti, temperature i napona, prikazani osnovni parametri za ocenu funkcionalnosti detektora, kao što su tamna struja, koeficijent apsorpcije, detektivnost i odziv.

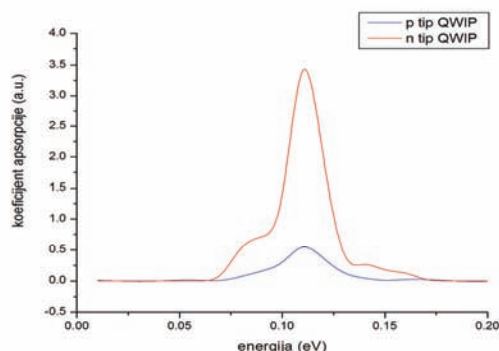
Koeficijent apsorpcije dobijamo složenim proračunima iz matrica $k \cdot p$ metode, a ostale parametre pojedinačnim rezultatima iz simulatora kombinujemo sa modelom 3D drifta nosilaca. Detektivnost je parametar relativnog odnosa signal-šum [1], normalizovan površinom detektora. Tamna struja se smatra osnovnim izvorom šuma detektora na bazi kvantnih jama i manifestuje se kao uspostavljanje neželjene struje duž detektora pod naponom bez dejstva infracrvenog zračenja. Sledeći parametar- detektivnost predstavlja relativni odnos signal-šum normalizovan površinom detektora. Odziv fotodetektora se definiše kao razlika fotostruje i tamne struje po jedinici snage upadne svetlosti.

4. REZULTATI I DISKUSIJA

Korišćenjem nextnano³ simulatora [3] najpre je ispitivana zavisnost broja vezanih stanja unutar jame za oba tipa detektora od širine jame, za vrednosti $L_w = 2, 4, 6, 8, 10, 12$ nm. Na osnovu rezultata zaključeno je da se smanjivanjem dimenzija jame smanjuje broj vezanih stanja u unutar nje.

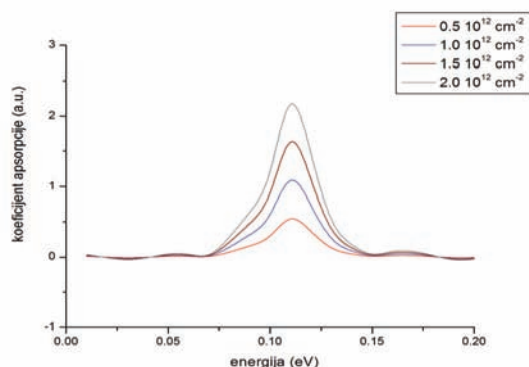
Zatim su rađene simulacije sa promenjenim molarnim udelom Al u barijernom materijalu [7], da bi se za odabrane vrednosti L_w iz prethodnih simulacija postigao energetski dijagram pogodan za BQB tip prelaza. Optimalan izgled energetskog dijagrama dobijen je za $L_{wp} = 4$ nm i $L_{wn} = 6$ nm i udeo Al za oba tipa u AlGaAs jedinjenju $x = 0.2$.

Za odabrane dimenzije rađene su najpre simulacije za dobijanje koeficijenta apsorpcije, uporedni rezultati n i p-tipa detektora prikazani su na slici 3 u normiranim jedinicama (arbitrary units) s obzirom da je simulacija rađena za jednu jamu usled ograničenosti simulatora nije moguće za dovoljan broj jama da ilustruju realne apsolutne karakteristike detektora.



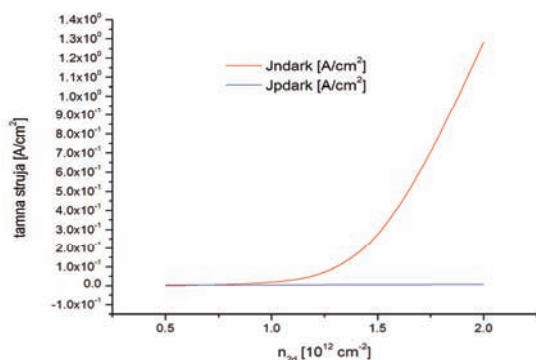
Slika 3. Apsorpcioni koeficijent n i p-tipa GaAs/Al_{0.2}Ga_{0.8}As QWIP detektora

Očigledna je znatno intenzivnija apsorpcija detektora n-tipa koja se između ostalog objašnjava manjom efektivnom masom elektrona u materijalu. Za povećanje površinske gustine dopiranosti materijala jame u odnosu na početnu od $n_{2d} = 0.5 \cdot 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ ponovo su rađene simulacije da bi se uočile promene apsorpcionog koeficijenta, za p-tip detektora rezultati su prikazani na slici 4.



Slika 4. Koeficijent apsorpcije p-tipa GaAs/AlGaAs IC detektora za različite gustine dopanata

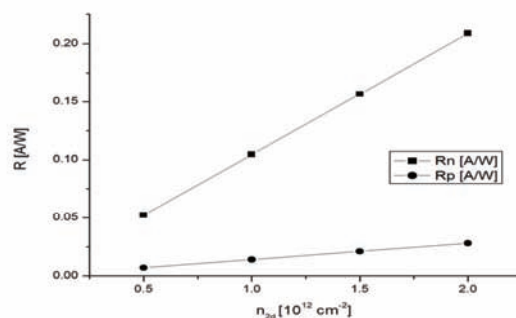
Vidi se da se apsorpcija intenzivira, ali čak i za četiri puta veću gustinu dopiranosti rezultati su manji od početne vrednosti apsorpcionog koeficijenta n-tipa detektora. Za tamnu struju su takođe rađene simulacije za istu promenu vrednosti gustine dopiranosti i ilustrovana je brzina rasta tamne struje u funkciji koncentracije dopanata na slici 5.



Slika 5. Odnos rasta tamne struje u funkciji dopiranosti za ni p-tip QWIP

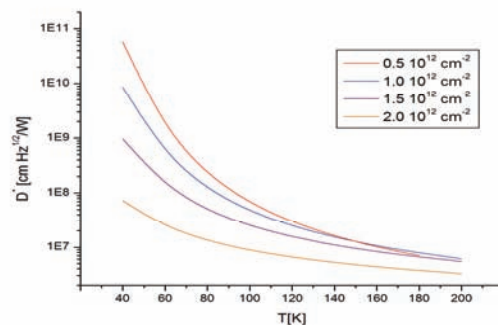
Tamna struja detektora n-tipa raste gotovo eksponencijalno, dok za p-tip ostaje skoro konstantna i znatno manja

od n-tipa. Odziv detektora raste u oba slučaja sa porastom dopiranja s tim što za n-tip raste dosta brže, slika 6.



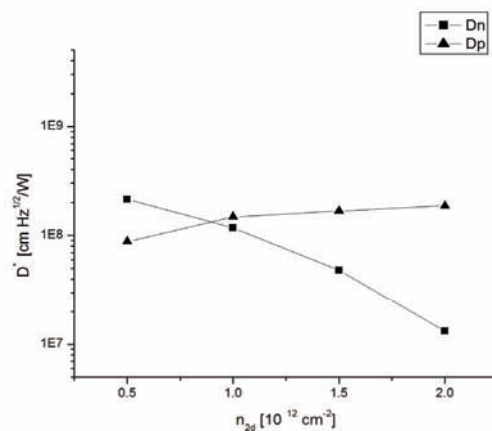
Slika 6. Odziv n i p-tipa GaAs/Al_{0.2}Ga_{0.8}As detektora, R_n, R_p respektivno u funkciji dopiranosti materijala jame

Za detektivnost su istovremeno rađene simulacije promene sa temperaturom i sa koncentracijom dopanata, za n-tip slika 7.

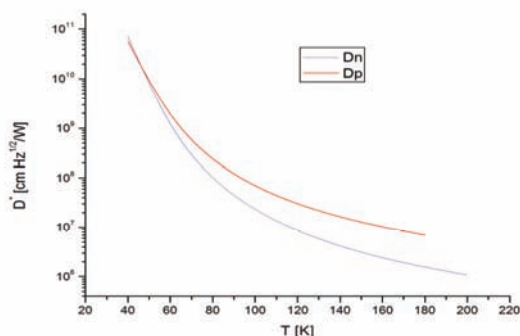


Slika 7. Detektivnost n-tipa GaAs/Al_{0.2}Ga_{0.8}As detektora u funkciji dopiranosti i temperature

Detektivnost n-tipa sa povećanjem dopiranosti opada, a s temperaturom se smanjuje. Odnos detektivnosti za promene istih veličina n- i p-tipa data je na slici 8 za dopiranost i slici 9 za temperaturu.

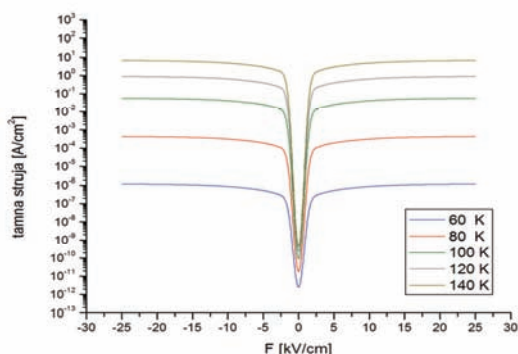


Slika 8. Detektivnost u funkciji dopiranja za GaAs/Al_{0.2}Ga_{0.8}As QWIP detektor n i p-tipa



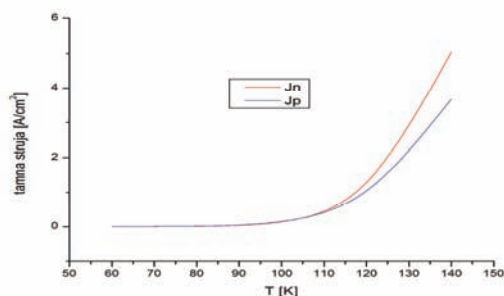
Slika 9. Promena detektivnosti sa temperaturom za GaAs/Al_{0.2}Ga_{0.8}As QWIP detektor n i p-tipa

Evidentno je sa prethodnih grafika da se p-tip detektora odlikuje sporijim opadanjem detektivnosti sa temperaturom i da pokazuje znatan porast pri povećanju gustine dopirivosti materijala jame. Tamna struja oba detektora raste sa porastom temperature, slika 10 za n- tip.



Slika 10. Gustina tamne struje u funkciji temperature GaAs/Al_{0.2}Ga_{0.8}As QWIP detektor n-tipa

Još je interesantno primetiti da sa porastom primenjenog napona tamna struja neznatno raste, što je posledica krivljenja dijagrama zona i olakšanog neželenog tunelovanja nosilaca, međutim taj efekat nije dovoljno uključen u 3D drift modelu. Isto tako sa porastom radne temperature gustina tamne struje oba detektora raste eksponencijalno, s tim što je uočen nešto sporiji rast za p-tip detektora, slika 11.



Slika 11. Gustina tamne struje n i p-tipa detektora pri rastu temperature

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu prikazanih rezultata jasno je da n-tip QWIP detektora za iste uslove pokazuje bolji odziv, veću detektivnost i bolju apsorpciju što se objašnjava manjom efektivnom masom elektrona i boljom pokretljivošću. S druge strane p-tip detektora ograničava rast tamne struje sa porastom dopirivosti materijala jame i sa porastom temperature, a takođe može da detektuje zračenje normalno na ravan detektora, stoga ne zahteva dodatne korake pri fabrikaciji.

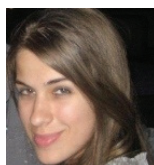
Danas se u komercijalnoj upotrebi nalaze QWIP detektori n-tipa obično u vidu FPA kamera koje su našle svoju primenu kako u civilnim tako i u vojnim svrhama.

U poređenju sa dosta često uzimanim referentnim IC detektorom na bazi HgCdTe, QWIP detektori imaju znatno manju detektivnost, zahtevaju niže temperature rada i lošiju kvantnu efikasnost. Međutim detektori na bazi kvantnih jama su dosta stabilni i mnogo se lakše fabrikuju u odnosu na HgCdTe fotodiode. Takođe na stranu poluprovodničkih kvantnih heterostruktura ide i činjenica da poseduju veću brzinu odziva pa su samim tim pogodniji za visokofrekventne aplikacije. Dobrim poznavanjem efekata na nanometarskoj skali koji su još nedovoljno proučeni i poznati, veće su mogućnost poboljšanja performansi kvantnih uređaja i otklanjanje nedostataka.

6. LITERATURA

- [1] H. Schneider: "Quantum Well Infrared Photo-detectors: Physics and Applications", Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2007.
- [2] R. Paiella: "Intersubband transitions in quantum structures", The McGraw-Hill Companies, New York, 2006.
- [3] <http://www.nextnano.de>
- [4] M. Henini: "Handbook of Infrared Detection Technologies", Elsevier Science, Oxford, 2002.
- [5] S. M. Sze: "Physics of Semiconductor Devices", John Wiley and Sons Ltd. New Jersey, 2007.
- [6] P. Harrison: "Quantum Wells, Wires & Dots", John Wiley and Sons Ltd. Chichester, 2005.
- [7] I. Vurgaftman: "Band parameters for III-V compound semiconductors and their alloys", J. Appl. Phys, 2001. 89. pp. 5815-5875.

Kratka biografija:



Nataša Samardžić rođena je u Novom Sadu 1986. god. Diplomski-master rad je odbranila 2010. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Kvantna i organska elektronika.

AKTUATOR NERVNIH IMPULSA NEURAL IMPULSE ACTUATOR

Dragana Vasiljević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je aktuator nervnih impulsa, NIA (Neural Impulse Actuator). Nakon kratkog uvoda, prikazane su vrste senzora koje se koriste za mjerenje EEG signala, način korišćenja NIA uređaja i kalibrisanje uređaja. U radu je predstavljena upotreba NIA uređaja u video igricama kao i prednosti njegove primene. Takođe su prikazani oblici signala EEG, EMG i EOG prilikom ispitivanja primene NIA u različitim situacijama i predložena su moguća unapređenja u razvoju ovog uređaja.

Abstract - This paper deals with describing the Neural Impulse Actuator, NIA. After a brief introduction, types of sensors which are used for measuring the EEG signal are shown, as well as the how to use and calibrate the NIA device. In this paper the usage of the NIA device in video games and the advantages of its use are described. Furthermore, EEG, EMG and EOG signals are presented during examination of NIA application in different situation as well as possible improvements of this device.

Ključne reči: EEG, računar, senzori, mozak, aktuator

1. UVOD

Sve aktivnosti koje se sprovode mentalno, na primjer pokušaji pomijeranja, sjećanje na neku radnju, ili računanje su u suštini „mapirani“ nervnim procesima proizvedenim unutar mozga. Sa adekvatnim senzorima moguće je snimiti promjene električnih potencijala. Razvoj tehnologije snimanja mozga i kognitivne neurologije sada omogućavaju istraživačima direktnu komunikaciju sa mozgom i čitanje ovih nervnih aktivnosti.

Ova otkrića su dovela do projektovanja i izgradnje interfejsa mozga i računara (eng. Brain Computer Interface - BCI).

BCI sistemi prave direktne komunikacione kanale između spoljnjih uređaja, na primjer računara, i mozga. Prema načinu postavljanja elektroda, postoje dva tipa BCI sistema: preko invazivnih i neinvazivnih veza.

2. TIPOVI SENZORA ZA SNIMANJE EEG SIGNALA

Elektroencefalografija je posebna neurofiziološka metoda koja registruje električnu aktivnost kore velikog mozga preko elektroda smještenih na poglavinu (što je najčešći vid korišćenja) ili unutar moždanog tkiva (što se koristi u

preoperativnoj pripremi bolesnika sa epilepsijom). Koristi se u dijagnozi i diferencijalnoj dijagnozi epilepsija kod odraslih i djece, glavobolja, povreda glave, oboljenja krvnih sudova mozga, demencije, poremećaja pokreta, razvojnih poremećaja, ispitivanju toksičnosti ili zloupotrebe lijekova i drugih neuroloških i psihijatrijskih oboljenja [1]. Izumitelj EEG-a je Hans Berger (1873-1941) koji je prikazao spore talase iznad tumora mozga i alfa-talase [2]. Njegov je rad priznat tek nakon drugog svjetskog rata jer se smatralo da je riječ o artefaktu¹.

2.1 Vrste elektroda

U zavisnosti od toga da li se snimanje moždanih signala izvodi pomoću elektroda smještenih na poglavinu, neinvazivna metoda, ili direktnim postavljanjem elektroda u moždano tkivo, invazivna metoda, razlikujemo dvije vrste elektroda: elektrode u vidu specijalnih kapa, koji se koriste češće, za rutinsko snimanje EEG signala, i elektrode u vidu mreža, koje se koriste u preoperativnoj pripremi bolesnika za snimanje ECoG² signala, na primjer za određivanje dubine anestezije [3].

2.2 Oblik električnih signala snimljenih EEG-ova

EEG bilježi moždane talase koji su prema frekvenciji podijeljeni na delta talase (aktivnost do 4 Hz), teta talase (od 4 do 8 Hz), alfa talase (od 8-12 Hz) i beta talase (preko 12 Hz), prikazane na slici 1 [1].

Alfa talasi (8 do 13 Hz) se javljaju u budnom stanju u mirovanju. Pri spavanju alfa aktivnost nestaje. Kod budnog pacijenta koji je aktivan alfa aktivnost je zamijenjena višim učestanostima sa manjom amplitudom.

Beta talasi (14 do 30 Hz), a pri jakim mentalnim naporima i do 50 Hz. Ova učestanost se najbolje dobija u parijetalnoj i frontalnoj oblasti. Beta talase dijelimo na Beta I i Beta II (gama). Beta I talasi imaju dvostruku učestanost od alfa talasa i javljaju se sa mentalnim aktivnostima, slično kao i alfa talasi. Beta II talasi se pojačavaju sa mentalnim aktivnostima ili u stanju napetosti.

Teta talasi (4 do 7 Hz). Kod djece su u parijetalnoj i temporalnoj regiji korteksa, a javljaju se kod emocionalnih stresova kod nekih odraslih posebno u periodima frustracije i razočarenja. Teta aktivnost postoji u tom slučaju oko 20 sekundi.

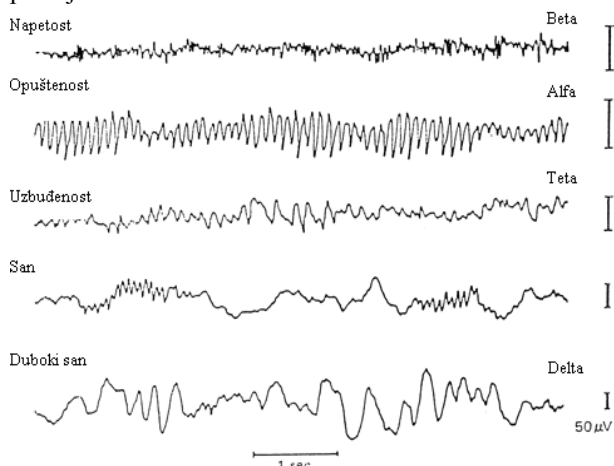
¹ Artefakt- Šum u medicinskim signalima, često može da bude veći o korisnog signala.

² Elektrokortikografija- Metoda snimanja moždanih signala korišćenjem elektroda direktno postavljenih na površinu mozga da bi se zabilježila električna aktivnost kore velikog mozga.

NAPOMENA:

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

Delta aktivnost je ispod 3.5 Hz. Ova aktivnost ponekad postoji samo svake 2 do 3 sekunde.



Slika 1- Prikaz različitih ritmova talasa EEG signala

Globalna bioelektrična aktivnost mozga odraslih osoba registrovana pomoću elektroda postavljenih na površinu intaktne lobanje ima u normalnim uslovima pri relaksaciji sa zatvorenim očima relativno uniformnu sliku sačinjenu od brzog (14-30 Hz) beta ritma u prednjim regijama, sporijeg (8-13 Hz) alfa ritma iznad zadnjih oblasti. Veća odstupanja od ove slike, osim u spavanju, imaju gotovo uvijek patološko značenje.

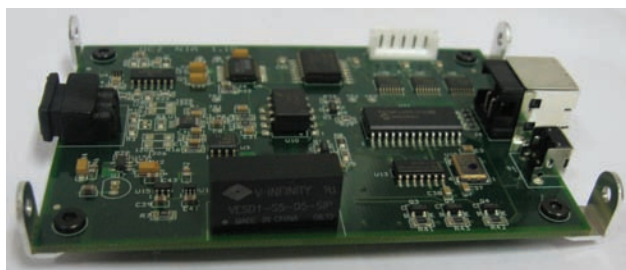
3. NIA (NEURAL IMPULSE ACTUATOR)

Aktuator nervnih impulsa, NIA, predstavlja uređaj za uspostavljanje interfejsa između mozga i računara, proizveden od strane „OCZ Technology“. Hardver NIA uređaja se sastoji od kontrolne kutije i dijela koji se stavlja na glavu, prikazano na slici 2 [4].



Slika 2- Izgled NIA uređaja

Kontrolna kutija se povezuje na računar putem USB priključka i ne zahtijeva dodatni izvor napajanja. Unutrašnjost NIA uređaja je prikazana na slici 3.



Slika 3-Izgled unutrašnjosti NIA uređaja

Dio koji se stavlja na glavu, pomoću koga se očitavaju signali, se povezuje na kontrolnu kutiju pomoću kabla koji dolazi uz uređaj. Sastoji se od trake i tri senzora (elektrode) bazirana na ugljeničnim nanovlaknima.

NIA predstavlja novi pristup interakciji sa računarom pomoću biosignala, posebno električnih potencijala snimljenih sa čela korisnika [5]. Uređaj može čitati nervnu aktivnost mozga (odnosno biopotencijale) – EEG, električnu aktivnost pokreta oka – EOG ili električnu aktivnost mišića na našem čelu – EMG. Ovi potencijali su pojačani i podijeljeni na različite frekvencijske komponente da bi se omogućilo dodjeljivanje različitih komandi za izvršavanje, koje je korisnik zadao računaru. Pojednostavljeno rečeno, računaru možemo izdavati komande migom našeg oka ili pomijeranjem mišića iznad naših obrva.

3.1 Način korišćenja NIA trake

NIA traka se sastoji od žice za povezivanje sa NIA uređajem, trake koja se postavlja oko glave i tri senzora postavljena u traku. Traka se koristi da bi se otkrili nervni impulsi na čelu. Nervni impulsi su odgovori na bočne pomjeraje očiju, na aktivnost moždanih signala i aktivnost mišića lica.

Bočni pokreti očiju mogu da obezbijede informacije o smjeru kretanja očiju. Odziv o smjeru kretanja očiju zavisi od toga na koju stranu glave je traka postavljena. Standardno mjesto za postavljanje je tako da se žica za povezivanje nalazi sa lijeve strane glave korisnika. Ako se žica mora nalaziti sa desne strane moguće je promijeniti smjer kretanja u bilo kom prozoru horizontalnih džojstika.

Traka se treba postaviti tako da tri senzora prave dobar kontakt sa kožom na čelu, kao što je prikazano na slici 4 [5].

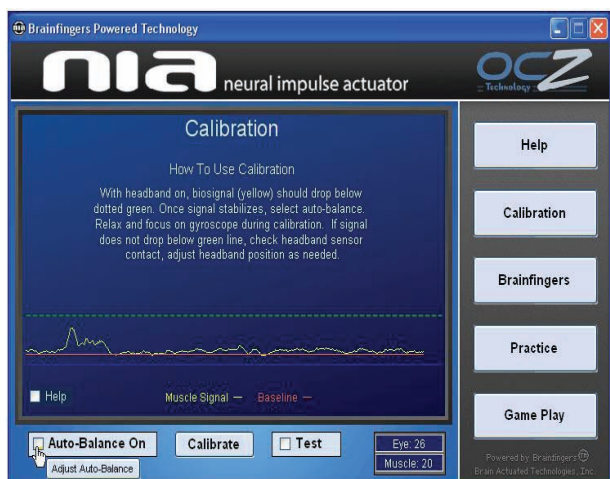


Slika 4- Izgled NIA trake i način postavljanja

3.2 Kalibracija NIA uređaja

Svaki put kada se pokrene „brainfinger“ softver, korisniku će biti predstavljen prozor za kalibraciju. Kalibracioni prozor pruža sve potrebne informacije o kvalitetu mišićnog signala. Preporučuje se da kalibracioni prozor bude vidljiv svaki put kada se pokreće „brainfinger“ softver i svaki put kada se sumnja da su se veze sa uređajem tokom njegovog pokretanja promijenile.

Potrebno je obratiti pažnju na žutu liniju koja se kreće s lijeva na desno preko kalibracionog prozora, koja je prikazana na slici 5.

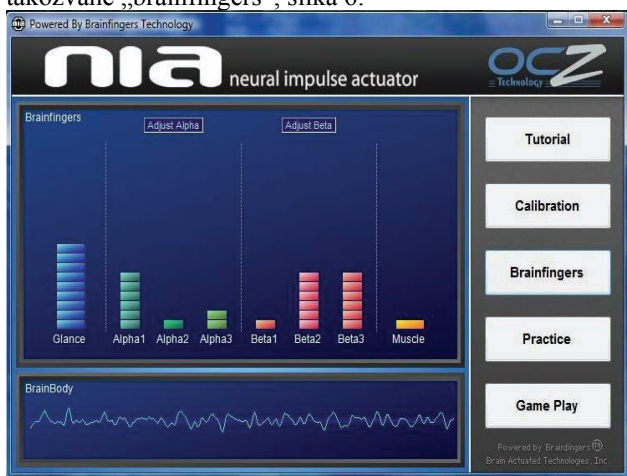


Slika 5- Izgled kalibracionog prozora

Visina žute linije predstavlja snagu mišićnih signala izmjerenih na čelu. Ako su mišići stegnuti, podizanjem obrve žuta linija treba da ode gore, dok ukoliko su mišići lica opušteni žuta linija treba da ode dole. Nakon kratkog vremena, kada su vilica i mišići lica opušteni, ako su sve veze dobro uspostavljene žuta linija treba da padne ispod zelene.

3.3 „Brainfingers“ signali

„Brainfinger“ prozor nam omogućava posmatranje električne aktivnosti mozga podijeljenu na nivoe, takozvane „brainfingers“, slika 6.



Slika 6- Prikaz „brainfinger“ prozora

Sa lijeve strane nalazi se „pogled“ (eng. glance), koji pokazuje amplitudu signala svih pokreta očiju nezavisno od pozicije oka. Naredna tri stubića (signala) pokazuju aktivnosti u „alfa“ spektru, a zatim tri naredna aktivnosti u „beta“ spektru. Sa desne strane je takozvani „mišićni brainfinger“ koji oslikava napetost mišića. Ovaj prozor omogućava ograničenu primjenu energije i može se koristiti da bi se vježbalo opuštanje.

3.4 Prednosti NIA uređaja u odnosu na miš i tastaturu

Igranje kompjuterskih igrica pomoću NIA uređaja je drugačije u odnosu na igranje pomoću standardne

tastature, jer korisnik mora da zaboravi neke stare navike i da stekne novi skup navika kako bi uspostavio interfejs sa računarom. NIA zahtijeva samo nekoliko koraka za konfiguraciju i korisnici mogu već u roku od nekoliko minuta da uživaju u omiljenoj igrici [6].

Ova postavka u stvari predstavlja primjenu naprednih biotehnologija u igranju računarskih igrica.

Umjesto standardnih uređaja kao što su miš ili tastatura ovaj sistem koristi niz od tri senzora koji su postavljeni na jednoj traci koja se stavlja oko čela korisnika (odnosno igrača igrica). Senzori su napravljeni od ugljeničnih nanovlakana i obezbjeđuju najbrži način komunikacije (odnosno najbrži način izdavanja komandi) korisnika i računara. Senzori bazirani na ugljeničnim nanovlaknima su 100 puta osjetljiviji od klasičnih senzora korišćenih do sada. Ovakav način komuniciranja s računarom (bez korišćenja ruku) omogućava potpunu uključenost korisnika i posvećenost igrici. Sve ovo obezbjeđuje zaista novo iskustvo virtualne realnosti. Svaki korisnik može napraviti svoj profil, odnosno prilagoditi igricu svom karakteru i podsvijesti.

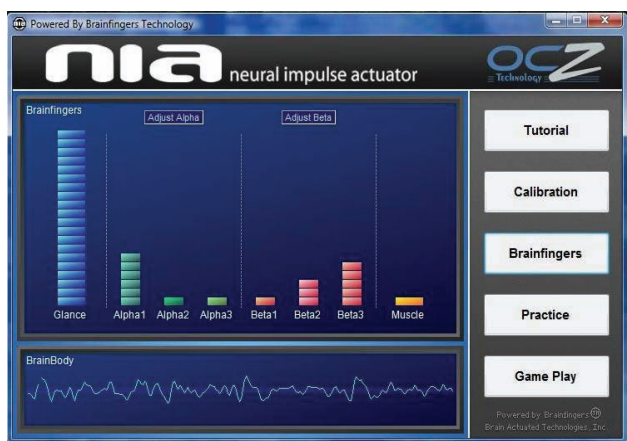
Najveća prednost korišćenja ovog vida komunikacije jeste da je vrijeme reakcije korisnika smanjeno 30% do 60 % u odnosu na slučaj kada se koristi miš kao eksterni uređaj za izdavanje komandi računaru. Razlog leži u činjenici da svaki klik miša podrazumijeva proces prenošenja informacije, odnosno električnog impulsa od našeg oka, vizuelnog korteksa, preko neurona do mozga i potom preko perifernih nerava sve do mišića na našem prstu. Ovaj proces obično traje 200 ms, dok reakcija pokreta našeg oka ukupno zahteva 50 do 100 ms. Ova prednost u brzini refleksa, odnosno reakcije, naročito dolazi do izražaja kod zaljubljenika u video igrice, za koje ovaj uređaj predstavlja kvalitativni pomak.

Ovaj uređaj ima takođe i ogromnu humanu primenu. On se primjenjuje za komunikaciju osoba sa invalidetom (nemogućnost pokretanja ruku) i računara i praktično predstavlja jedini mogući vid izdavanja komandi kompjuteru kod paraplegičara, osoba sa Pariksonovom bolešću, itd.

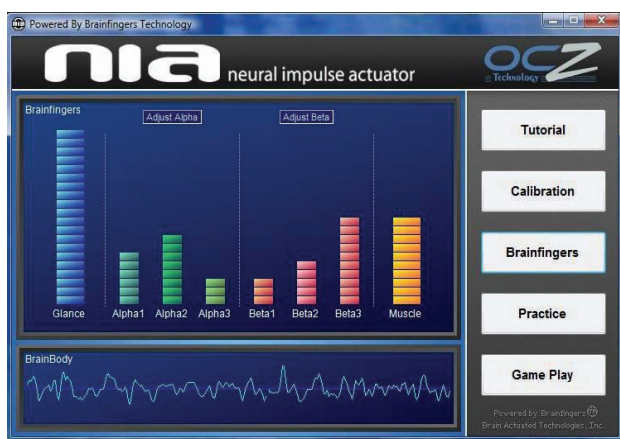
4. PRAKTIČNA PRIMJENA BRAIN-COMPUTER INTERFEJSA I PRIKAZ DOBIJENIH REZULTATA

Kao što je već ranije pomenuto, NIA predstavlja novi pristup interakcije sa računarom pomoću biosignala, posebno električnih potencijala snimljenih sa čela korisnika. U ovom dijelu će biti prikazani primjeri „brainfinger“ signala u zavisnosti od različitih položaja očiju korisnika, različitih uslova snimanja signala.

Nakon analize signala sa i bez provodnog gela, snimljeni su signali u zavisnosti od različitih pokreta očiju u slučajevima kada je prostorija u kojoj se korisnik nalazi osvijetljena i neosvijetljena, a zatim pri naglom uključivanju osvijetljenja. U sljedećoj situaciji se vršilo poređenje na osnovu mogućnosti isčitavanja teksta pri dobrom osvijetljenju i bez osvijetljenja u situaciji kada je lijevo oko zatvoreno. Snimljeni signali u slučajevima sa i bez osvijetljenja su prikazani na slikama 7a i 7b, respektivno.



(a)



(b)

Slika 7- „Brainfingers signali“ u slučaju čitanja teksta pri zatvorenom lijevom ok: (a) u osvijetljenoj, (b) u neosvijetljenoj prostoriji

Visina „glance brainfinger-a“ nam potvrđuje da se radi o pokretima očiju, ali ako obratimo pažnju na visine alfa i beta brainfingera moći ćemo primijetiti razliku u signalima snimljenim pri dobrom osvijetljenju i bez osvijetljenja. Naime, alfa i beta „brainfinger-i“ u slučaju neosvijetljene prostorije imaju mnogo višu vrijednost nego u slučaju osvijetljene prostorije, što je u stvari posljedica naprezanja očiju pri čitanju teksta u mraku. Promjene mišićnog „brainfinger-a“ predstavljaju posljedicu nesvjesnog treperenja očnih kapaka usljed naprezanja pogleda.

5. ZAKLJUČAK

Neinvazivni BCI sistemi, zahtijevaju velik broj eksperimenata da bi se dobili precizni rezultati. Neinvazivni uređaji su skloni spoljašnjem uticaju.

Budući da su direktno povezani sa mozgom, jako je česta pojava artefakta. Kontrolna kutija i traka bi se trebale napraviti tako da su otpornije na uticaj spoljašnje sredine, odnosno šuma. Buduća poboljšanja u ovoj oblasti su moguća osmišljavanjem tehnika koje bi omogućile smanjenje šuma, ili još bolje da se iskoriste one već dostupne, odnosno da se prilagode za upotrebu u ovoj oblasti. Korisno bi bilo i osmisliti algoritme koji bi objedinili informacije dobijene dodirom, govorom i gestikilacijom sa informacijama dobijenim korišćenjem moždanih signala. Moguće je i unapređenje okruženja u video igricama, odnosno stvaranje 3D- virtuelne stvarnosti. Sve do sada izloženo ukazuje na to da usavršavanje karakteristika NIA uređaja zahtijeva detaljna i sveobuhvatna istraživanja na veoma velikom broju ispitanika i velikom broju snimljenih „brainfingers“ signala.

6. LITERATURA

- [1] <http://www.stetoskop.info/Elektroencefalografija-EEG-511-c13-content.htm>
- [2] G. Stojanović: *Elektronski medicinski uređaji*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2007
- [3] <http://www.gtec.at/products/g.BCIsys/bci.htm>.
- [4] B. Reynolds, A. Waechter: *Brain Computer Interfacing Using the Neural Impulse Actuator: A Usability and Statistical Evaluation*, Computer Science Department, College of Engineering, California Polytechnic State University, 2009.
- [5] Brain Actuated Technologies: *NIA Help*
- [6] OCZ Technology: *Neural Impulse Actuator 64-bit edition*

Kratka biografija:



Dragana Vasiljević rođena je u Doboju 1987. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Medicinska elektronika odbranila je 2010.god.

**PRISTUPNA STANICA MEŠ MREŽE: RADIO ARHITEKTURA I REALIZACIJA
MREŽNOG MOSTA****MESH NETWORK ACCESS POINT: RADIO ARCHITECTURE AND A NETWORK
BRIDGE REALIZATION**

Ognjen Iković, Dragan Bošković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Tema ovog rada jeste predlog rešenja za realizaciju meš pristupne stanice zasnovane na PC-u. Glavni akcenat u ovom radu stavljen je na projektovanje radio arhitekture meš pristupne stanice.

Abstract – This paper has for its objective to describe realization of a mesh access point based on PC implementation. The main emphasis is on the design of radio architecture for the mesh access point.

Ključne riječi: Meš mreža, Pristupna stanica, Radio modul, AP mrežni most

1. UVOD

Tema ove master teze jeste predlog rešenja za realizaciju meš pristupne stanice zasnovane na PC-u. Realizovana pristupna stanica će se koristiti u eksperimentalne svrhe prilikom rada na FP7 ICT OneFIT projektu. Zbog kompleksnosti i obima ovog zadatka izvršena je njegova podjela na dvije velike cjeline. Prvu cjelinu čine mrežni aspekti u razvoju pristupne stanice dok se druga cjelina koja je predmet ovog rada odnosi na radio aspekte pristupne stanice.

Kao osnova za realizaciju pristupne stanice u ovom radu biće dati generalni opis meš mreže i presjek pristupne stanice na nivou blok šeme. U skladu sa navedenim funkcionalnostima pristupne stanice i sistematski izloženom teorijskom analizom različitih pristupa za realizaciju bežične radio komunikacije, biće odabrana adekvatna radio konfiguracija. Takođe će biti prikazana implementacija sigurnosnih funkcionalnosti mrežnog mosta.

2. GENERALNI OPIS BEŽIČNE MEŠ MREŽE

Bežične meš mreže su peer-to-peer multi-hop mreže u kojima su učesnici mreže – čvorovi redundantno povezani i sarađuju jedan sa drugim prilikom rutiranja paketa [1]. Bežične meš mreže imaju mogućnost dinamičke samoorganizacije i samokonfiguracije koja se postiže pomoću čvorova u meš mreži koji automatski postavljaju i održavaju meš vezu između sebe.

Meš mreže se sastoje od jednostavnih meš rutera i meš klijenata, gdje meš ruteri imaju minimalnu mobilnost i čine okosnicu bežičnih meš mreža. Oni omogućavaju pristup meš mreži, a onda dalje i ostalim mrežama na koje se meš naslanja. Integracija meš mreža sa drugim

mrežama kao što su Internet, mreže mobilne telefonije, IEEE 802.11, IEEE 802.15, IEEE 802.16, senzorske mreže, itd. je ostvarena pomoću kapija koje imaju sposobnost da povežu dvije mreže.

Bežični saobraćaj u meš mrežama je organizovan po principu višestrukih skokova kroz mrežu. Klijenti komuniciraju sa najbližim meš ruterom koji je za njih klasična pristupna tačka kao kod bežičnih lokalnih mreža (WLAN). Dalje se korisnički paketi prenose kroz meš osnovu (mesh backbone) od jednog do drugog rutera dok ne dođu do mrežne kapije, što je u principu meš ruter spojen na žičani dio mreže i konačno na Internet. Mrežna infrastruktura je decentralizovana i pojednostavljena zato što svaki čvor treba da pošalje podatke samo do sledećeg čvora. Meš tehnologija omogućuje i meš klijentima da se međusobno povežu i prošire domet mreže. Prednosti ovog tipa mreža su: velika pouzdanost, ne zahtijevaju infrastrukturnu podršku, jeftina instalacija i održavanje, posjeduju distribuirani menadžment, velika pokrivenost i povećan kapacitet.

2.1. Arhitekture meš mreža

Arhitekture bežičnih meš mreža mogu biti klasifikovane u tri velike grupe na osnovu funkcionalnosti čvorova: infrastrukturne, klijentske i hibridne bežične meš mreže [1]. Infrastrukturna meš mreža uključuje meš rutere koji formiraju infrastrukturu za klijente koji se povezuju na njih. Infrastruktura bežičnih meš mreža može biti bazirana na različitim tipovima radio tehnologija, pored najčešće korišćene IEEE 802.11 tehnologije. Meš ruteri formiraju među sobom mrežu linkova koji se sami konfigurišu. Ovaj pristup, poznat kao infrastrukturno umrežavanje, obezbjeđuje osnovu za konvencionalne klijente i omogućava integraciju bežičnih meš mreža sa postojećim heterogenim bežičnim mrežama.

Umrežavanje klijenata kod klijentskih meš mreža vrši se stvaranjem peer-to-peer mreža direktno između uređaja klijenata. U ovom tipu arhitekture, čvorovi klijenata konstituišu stvarnu mrežu u cilju uspostavljanja rutirajućih i konfiguracionih funkcionalnosti i da bi obezbijedili krajnjem korisniku korišćenje određene aplikacije. Na osnovu toga infrastrukturni meš ruteri u ovom tipu mreže nisu potrebni. Klijent bežične meš mreže se obično formiraju korišćenjem jednog tipa radio tehnologije na uređajima. Zahtjevi koje uređaj krajnjeg korisnika mora da ispunjava se povećavaju u odnosu na infrastrukturno umrežavanje, jer kod klijentnih bežičnih meš mreža krajnji korisnik mora da izvodi dodatne funkcije kao što su rutiranje i samokonfiguracija.

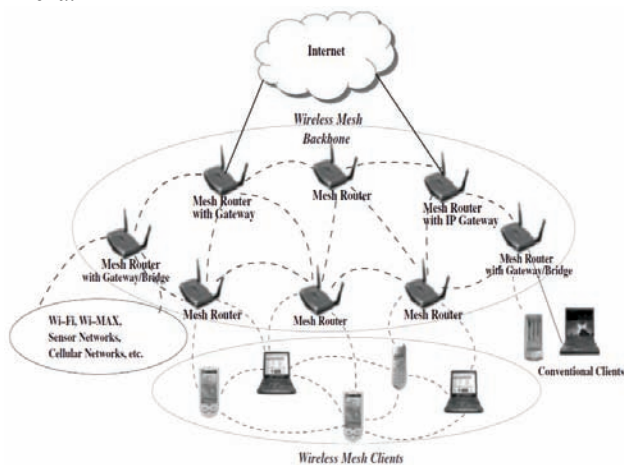
Hibridne bežične meš mreže predstavljaju kombinaciju infrastrukturnog i klijent umrežavanja. Primjer hibridne

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je dr Dragan Bošković, red. prof.

meš mreže prikazan je na slici 1. Meš klijenti mogu pristupiti mreži preko meš rutera ali se mogu i direktno umrežavati sa drugim meš klijentima. Dok infrastruktura obezbeđuje povezivanje sa drugim mrežama, mogućnost rutiranja koje pružaju klijenti obezbeđuje poboljšano povezivanje i pokrivenost unutar bežične meš mreže.

Bežične meš mreže se generalno posmatraju kao tip ad hoc mreža zbog nedostatka žičane infrastrukture, koja postoji u mrežama mobilne telefonije ili Wi-Fi mrežama prilikom razvoja baznih stanica i pristupnih tačaka. Iako su ad hoc tehnologije povezivanja potrebne bežičnim meš mrežama, dodatne mogućnosti zahtijevaju sofisticiranije algoritme i principe projektovanja za realizaciju bežičnih meš mreža. Tačnije, umjesto da budu tip ad hoc mreža, cilj bežičnih meš mreža jeste da diverzifikuju tj. prošire mogućnosti ad hoc mreža [1]. Shodno tome, ad hoc mreže možemo zapravo posmatrati kao podskup bežičnih meš mreža.



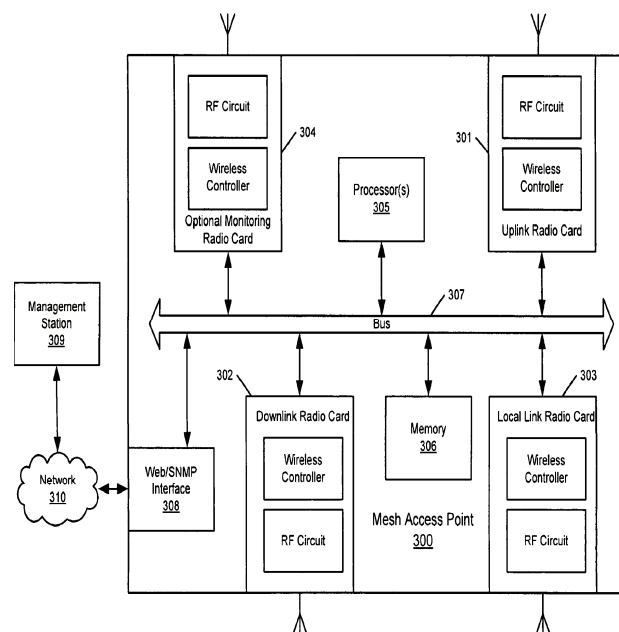
Slika 1. Hibridna meš mreža

2.2. Pristupna stanica meš mreže

Bežična meš pristupna stanica je osnovna gradivna jedinica meš mreža u kojoj su uključeni bežični uplink interfejs, bežični downlink interfejs, lokalni bežični interfejs i jedinica za rutiranje spregnuta sa navedenim komponentama. Uplink interfejs je radio veza preko koje se podaci šalju sa jedne pristupne tačke do sledeće. Downlink interfejs se koristi za prijem podataka koje pristupna tačka prima od susjedne pristupne tačke, dok se lokalni bežični interfejs koristi za komunikaciju pristupne tačke sa meš klijentom. Jedinica za rutiranje je konfigurisana tako da rutira pakete podataka ka drugim bežičnim meš pristupnim tačkama (u daljem tekstu AP tj. access point). Uplink i downlink bežični interfejsi koriste različite komunikacione kanale koji imaju različite frekvencije komunikacije. Jedinica za rutiranje komunicira sa jednim ili više lokalnih klijenata preko bežičnog lokalnog interfejsa.

Na slici 2. prikazan je blok dijagram jednog rešenja bežičnog meš AP-a [2]. Kao što se može primijetiti na slici AP 300 sadrži više bežičnih interfejs uređaja 301 do 304. Ovi uređaji se nazivaju RF ili radio kartice, pri čemu svaka kartica ima odgovarajući kontroler i neophodno RF kolo. Sve radio kartice su međusobno komunikaciono spregnute preko magistrale podataka 307. Opciono AP može da sadrži i interfejs karticu za praćenje tj. osluškivanje označenu sa br. 304. Ova interfejs kartica AP-u služi za monitoring ili osluškivanje meš mreže što

omogućava automatsko dodjeljivanje kanala i balansiranje AP-ova u mreži tako da uređaji u mreži mogu da rade sa optimalnim performansama. AP 300 sadrži i jedan ili više procesora označenih kao 305 koji su takođe povezani na magistralu podataka 307. Pored toga AP sadrži i upravljački interfejs 308 koji omogućava da upravljačka stanica 309 može da komunicira sa AP-om 300 preko mreže označene sa 310, za svrhe upravljanja mrežom. Na primjer svaka od interfejs kartica 301 do 304 se može konfigurisati od strane upravljačke stanice 309 preko mreže 310 tako da radi tačno određenoj frekvenciji. Ove frekvencije se podešavaju tako da su međusobno različite za svaki komunikacioni link da bi se smanjile smetnje pri komunikaciji. Svako interfejs kartici se dodjeljuje jedinstveni interfejs identifikator (I/F ID) koji jednoznačno identifikuje odgovarajući interfejs, fizički ili logički tj. virtuelno. Softver za rutiranje koji nije prikazan u blok dijagramu se nalazi u memoriji AP-a označenoj sa 306. Ovaj softver se izvršava na procesoru 305 AP-a.

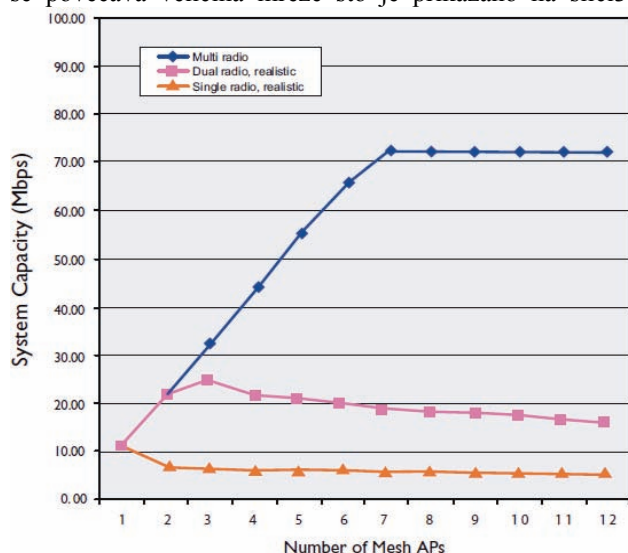


Slika 2. Blok šema pristupne stanice

3. RADIO MODULI MEŠ PRISTUPNE STANICE

Prije odabira konkretnih radio modula biće izvršena teorijska analiza različitih pristupa za ostvarivanje bežične radio komunikacije. U single radio mešu, svaki meš čvor se ponaša kao AP koji podržava pristup lokalnih Wi-Fi klijenata i prosleđuje saobraćaj bežično do sledećeg meš čvora. Isti radio se koristi za pristup klijenta i za bežičnu backhaul komunikaciju. Ovaj pristup je najjeftiniji što se tiče implementacije infrastrukture bežičnih meš mreža. Međutim, budući da svaki AP koristi omnidirekionalnu antenu za komunikaciju sa svojim susjednim AP-ovima, gotovo svaki paket generisan od strane lokalnih klijenata mora biti ponavljan na istom kanalu da bi bio poslan do najmanje jednog susjednog meš AP-a. Paket se nakon toga prosleđuje do sledećeg čvora u mešu i konačno do čvora koji je povezan na ožičenu mrežu. Ovakvo prosleđivanje paketa generiše zagušen saobraćaj. Jako mali dio kapaciteta kanala je dostupan za podršku korisnika. Analizom je pokazano da je kapacitet single radio bežičnog meša negdje od 1/N puta kapaciteta kanala

do $(1/2)^N$ puta kapaciteta kanala, gdje je N broj bežičnih skokova u najdužem putu između klijenta i ožičene infrastrukture [3]. Kapacitet i skalabilnost infrastrukture bežičnih meš mreža mogu biti poboljšani korišćenjem AP-ova koji imaju odvojeni radio za pristup klijenta i za bežičnu backhaul komunikaciju. Kod ovakvog pristupa, koji se naziva dual radio, AP-ovi posjeduju dva radija koji rade na različitim frekvencijama. Jedan radio se koristi za pristup klijenta a drugi obezbjeđuje bežični backhaul. Budući da funkcionišu u različitim frekventnim opsezima, oni mogu da rade paralelno bez interferencije. Tipična konfiguracija koja se koristi je 2.4 GHz za lokalni pristup i 5 GHz za backhaul komunikaciju. Međutim, u dual radio mešu, bežični backhaul je dijeljena mreža tj. koristi se samo jedan radio za komunikaciju između AP-ova. Sa samo jednim radiom posvećenim backhaul-u na svakom čvoru, svi meš AP-ovi moraju da koriste isti kanal za povezivanje u meš osnovu. Dok jedan AP vrši transmisiju ostali moraju da čute pa je kao rezultat toga smanjen kapacitet sistema kako mreža raste. Ograničen kapacitet i dodatno kašnjenje čini dual radio pristup neodgovarajućim za prenos video i audio signala u realnom vremenu. Na sličan način kao dual radio bežični meš, multi radio bežični meš odvaja saobraćaj za pristup i backhaul saobraćaj. Međutim, u multi radio bežičnom mešu se ide korak dalje da bi se obezbijedio povećan kapacitet adresiranjem problema vezanih za dijeljenu backhaul mrežu koji ograničavaju dual radio meš arhitekturu. U multi radio bežičnom mešu, koriste se više radija u svakom meš čvoru za backhaul komunikaciju. Na taj način, backhaul meš više nije dijeljena mreža, budući da je sastavljena od više point-to-point bežičnih linkova, pri čemu svaki od backhaul linkova radi na različitim nezavisnim kanalima. Performanse multiradio meša su mnogo bolje nego dual radio ili single radio meš pristupa. Ovakva mreža ima veći kapacitet i bolju skalabilnost kako se povećava veličina mreže što je prikazano na slici 3.



Slika 3. Poređenje kapaciteta sistema za različite radio pristupe

Na osnovu date teorijske analize različitih radio pristupa predlaže se da se za realizaciju bežičnog meš AP-a koristi multiradio pristup zbog brojnih prednosti koje su ovdje navedene.

Da bi se povećao kapacitet bežičnih mreža, otkrivene su različite ultra-brze tehnike koje se implementiraju na

fizičkom nivou. Kao primjer uzimamo OFDM (Orthogonal frequency division multiplexing) tehniku modulacije koja je značajno povećala brzinu IEEE 802.11 radio modula sa 11 Mbps do 54 Mbps. U cilju daljeg povećanja kapaciteta i ublažavanja gubitka performansi u terminima kašnjenja na linkovima i kokanalne interferencije u bežičnim komunikacijama se koriste sistemi sa više antena. Za povećanje otpornosti na greške, razvijeno je mnogo tehnika za kodiranje kanala. Budući da stanje kanala stalno varira, fiksne šeme za kodiranje kanala nisu dovoljne. Zbog toga je bilo neophodno razviti adaptivne šeme za kodiranje kanala pogotovo kod 802.11a mreža gdje se uslovi kanala stalno mijenjaju.

U konkretnom predlogu rešenja za realizaciju pristupne stanice treba voditi računa o izboru antena koje će se koristiti. Za komunikaciju sa klijentima, tj. za pristupni radio interfejs treba koristiti omnidirekcionu antenu. Razlog je pokrivenost signalom u svim pravcima, tako da klijent bez obzira na svoj položaj u odnosu na antenu može da se poveže na mrežu, dok god je unutar oblasti koju pokriva ta pristupna tačka. Treba izabrati antenu dovoljnog pojačanja da se pokrije što veća površina oko pristupne tačke. Za backhaul komunikaciju, za radio interfejs koji se koristi za prijem i slanje podataka između meš AP-ova predlaže se korišćenje usmjerenih antena. Razlog je to što su bežični meš AP-ovi koji čine osnovu meš mreže pretežno fiksni, tj. znamo u kom smjeru treba usmjeriti antenu. Korišćenjem usmjerenih antena (ili po mogućnosti pametnih antena za 802.11n) povećava se domet meš AP-a kao i kvalitet dobijenih signala. Za radio interfejs koji će se koristiti za osluškivanje mreže, predlaže se korišćenje omnidirekcionih antena koje će sakupljati informacije iz svih pravaca u okruženju.

3.1. Definicija kompatibilnosti i predlog rešenja

Prije nego što bude dat predlog konkretnih radio modula za realizaciju bežičnog meš AP-a moramo definisati pojam kompatibilnosti meš AP-a koji je tema ovog rada sa ArrowSpan-ovim MeshAP-om 3800. Kompatibilnost je definisana u više tačaka. Radio kompatibilnost uključuje potpunu 802.11b/g kompatibilnost sa klijentima i 802.11a kompatibilnost pri backhaul komunikaciji sa MeshAP-om 3800. Kompatibilnost sa klijentima biće ostvarena korišćenjem bežične mrežne kartice za lokalni pristup koja pri komunikaciji sa klijentom poštuje 802.11b/g standard. To znači da će se prijem i slanje podataka od/ka klijentu vršiti na frekvencijama od približno 2.4 GHz. Kompatibilnost sa MeshAP-om 3800 je definisana u složenijem i širem smislu. To znači da pored radio interfejsa za komunikaciju sa klijentima naš meš AP mora imati još tri radio interfejsa koji će raditi poštujući 802.11a standard. Kompatibilnost na mrežnom nivou ne znači da naš meš AP mora imati u sebi implementiran isti algoritam rutiranja koji koristi MeshAP3800, već samo da se povinuje 802.11s standardu za bežične meš mreže. Ovdje se moraju uzeti u obzir više stvari kao na primjer: transparentnost za IP saobraćaj; nije potrebno filtriranje paketa, nije potrebna provjera paketa, dovoljno je rutirati paket samo do jednog AP-a, itd. Što se tiče sigurnosne kompatibilnosti meš AP mora imati podržan autentifikacioni protokol koji se koristi u ostatku mreže. Pored toga meš AP mora posjedovati sigurnosne mehanizme za komunikaciju sa klijentom kao i za

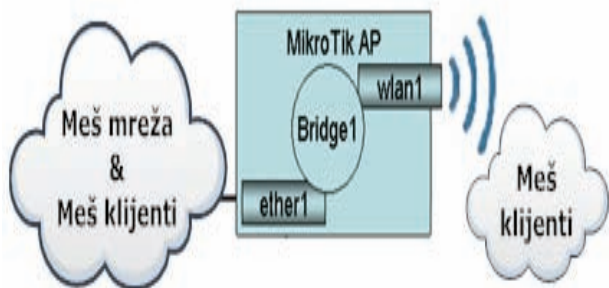
backhaul komunikaciju koji su kompatibilni sa mehanizmima implementiranim u MeshAP-u 3800.

U skladu sa prethodno definisanom kompatibilnošću i datom teorijskom analizom najvažnijih radio aspekata predlaže se sledeći način realizacije radio interfejsa za bežični meš AP: korišćenjem dvije bežične mrežne kartice tipa Wistron Neweb CM9 i dvije bežične mrežne kartice tipa Xtreme Range 5 (XR5). Jedna mrežna kartica XR5 će se koristiti u backhaul komunikaciji kao radio interfejs za slanje podataka, druga XR5 kartica će se koristiti u backhaul komunikaciji kao radio interfejs za prijem podataka, dok će se mrežne kartice CM9 koristiti za ostvarivanje pristupnog radio interfejsa za komunikaciju sa klijentom i radio interfejsa za osluškivanje u backhaul komunikaciji.

4. REALIZACIJA MREŽNOG MOSTA

Kao prvi korak ka realizaciji meš AP-a zasnovanog na PC-u realizovan je AP mrežni most. Realizacijom AP bridge-a odrađene su dvije od tri glavne funkcionalnosti meš AP-a, tj. odrađena je funkcionalnost kapije i pristup klijenata. Da bi se upotpunilo rešenje za meš AP ovaj mrežni most treba, grubo rečeno, proširiti dodajući mu mogućnost rutiranja i backhaul komunikacije. Za potrebe implementacije mrežnog mosta na PC-u je instaliran MikroTik-ov operativni sistem RouterOS, koji predstavlja verziju Linuxa sa kernelom 2.6. Ovaj operativni sistem može se izvršavati na računarima opšte namjene kao i na specijalizovanom hardveru razvijenom od strane MikroTik-a. Glavna svrha RouterOS-a jeste izgradnja rutera i mrežnih komponenti koje posjeduju različite funkcionalnosti.

Cilj realizovanog AP bridge-a jeste proširenje postojeće meš mreže. To znači da korisnici koji nisu u dometu mreže, a jesu u dometu AP bridge-a, zahvaljujući funkcionalnosti mrežnog mosta mogu da koriste usluge meš mreže. Ovaj mrežni most posjeduje dva interfejsa. Jedan je bežični interfejs preko kojeg klijenti komuniciraju sa mostom, a drugi je Ethernet interfejs preko kojeg most dalje prosleđuje pakete do ostatka bežične meš mreže kao što je prikazano na slici 4. Ovakva konfiguracija je moguća jer meš ruteri obično posjeduju ethernet port kojim se ostvaruje interoperabilnost sa postojećim mrežama.



Slika 4. Blok šema AP bridge-a

Dalje će biti dat primjer implementacije sigurnosnih mehanizama za pristup klijenata mrežnom mostu. Implementacija je izvršena pristupom MikroTik box-u (hardveru na koji je instaliran RouterOS) preko mreže, pri čemu je korišćen GUI alat za konfiguraciju pod nazivom Winbox. Veoma važna funkcionalnost našeg AP bridge-a

jeste posjedovanje sigurnosnih mehanizama kojima je zaštićeno pružanje usluga krajnjem korisniku. Da bi implementirali tu mogućnost u AP bridge moraju se izvršiti dva glavna koraka.

Prvi korak jeste kreiranje novog WPA/WPA2 profila za pristup AP bridge-u. U slučaju podešavanja preko Winboxa-a ovo je moguće uraditi odabirom kartice Wireless iz glavnog menija, a zatim biranjem taba Security Profiles. Nakon toga potrebno je dodati novi sigurnosni profil klikom na crveni krstić čime se otvara novi prozor. U polju Name treba unijeti ime sigurnosnog profila u našem slučaju WPA i odabrati tipove autentifikacije. U poljima WPA Pre-Shared Key i WPA2 Pre-Shared Key unosi se šifra koju klijenti moraju da poznaju da bi mogli da pristupe mostu.

Drugi korak jeste povezivanje kreiranog sigurnosnog profila sa AP bridge-om. Kada je sigurnosni profil kreiran potrebno ga je dodijeliti našem uređaju. To se obavlja biranjem kartice Interfaces, nakon čega se posle duplog klika na wlan1 otvara novi prozor. Izborom kartice Wireless možemo dodijeliti novonastali profil njegovim odabirom iz opadajućeg menija u polju označenom sa Security Profile.

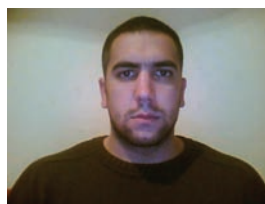
5. ZAKLJUČAK

Kao najbolji način kojim bi se zaokružio rad kao cjelina opisana je realizacija AP bridge-a koja predstavlja prvi korak do realizacije meš AP-a. Prilikom nadogradnje ovog mrežnog mosta do meš AP-a potrebno je koristiti predložene radio module i implementirati dodatni softver kojim će biti ostvareno rutiranje i glavne osobine meš mreže: samoorganizacija i samokonfiguracija. Tako realizovani meš AP će se koristiti u eksperimentalne svrhe prilikom rada na projektima vezanim za bežične meš mreže.

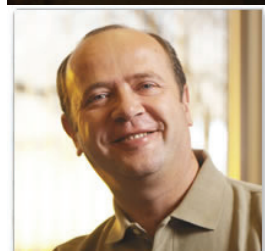
6. LITERATURA

- [1] Ian F. Akyildiz, Xudong Wang, "Wireless Mesh Networks", 2009.
- [2] ArrowSpan, "Dual radio wireless mesh network access point", patent no. US7773542 B2, 08/2010.
- [3] BelAir Networks, "Capacity of Wireless Mesh Networks", BDMC00040-C02, 2006.

Kratka biografija:



Ognjen Iković rođen je u Podgorici 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroračunarska elektronika odbranio je 2010.god.



Dragan Bošković je director Motorola Inc, SAD i rukovodi grupama za razvoj bežičnih i multimedijalnih mrežnih sistema u Evropi, Americi i Aziji. Doktorirao je 1991 na Univerzitetu u Bath-u (VB), a za vanrednog profesora na Fakultetu tehničkih nauka je izabran 2009.

**PRISTUPNA STANICA MEŠ MREŽE: PREGLED PROTOKOLA RUTIRANJA I
REALIZACIJA MREŽNOG MOSTA****MESH NETWORK AP: OVERVIEW OF ROUTING ALGORITHMS AND A NETWORK
BRIDGE REALIZATION**

Mirko Ćirilović, Dragan Bošković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ova master teza je deo projekta čiji je zadatak projektovanje i realizacija mrežnog mosta namenjenog meš mrežama. Deo projekta kojim se bavi ovaj rad se odnosi na metrike i protokole rutiranja koji se koriste u meš mrežama.

Abstract – This master thesis has for its objective to design and realize a network bridge for wireless mesh networks. Particular consideration is given to describing routing metrics and routing algorithms used in a WMN.

Cljučne reči: Meš mreža, Metrika, Protokol rutiranja, Mrežni most

1. UVOD

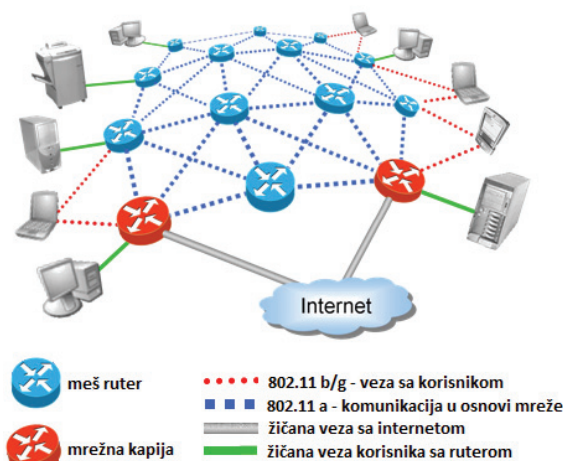
Ova master teza daje predlog rešenja i realizaciju mrežnog mosta u meš mrežama. Realizovani mrežni most predstavlja među korak u procesu izgradnje meš pristupne stanice koja će se koristiti u eksperimentalne svrhe prilikom rada na FP7 ICT OneFIT projektu. Zbog kompleksnosti i obima ovog zadatka izvršena je njegova podela na dve velike celine. Prvu celinu čine radio aspekti prilikom razvoja pristupne stanice, dok se druga celina, koja je predmet ovog rada, odnosi na mrežne aspekte u razvoju pristupne stanice.

Na osnovu toga u radu su obrađene metrike rutiranja, izvršeno je njihovo poređenje i analizirani su različiti protokoli rutiranja. Takođe, u radu je dat opis mrežnog hardvera na različitim nivoima apstrakcije, da bi na samom kraju bio iznet predlog rešenja mrežnog mosta.

2. MEŠ MREŽE

Razlog zbog čega ove mreže postaju sve popularnije se ogleda u činjenici da se na brz i jednostavan način omogućava bežičan pristup internetu bilo kad i bilo gde. Bežične meš mreže se sastoje od meš klijenata, meš rutera i meš mrežnih kapija. Osnovu mreže (*mesh backbone*) čine meš ruteri koji su fiksirani i međusobno povezani bežičnim putem, slika 1, [1], [2]. Meš klijenti su obično laptop računari, PDA uređaji i mobilni telefoni. Njih karakteriše mobilnost. Oni komuniciraju sa najbližim ruterima koji predstavljaju istovremeno i pristupne tačke meš mreže. Komunikacija u osnovi mreže se odvija korišćenjem 802.11 a standarda, dok klijenti komuniciraju sa mrežom koristeći 802.11 b/g standard. Saobraćaj u mreži se odvija po principu višestrukih skokova kroz

mrežu, a to znači da se paketi prenose od rutera do rutera sve dok ne stignu na odredište. U mreži obično postoji jedna ili više mrežnih kapija (*mesh gateway*) preko kojih se meš mreža može povezati na internet ili neku drugu mrežu kao što je GSM, WSN, Wi-Fi, WiMax itd. Meš kapija nije ništa drugo do običan meš ruter koji je posredstvom kablova spojen na neku od mreža. Meš tehnologija ostavlja mogućnost krajnjim korisnicima da se međusobno povežu i na taj način prošire domet mreže. Na osnovu arhitekture, meš mreže se mogu podeliti na infrastrukturne, hibridne i klijentske [1].



Slika 1. Arhitektura hibridne meš mreže

Meš mreže karakterišu: robusnost, velika pouzdanost, visok kvalitet usluga koje pružaju, samoorganizacija i niska cena postavljanja mreže. Ako neki od rutera u mreži otkaze, susedni ruteri preuzimaju njegov saobraćaj i mreža nastavlja sa radom. U slučaju da se na nekom linku u mreži javi zagušenje, deo saobraćaja sa tog linka se preusmerava na druge linkove čime se izbegava pojava uskih grla u mreži. Krajnji korisnik će imati isti kvalitet servisa bez obzira gde se nalazi u području koje je pokriveno meš mrežom, što nije slučaj kod npr. WLAN mreža. Dodavanjem novog čvora, mreža se sama dinamički organizuje i podešava. S obzirom da meš ruteri komuniciraju bežičnim putem, prilikom instalacije meš mreža se ne zahteva razvlačenje kablovske infrastrukture, zbog čega je sam proces postavljanja brz i jeftin.

3. MREŽNI SLOJ U MEŠ MREŽAMA

U ovom delu izvršena je podela rutirajućih protokola u meš mrežama, potom su opisane i upoređene metrike rutiranja, a zatim je ilustrovan rad nekih od protokola.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je dr Dragan Bošković, van.prof.

3.1. Podela protokola rutiranja

Posao protokola za rutiranje je da za dato izvoriste i odredište pronađe optimalnu putanju, tj. putanju kojom se ostvaruju najbolje performanse. Bežične meš mreže imaju dosta sličnosti sa ad-hoc mrežama, te se stoga protokoli rutiranja razvijeni za mobilne ad-hoc mreže obično mogu primeniti i na WMN [2]. Međutim, i pored toga kreiranje novih i usavršavanje postojećih protokola rutiranja namenjenih meš mrežama je neophodno, zato što između ovih dveju mreža postoje bitne razlike koje se tiču mobilnosti i energetske efikasnosti čvorova mreže. Jedna od najčešćih podela protokola rutiranja u meš mrežama je na topološke i geografske. Topološki se dalje dele na proaktivne, reaktivne i hibridne. Takođe, moguće su i neke druge podele protokola, kao npr. na hijerarhijske i nehijerarhijske, na bazi vektora rastojanja ili stanja veza, na one koji rade izvorišno rutiranje ili se rutiranje vrši pri svakom skoku [1]. Faktori koji najviše utiču na rutiranje u meš mrežama su topologija, asimetrično opterećenje mreže i interferencija među čvorovima. S toga se od algoritma rutiranja zahteva mogućnost dinamičkog rutiranja, skalabilnost, pružanje adaptivne podrške meš ruterima i klijentima, cross layer dizajn i još mnogo toga.

3.2. Metrike rutiranja

HOP count je jednostavna metrika u kojoj se putanja formira tako da paketi prođu kroz najmanji broj čvorova.

RTT metrika (Round-Trip-Time) se zasniva na merenju kašnjenja probnog paketa. Čvor šalje probni paket svojim susedima u kome je upisan trenutak slanja. Svaki sused, po prijemu paketa, šalje ACK i u njega upisuje vreme prijema paketa. Predajni čvor tako može da odredi u koji susedni čvor paket stiže za najkraće vreme, RTT, i da pošalje rezultate kašnjenja svim svojim susedima. Algoritam rutiranja bira putanju sa najmanjim zbirom RTT-ova. Prilikom rutiranja ovom metrikom javlja se problem tzv. samo-interferencije. RTT metrika zavisi od opterećenja u mreži, i može se desiti da čvor dugo čeka da se oslobodi link preko kog treba da šalje paket, usled čega dolazi do velikog kašnjenja i povećanja vrednosti RTT. Zbog toga je kvalitet servisa mnogo lošiji.

PktPair metrika (Per-hop packet pair) zasniva se na merenju kašnjenja para paketa ka susednim čvorovima. Stvorena je da reši problem izobličenja kod RTT metrike nastalih usled kašnjenja paketa. Čvor šalje par probnih paketa, ka svakom od susednih čvorova. Susedni čvor računa kašnjenje između prijema prvog i drugog paketa. Nakon toga vraća rezultat proračuna kašnjenja čvoru koji je poslao pakete. Predajni čvor tada šalje rezultate svih kašnjenja ka svojim susedima. Algoritmom rutiranja formira se putanja u kojoj je zbir tih kašnjenja najmanji. Kada se šalju probni paketi, na slobodan link se čeka samo prilikom slanja prvog paketa, za drugi paket je link već slobodan, pa je kašnjenje manje nego kod RTT metrike.

ETX metrika (Expected Transmission Count) računa broj potrebnih emisija unicast paketa pomoću merenja gubitka broadcast paketa između para susednih čvorova. Svaki čvor šalje broadcast probni paket. U paketu se nalazi broj probnih paketa koje je čvor koji ga šalje primio od susednih čvorova u poslednje vreme. Na osnovu broja primljenih probnih paketa, čvor može izračunati gubitak paketa na linkovima od i ka svojim susednim čvorovima.

Algoritmom rutiranja pronalazi se putanja sa najmanjim brojem retransmisija paketa. Kako svaki čvor šalje broadcast umesto unicast probne poruke, probne poruke zauzimaju mnogo manji kapacitet mreže. U ovoj metrici je u većoj meri prevaziđen problem samo-interferencije.

WCETT metrika (Weighted Cumulative Expected Transmission Time) se primenjuje u multiradio meš mrežama. Pretpostavka je da su čvorovi mreže stacionarni. Metrika vodi računa o kapacitetu mreže i o verovatnoći gubitka paketa. Zasnovana je na računanju očekivanog vremena potrebnog za prenos paketa kroz link, *ETT-a* (Expected Transmission Time). WCETT metrika se kombinuje sa LQSR (Link Quality Source Routing) protokolom. Tako nastao protokol naziva se MR-LQSR (Multi Radio Link Quality Source Routing). Ovaj protokol ima četiri osnovna parametra: prvi određuje koji su susedni čvorovi svakog čvora u mreži, drugi opisuje dodeljene težine linkova za svaki čvor sa njemu susednim čvorovima, treći prenosi te informacije kroz mrežu, a četvrti koristi težine linkova radi proračunavanja najbolje putanje između zadatih čvorova. Svakom linku se dodeljuje vrednost *ETT*. Za svaku putanju između čvorova mreže, računa se koliko je koji kanal bio opterećen. Kanalu *i* dodeljuje se vrednost X_i kao zbir *ETT*-ova onih linkova koji rade na *i*-tom kanalu. Putanji se dodeljuje vrednost *WCETT* koja predstavlja zbir *ETT*-ova linkova duž nje i opterećenja kanala duž te putanje sa najvećim X_i . Algoritmom rutiranja se bira putanja koja ima najmanju vrednost *WCETT*.

mETX i *ENT* su metrike koje treba da obezbede garantovani protok zahtevan od strane korisnika. *mETX* je metrika u kojoj se delimično modifikuje *ETX*. Cena linka je *mETX*, što predstavlja veličinu koja zavisi od srednjeg nivoa verovatnoće gubitka paketa tokom dugog vremenskog perioda, kao i od protoka koji je zahtevan za različite vrste podataka. Svakom linku dodeljuje se za njega proračunata vrednost *mETX*, a rutiranje se svodi na pronalaženje putanje sa najmanjim zbirom *mETX*-ova. Kada se bira putanja koja maksimizira dobitak na sloju linka, u takvu putanju mogu se uračunati i linkovi koji imaju veliku verovatnoću gubitka paketa. Zbog toga se uvodi nova metrika, *ENT* (Effective Number of Transmissions) u kojoj se, pored broja retransmisija paketa (*ETX* i *mETX*), uračunava i verovatnoća da broj retransmisija ne bude veći od nekog zadatog broja. Neka je *M* maksimalni broj dozvoljenih retransmisija po bilo kom linku. Svakom linku se dodeljuje težina linka na sledeći način: ako je $\log(ENT)$ za određeni link veći od $\log M$, tom linku se dodeljuje beskonačna težina, ostalim linkovima dodeljuje se težina $\log(ENT)$. Rutiranje je pronalaženje putanje sa najmanjom sumom $\log(ENT)$.

3.3. Poređenje metrika

Rezultat poređenja HOP, RTT, PPD i ETX metrike prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1. Rezultat poređenja metrika

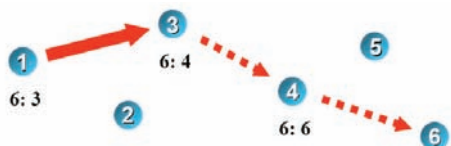
Povećanje protoka	ETX	HOP	PPD	RTT
Najkraća putanja	HOP	ETX	RTT	PPD
Broj različitih putanja	RTT	PPD	ETX	HOP
Samo-interferencija	ETX	HOP	PPD	RTT
Opterećenje linka	ETX	PPD	RTT	HOP

Najveći protok se ostvaruje upotrebom ETX, a najmanji RTT metrikom. Najkraća putanja se pronalazi HOP metrikom, a najduža PPD metrikom. Upotrebom RTT metrike se pronalazi najviše različitih putanja između dva čvora, a HOP metrikom najmanji. Problem samo-interferencije je najmanje izražen kod ETX-a, dok je najizraženiji kod RTT-a. Međutim ETX je najmanje osetljiva na opterećenje linka, a RTT najviše.

ETX metrika se pokazala najboljom po pitanju kašnjenja, protoka, male samo-interferencije. Kako ETX metrika ne vodi računa o zahtevanom kvalitetu servisa, razvijene su poboljšane varijante ove metrike: WCETT, mETX i ENT.

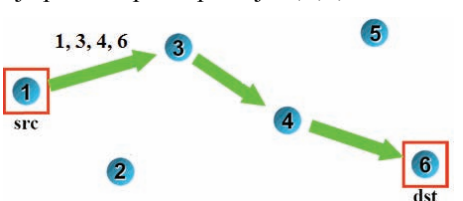
3.4. Protokoli rutiranja

AODV (Ad hoc On Demand Distance Vector) spada u grupu reaktivnih protokola za rutiranje. Putanja se određuje samo kada je potrebna. Svaki čvor ima tabelu rutiranja u kojoj se čuvaju informacija o putanjama do čvorova u mreži. U njoj se nalaze adrese odredišta i informacije o sledećem skoku (čvoru kome treba proslediti paket da bi on stigao na to odredište). Ako čvor 1 treba da pošalje paket čvoru 6, slika 2, on će pogledati u svoju tabelu rutiranja i na osnovu adrese čvora 6 videti da paket treba poslati čvotu 3 kako bi na kraju taj paket stigao do čvora 6.



Slika 2. Ilustracija rada AODV protokola

DSR (Dinamic Source Routing) je takođe reaktivni protokol za rutiranje koji se koristi u mobilnim ad-hoc, ali i u meš mrežama. Putanja se određuje samo kada je potrebna. Ovaj protokol eksplicitno koristi izvorišno rutiranje. Paket koji se šalje sadrži putanju kojom treba da se kreće. Drugim rečima paket ima spisak čvorova koje mora da poseti kako bi stigao na odredište. Svaki čvor ima svoju memoriju, tzv. ruting keš, u kojoj se čuvaju putanje do ostalih čvorova u mreži. Ako čvor 1 želi da pošalje paket čvoru 6 preko čvorova 3 i 4, slika 3, onda će u zaglavlje paketa upisati putanju 1,3,4,6.



Slika 3. Ilustracija rada DSR protokola

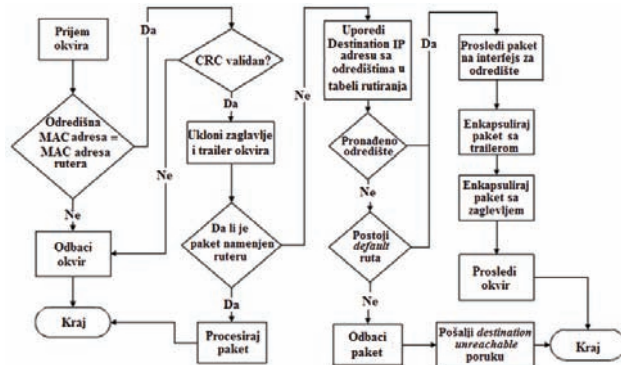
LQSR (Link Quality Source Routing) spada u grupu reaktivnih protokola. Bazira se na DSR protokolu. U odnosu na DSR se razlikuje po tome što podržava metrike koje se odnose na kvalitet linka kao što su RTT, PPD, ETX i HOP count, dok se DSR oslanja samo na metriku minimalnog broja skokova. Pored toga LQSR se izvršava u tzv. sloju 2.5, dok je DSR implementiran u mrežnom sloju. Performanse LQSR protokola zavise od korišćene metrike i mobilnosti čvorova u mreži. Kada su čvorovi statični upotrebom ETX metrike se ostvaruju najbolje performanse, dok se u slučaju pokretnih čvorova najbolje pokazala metrika minimalnog broja skokova.

MR-LQSR protokol je namenjen multiradio bežičnim meš mrežama. Razvijen je oslanjajući se na LQSR, a to dalje znači i na DSR protokol. MR-LQSR koristi WCETT metriku. Zahvaljujući njoj može se ostvariti dobar odnos između kašnjenja i propusnog opsega. Ovaj protokol daje optimalne rezultate za meš mreže u kojima su čvorovi statični. Ako se zahteva mobilnost čvorova u mreži performanse protokola će biti degradirane.

4. MREŽNI UREĐAJI

Bežični mrežni most je uređaj koji radi na drugom OSI nivou, tj. na nivou linka. Koristi se za proširivanje dometa mreže i povezivanje udaljenih računara na mrežu, odnosno za povezivanje više mrežnih segmenata u jedan. Posle spajanja segmenti na dalje funkcionišu kao jedinstvena proširena mreža. Most mora da poznaje topologiju proširene mreže, jer mora da zna u kom segmentu mreže se nalazi koji računar. Zato se u njegovoj memoriji nalazi tabela sa MAC adresama svih računara u proširenoj mreži. Topologiju mreže može da sazna na dva načina: učenjem ili ručnim unošenjem MAC adresa.

Ruter je uređaj koji radi na mrežnom nivou. Funkcija rutera je naravno rutiranje, odnosno da na osnovu odredišne IP adrese paketa utvrdi koji izlazni port je najbolje rešenje da bi se paket isporučio na datu adresu. Ruteri ne moraju da znaju adrese svih računara na internetu, dovoljno je da znaju IP adrese računara u svojoj mreži, ali moraju da znaju putanje koje vode ka ostalim mrežama. Rutiranje se vrši na osnovu tabele rutiranja. Protokoli rutiranja ne rade rutiranje! Oni određuju "cene" putanja između čvorova u mreži. Putanje sa najnižom cenom se smeštaju u tabelu rutiranja. Cena putanje predstavlja zbir cena pojedinačnih linkova duž putanje. Algoritam rada rutera je prikazan na slici 4.



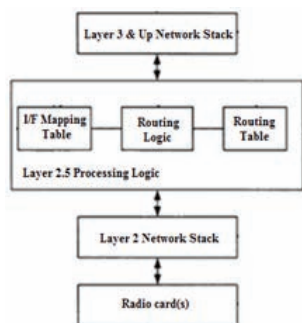
Slika 4. Algoritam rada rutera

5. PRISTUPNA TAČKA MEŠ MREŽE

Pristupne tačke meš mreže pored toga što komuniciraju sa klijentima istovremeno obavljaju i rutiranje. Protokol stek meš mreže je prikazan na slici 5, [3].

Rutiranje se radi na sloju 2.5 uz pomoć tabele rutiranja i tabele u kojoj su mapirani interfejsi. Pristupne tačke meš mreže su obično opremljene sa više radio interfejsa, pri čemu je svakom od njih dodeljen jedinstven interfejs ID. Sloj 2.5 je u potpunosti transparentan za mrežni i sloj veze, usled čega je kompenzovano odstupanje od klasičnog TCP/IP protokol steka. Tabela u kojoj su mapirani interfejsi se sastoji od interfejs ID-a, MAC adrese interfejsa kojem pripada taj ID i MAC adrese sledećeg

skoka. Tabela rutiranja sa druge strane sadrži interfejs ID-eve i MAC adrese koje im pripadaju.

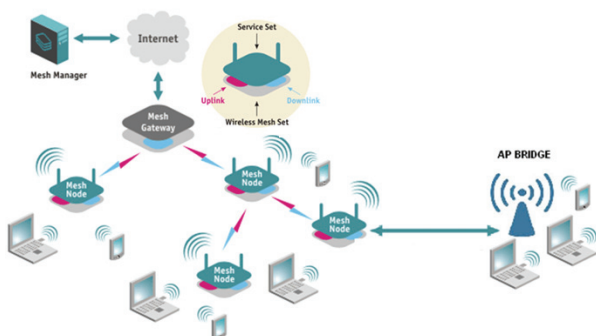


Slika 5. Mrežni protokol stek

Paket koji generiše klijent je standardni TCP/IP paket. Po prijemu paketa, meš ruter proverava da li se izvorišna MAC adresa nalazi u tabeli rutiranja. Ako je tamo nema, dodaje je zajedno sa interfejs ID-em preko koga je primio paket. Zatim se na osnovu odredišne MAC adrese pretražuje tabela rutiranja da se odredi odlazni interfejs, tj. njegov ID. Kada se ID pronade na osnovu njega se pretražuje tabela sa mapiranim interfejsima kako bi se odredile izvorišna i odredišna MAC adresa meš rutera koji šalje odnosno prima paket. Izvorišna MAC adresa AP-a predstavlja MAC adresu odlaznog interfejsa, dok odredišna MAC adresa AP-a predstavlja MAC adresu interfejsa preko kojeg će susedni AP pimiti paket. Nakon toga vrši se enkripcija korisničkog paketa, generiše se paket sa novim zaglavljem, koji se potom šalje sledećem ruteru. Kada naredni ruter primi paket, on proverava da li je paket namenjen njemu. To radi pomoću odredišne MAC adrese meš AP-a. Ukoliko je paket namenjen njemu nastavlja se sa daljom obradom paketa, kako bi se utvrdilo da li paket treba isporučiti nekom od lokalnih korisnika tekućeg rutera ili ga treba proslediti dalje.

6. REALIZACIJA MREŽNOG MOSTA

Realizovani mrežni most ima za cilj da proširi domet mreže. On omogućuje udaljenim korisnicima, koji se nalaze van dometa mreže AP-a, da pristupe mreži. slika 6.



Slika 6. *Proširenje dometa meš mreže*

Mrežni most ne radi rutiranje i u odnosu na mrežnu infrastrukturu se ponaša kao meš klijent. Sav saobraćaj koji dobija od meš klijenata most prosleđuje ka meš ruteru sa kojim je povezan. AP bridge sadrži dva interfejsa. Jedan je bežična mrežna kartica, služi za komunikaciju sa lokalnim korisnicima, a drugi je ethernet kartica preko koje je most povezan na meš ruter. Ovakva konfiguracija mrežnog mosta je moguća jer meš ruteri na sebi imaju ethernet port. Mrežni most je realizovan na PC-

u korišćenjem MikroTIK-ovog RouterOS operativnog sistema. Podešavanje ovog operativnog sistema se može vršiti lokalno ili preko mreže. Lokalni pristup se obavlja preko tastature i monitora, dok se pristup preko mreže može ostvariti korišćenjem Telnet-a, SSH skripti i Winbox-a. U slučaju da nema lokalnog pristupa ili postoji problem sa IP adresama RouterOS podržava pristup i preko MAC adresa.

Proces izgradnje mrežnog mosta na PC-u se sastoji od nekoliko koraka. Dva najvažnija su: podešavanje mrežnog hardvera i podizanje DHCP klijenta. Ethernet kartica ne zahteva dodatna podešavanja, dok je kod bežične mrežne kartice potrebno između ostalog odabrati mod, opseg i učestanost na kojoj radi. Zahvaljujući DHCP klijentu most od mrežnog DHCP servera dobija sve neophodne parametre za povezivanje na meš mrežu. Time je udaljenim meš klijentima omogućen pristup mreži. Pored osnovnih moguće je sprovesti i neka dodatna podešavanja mosta koja se tiču bezbednosti i ograničenog pristupa mreži.

7. ZAKLJUČAK

Meš mreže predstavljaju jedan potpuno nov koncept u domenu bežičnih internet mreža. Samim tim one spadaju u grupu još neistraženih oblasti koje se svakodnevno razvijaju i usavršavaju. Poređenje metrika, koje je u radu izvedeno, ukazuje na neophodnost razvijanja i upotrebe novih metrika kako bi se povećale performanse protokola za rutiranje, a time i same mreže. Realizacijom mrežnog mosta pokazano je kako se može proširiti domet meš mreže. Ovo ne znači automatski i povećanje broja klijenata koji mogu da pristupe mreži. Mrežni most ostavlja mogućnost nadgradnje u cilju realizacije meš AP-a, čime bi se povećao kapacitet mreže, kvalitet usluga koje pruža, domet i broj korisnika.

8. LITERATURA

- [1] Yan Zhang, Jijun Luo, Honglin Hu, “Wireless Mesh Networks – Architectures, Protocols and Standards”, Auerbach publication 2007.
- [2] Ian F. Akyildiz, Xudong Wang, “Wireless Mesh Networks”, New York, Wiley 2009.
- [3] United States Patent, “Dual radio wireless mesh network access point”, Arrow Span, nov. 2008.

Kratka biografija:



Mirko Ćirilović rođen je u Novom Sadu 1986. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroračunarska elektronika odbranio je 2010. god.



Dragan Bošković je direktor Motorola Inc, SAD i rukovodi grupama za razvoj bežičnih i multimedijalnih mrežnih sistema u Evropi, Aziji i Americi. Doktorirao je 1991 na Univerzitetu u Bath-u (VB), a za vanrednog profesora na FTN-u je izabran 2009. godine.

TEHNIKE RAZVOJA APLIKACIJA INFORMACIONOG SISTEMA, ZASNOVANE NA PRIMENI ALATA „HIBERNATE“ I „RUBY ON RAILS“**TECHNIQUES OF DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEM APPLICATIONS BASED ON THE “HIBERNATE” AND “RUBY ON RAILS” TOOLS**Dragan Lešić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu su analizani softverski alati *Hibernate* i *Ruby on Rails*, izvršeno je njihovo međusobno poređenje i stečena su iskustva o njihovoj primeni na praktičnim zadacima.

Abstract – In this paper we present an analysis of the software tools *Hibernate* and *Ruby on Rails*. We also compare these tools and gather experience how to use them using practical examples.

Ključne reči: ORM alati, Modelovanje, Baze podataka

1. UVOD

Cilj ovog rada je da se izvrši analiza alata *Hibernate* (verzija 3.50) i *Ruby on Rails* (verzija 1.87), da se međusobno uporede i da se prikupe iskustva o njihovoj primeni na praktičnim zadacima. Izvršena analiza treba pokaže kada je koji alat pogodnije koristiti i da pomogne pri izboru jednog od ovih alata u buduće praktične svrhe. Zadatak je bio da se isprojektuju dva modela šeme baze podataka, jedan model šeme baze podatka zasniva se na upotrebi prirodnih primarnih ključeva (*natural keys*), dok se drugi model zasniva na upotrebi veštačkih primarnih ključeva (*surrogate keys*). Ova dva modela su odabrana jer se često javljaju u praksi i pomoću njih mogu da se demonstriraju najčešći problemi koji mogu da se jave u fazi implementacije jednog softverskog rešenja.

Ova dva alata su izabrana jer služe za rešavanje iste problematike, međutim koriste potpuno različite pristupe pri njihovom rešavanju. Alat *Hibernate* zasniva se na *Java* i *EJB 3* platformi, dok *Ruby on Rails* koristi *Ruby* programski jezik i sopstveni DSL jezik (*domain specific language*). U radu su prikazana implementirana rešenja objektno relacionog mapiranja (ORM) pomoću *Java* programskog jezika u kombinaciji sa okvirom *Hibernate*, kao i rešenje u *Ruby* programskom jeziku u kombinaciji sa *Rails* okvirom.

Ovim radom je bilo potrebno realizovati sledeće zadatke: Proučiti aspekte praktične primene izabranih alata za razvoj i implementaciju šeme baze podataka i aplikacija. U ovom delu bilo je potrebno savladati princip rada ova dva alata i logiku projektovanja šeme baze podataka na objektnom nivou i preslikavanje na relacionu bazu koristeći ORM.

- Međusobno uporediti izabrane alate ističući prednosti i nedostatke svake od navedenih tehnologija za

NAPOMENA:

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

projektovanje i implementaciju šeme baze podataka i aplikacija. U svrhu poređenja, isprojektovane su šeme baze podataka na dva načina: koristeći prirodne primarne ključeve (*natural keys*) i veštačke primarne ključeve (*surrogate keys*). Šeme baze podataka su modelovane pomoću softverskog alata *PowerDesigner* i bilo je potrebno te šeme predstaviti u objektnom modelu i preslikati na relacioni model pomoću alata *Hibernate* i *Ruby on Rails* kako bi se demonstrirale razlike između ova dva alata.

- Isprojektovati i implementirati šemu baze podataka i prototip dela aplikacije za podršku nastavnog procesa pomoću alata *Hibernate* i *Ruby on Rails* koristeći prirodne primarne ključeve (*natural keys*). Koristeći razvojno okruženje *Eclipse IDE*, pomoću programskog jezika *Java* i okvira *Hibernate* opisana je šema baze podataka sa prirodnim ključevima i preslikana na relacionu bazu podataka unutar *SUBP MySQL*. Takođe je, pomoću alata *Ruby on Rails*, realizovana ista šema baze podataka. Ovaj alat dolazi već potpuno integrisan i nije potrebno dodatno razvojno okruženje za njegovo korišćenje.
- Isprojektovati i implementirati identičnu šemu baze podataka i prototip dela aplikacije za podršku nastavnog procesa pomoću alata „*Hibernate*“ i „*Ruby on Rails*“ koristeći veštačke primarne ključeve (*surrogate keys*). Kao i kod šeme baze podataka sa prirodnim ključevima, korišćena je kombinacija *Eclipse IDE* i *Java* sa *Hibernate* anotacijama, kao i alat *Ruby on Rails* za opis šeme baze podataka sa veštačkim ključevima.
- Analizirati i uporediti potreban napor za realizaciju istih aplikativnih funkcionalnosti pri implementaciji šeme baze podataka korišćenjem prirodnih i potom veštačkih primarnih ključeva. Ovde su prikazani dobijeni rezultati koji su bili potrebni za realizaciju istih funkcionalnosti pomoću dva alata koja se zasnivaju na potpuno različitim pristupima rešavanju istog problema.

Pored Uvoda i Zaključka, ovaj rad sadrži još tri dela. Nakon Uvoda, u drugom poglavlju opisan je alat *Hibernate*, kao i njegova uloga kao ORM alata. U trećem delu opisan je alat *Ruby on Rails*, principi na kojima se zasniva i njegov ORM alat pod nazivom *Active Record*. U četvrtom delu izvršena je uporedna analiza alata.

2. HIBERNATE

Hibernate 3.50 je okruženje koje teži da postane kompletno rešenje za problem upravljanja perzistentnim podacima u *Javi*. On posreduje u interakciji aplikacije sa relacionom bazom podataka, omogućavajući programeru da se koncentriše na problem rešavanja poslovne logike.

Hibernate se lako integriše sa gotovo svim novim i postojećim okruženjima za razvoj aplikacija (kao što su *.Net*, *Spring*, *Struts*, *Adobe ColdFusion* itd.).

2.1. *Hibernate* kao ORM alat

Hibernate je sveobuhvatni alat za objektno/relaciono preslikavanje koji pruža sve pogodnosti ORM-a. API koji se koristi je dobro prilagođen potrebama programera, sadrži interfejs upita (*query interfaces*) i upitni jezik (*query language*). *Hibernate* koristi EJB 3.0 standard i njegovu podspecifikaciju *Java Persistence*. EJB 3.0 specifikacija dolazi u nekoliko delova: Prvi deo definiše novi EJB programerski model kao što su *session beans*, *message-driven beans* i pravila razmeštanja. Drugi deo specifikacije bavi se isključivo perzistencijom: entitetima, objektno/relacionom preslikavanju meta podataka, interfejsima za upravljanje perzistencijom (*persistence manager interfaces*) i upitnim jezikom. Taj drugi deo se naziva *Java Persistence API* (JPA). *Hibernate* implementira *Java Persistence* deo EJB 3.0 specifikacije. U ovom radu, *Hibernate* upotrebljen je kao ORM alat da bi se na objektnom nivou opisale šeme baze podataka sa prirodnim primarnim ključevima i veštačkim primarnim ključevima, koje su nakon toga preslikane (mapirane) na relacionu bazu podataka. Preslikavanje je izvršeno pomoću anotacija koje zadovoljavaju EJB 3.0 standard i izbegla se upotreba anotacija specifičnih za *Hibernate* kako bi se zadržala kompatibilnost sa drugim EJB 3.0 rešenjima.

2.2. Preslikavanje anotacijama

Postoje dva načina objektno-relacionog preslikavanja u *Hibernate*-u, pomoću XML datoteka i anotacija. U ovom radu korišćene su anotacije u svrhu objektno-relacionog preslikavanja, jer predstavljaju noviji i preporučeni način preslikavanja. Međutim, preslikavanje pomoću XML datoteka predstavlja prvobitni način preslikavanja i razvijen je pre dolaska *Java* 5 verzije i prednostima koje ona donosi. Kako se svako preslikavanje mora opisati u posebnoj XML datoteci, ovaj način preslikavanja je dosta složeniji u odnosu na preslikavanja anotacijama, te se, ukoliko je to moguće, izbegava njegovo korišćenje.

Anotacije se predstavljaju posebnim sintaksnim konstrukcijama i u ovom slučaju nam omogućavaju uključivanje meta podataka direktno u izvorni kod aplikacije.

Prednosti preslikavanja anotacijama ogledaju se u lakšem preslikavanju u odnosu na njegovu XML alternativu, pošto se anotacije nalaze odmah uz polja u izvornom kodu na koja se odnose. Takođe, korišćenjem anotacija omogućava se sloboda premeštanja entiteta u druga ORM okruženja, koja podržavaju EJB 3 specifikaciju.

Nedostaci preslikavanja anotacijama ogledaju se u tome što korišćenje anotacija obavezuje na upotrebu *Java* 5 okruženja. Ovo može biti nepogodno u slučaju korišćenja aplikacionog servera, koji još ne podržava ovu verziju JVM-a. Takođe, nedostatak može biti i ako prebacujemo aplikaciju sa *Hibernate* 2 platforme, na kojoj ste već imali razvijen XML način preslikavanja. Dodatno, promene u preslikavanju bi zahtevale i ponovnu izgradnju (rebuild) aplikacije.

3. RUBY ON RAILS

Ruby on Rails 1.87 je okvir (*framework*) za razvoj *web* aplikacija koristeći *Ruby* programski jezik. *Ruby* je

dinamički objektno orijentisan programski jezik koji je napravljen u Japanu od strane Yukihiro Matsumoto i izdat je 1995. godine. *Ruby on Rails* je olakšao kreiranje *web* aplikacija zasnovanih na bazama podataka. Iskustva korisnika su pokazala da *web* aplikacije mogu da se programiraju do 10 puta brže nego upotrebom drugih programskih jezika[2]. *Ruby on Rails* je projekat otvorenog koda. Prvo je pripadao *MySQL*-u, *PostgreSQL*-u i *greenfield* razvojem, ali se njegova upotreba proširila na većinu vodećih baza podataka.

U ovom radu, pomoću alata *Ruby on Rails* opisane su šeme baze podataka sa prirodnim i veštačkim primarnim ključevima pomoću objektno-orijentisanog programskog jezika *Ruby*. ORM alat koji služi za objektno-relaciono preslikavanje kod *Ruby on Rails* naziva se *Active Record*, koji koristi DSL koji je implementiran u *Ruby on Rails* i na taj se stiže utisak da je sastavni deo *Ruby* programskog jezika. Na taj način, upotrebom samo nekoliko ključnih reči vrši se kompletno objektno-relaciono preslikavanje. Specifičnosti primene alata *Ruby on Rails* ogledaju se u sveobuhvatnosti alata i brzini razvoja koju pruža.

3.1. *Ruby on Rails* implementacija alata za ORM

Active Record je implementacija alata za objektno-relaciono mapiranje za *Rails* aplikacije. Specifičnost *Active Record* jeste njegova lakoća za upotrebu i rešenja realizovana sa njim sadrže mali broj linija koda. Za razliku od drugih ORM implementacija, nije potrebno pisati mnogobrojne linije konfiguracionog koda, šta više *Active Record* radi bez apsolutno bilo kakve konfiguracije ukoliko se prate preporučene propisi imenovanja unutar klase i baze podataka. *Active Record* je implementiran u *Rails* kao set baznih (osnovnih) klasa iz kojih objekti modela nasleđuju metode. Svaka tabela u bazi podataka je u suštini predstavljena pomoću jedne klase koja nasleđuje osnovnu klasu *Active Record*-a. Jednostavnim nasleđivanjem *Active Record*-ovih baznih klasa, objekti modela nasleđuju veliki broj funkcija.

3.2. Preslikavanje pomoću *Ruby on Rails*

Preslikavanje unutar *Ruby on Rails* vrši se pomoću *Migration* i *Model* klase. *Migrations* klase opisuju tabele koje će biti mapirane u relacionu bazu i snaga *Migration* klase ogleda se u tome da nisu potrebne SQL skript datoteke, XML konfiguracione datoteke i sl. Takođe, definicije baze podataka nezavisne su od sistema za upravljanje bazama podataka, tako da se jednostavno može promeniti SUBP.

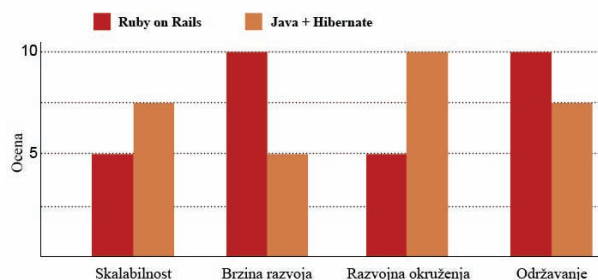
Model klase su odgovorne za upravljanje podacima i poslovnom logikom aplikacije. Odgovorne su za veze između objekata (koji će da predstavljaju veze između tabela u bazi podataka), kao i za određivanje primarnih ključeva.

4. UPOREDNA ANALIZA ALATA HIBERNATE I RUBY ON RAILS

Kako su navedena dva alata zanovana na dva potpuno različita pristupa, ova analiza se može nazvati i *Java & Hibernate* vs. *Ruby & ActiveRecord*, dakle programski jezik *Java* naspram *Ruby* programskog jezika i odgovarajuće implementacije ORM-a *Hibernate*, tj. *ActiveRecord*.

Poređenje navedenih alata izvršeno je po sledećim kriterijumima: skalabilnost (*scaling*), brzina razvoja (*development speed*), razvojna okruženja (*development tools*) i održavanje (*maintainability*). Na slici 1 prikazan

je grafik na kojem se vide rezultati poređenja za svaki od ovih kriterijuma. Ocena 0 predstavlja potpun nedostatak mogućnosti koja je vezana za dati kriterijum, dok 10 predstavlja najveću ocenu i označava potpunu podršku.



Slika 1: Upporedni prikaz rezultata poređenja

4.1. Skalabilnost

Skalabilnost *Hibernate* i *Ruby on Rails* ogleda se u sledećim osobinama:

- **vreme potrebno da bi novi programer savladao alat:** kao rezultat poštovanja propisa imenovanja i sveobuhvatnosti uključenih biblioteka sa kojima se isporučuje, *Ruby on Rails* karakteriše mnogo kraće vreme potrebno da bi novi programer savladao ovaj alat u odnosu na kombinaciju *Java* i *Hibernate*.
- **Multi-threading:** *Java* aplikativni serveri dozvoljavaju izvršavanje više *web* aplikacija unutar jednog procesa. Sa druge strane, *Ruby on Rails* zahteva da svaka *web* aplikacija ima svoj redni broj izvršavanja. Ovo predstavlja problem jer upotreba memorije na serveru nije efikasno iskorišćena.
- **Service up-time:** *Java* aplikativni server omogućava automatsko upravljanje konekcijama. Ovo omogućava klijentima, koji su bili konektovani na servis za vreme ažuriranja *web* aplikacije, da koriste stariju verziju *web* aplikacije, dok se novi klijenti preusmeravaju na novu verziju. *Ruby on Rails* ne podržava ovu mogućnost tako da se za vreme ažuriranja zaustavlja stari proces i na taj način klijenti koji su konektovani na njega gube vezu sa njim.
- **Command line scripting:** izvršavanje operacije čuvanja rezervnih kopija podataka (*data backups*) i drugih asinhronih procesa ne predstavlja problem za *Hibernate* ni za *Ruby on Rails*.
- **International language support:** *Hibernate* i *Ruby on Rails* omogućavaju korišćenje drugih jezika pored engleskog.

Iz navedenih stavki vidi se da je manje vremena potrebno da bi se savladao *Ruby on Rails*, dok je *Hibernate* zahvaljujući *Java* programskom jeziku bolji kada je u pitanju *Multi-Threading*, *Service up-time* i *Command line scripting*. Sa aspekta podrške drugih jezika (pored engleskog), oba alata nude ovu mogućnost. Zaključuje se da su *Java* i *Hibernate* bolje rešenje kada je u pitanju skalabilnost.

4.2. Brzina razvoja

Brzina razvoja aplikacija je bitna i često je odlučujući faktor pri donošenju odluke koje će se tehnologije i alati koristiti pri razvoju. Na brzinu razvoja utiče sledeće:

- **Testiranje jedinice (Unit Testing):** *Java* i *Ruby* u istoj meri obezbeđuju sveobuhvato testiranje jedinica za testiranje objekata.
- **Controller testing:** *Ruby on Rails* ima prednost pri testiranju *controller*-a (uključujući delove *view* šablona)

jer omogućava testiranje bez potrebe da se cela aplikacija mora ponovo kompajlirati kao što je to slučaj kod *Java* i *Hibernate* alata.

- **Brzo prihvatanje izmena:** Kako je *Ruby* skript jezik nije potrebno kompajliranje kada se izvrše izmene u kodu, kao što je slučaj kod *Java* programskog jezika.
 - **Složenost biblioteka:** *Ruby* zahteva mnogo manje konfigurisanja, dodavanja biblioteka, provere kompatibilnosti uključenih biblioteka i sl. u odnosu na *Java* i *Hibernate*, gde je potrebno dodavanje mnogobrojnih biblioteka kao i konfigurisanje istih.
- U pogledu brzine razvoja, alat *Ruby on Rails* je bolje rešenje u odnosu na *Hibernate* jer ne zahteva kompajliranje, potrebno je napisati manji broj linija koda i ne zahteva konfigurisanje.

4.3. Razvojna okruženja

Za *Java* programski jezik postoje kvalitetna razvojna okruženja, koja se stalno unapređuju da bi što bolje pomogla krajnjem korisniku – programeru. *Eclipse* i *NetBeans* predstavljaju najrasprostranjenija razvojna okruženja za *Java* programski jezik i znatno olakšavaju razvoj aplikacija. Sa druge strane *Ruby* programski jezik je skript tipa i u paketu *Ruby on Rails* se isporučuje bez razvojnog okruženja. Iako postoje mnogobrojna manja razvojna okruženja, većina programera se odlučuje na upotrebu tekstualnih editora sa *syntax highlighting* opcijom (prepoznavanje sintakse).

4.4. Održavanje aplikacija

Mnogi faktori utiču na održavanje, najviše dobra projektna dokumentacija, međutim bitni su i objektna orijentisanost, MVC arhitektura, čitljivost koda i količina koda. *Ruby on Rails* je ovde u blagoj prednosti u odnosu na *Hibernate* najviše zbog količine koda, koja je kod *Ruby on Rails* mnogo manja. Međutim, kvalitetna razvojna okruženja za *Java* programski jezik u mnogome ublažavaju prednost *Ruby on Rails*-a.

4.5. Napor potreban za realizaciju šeme baze podataka sa prirodnim primarnim ključevima

Tokom realizacije šeme baze podataka sa prirodnim primarnim ključevima, gde se pojavljuju i složeni primarni ključevi, moglo se primetiti da oba alata nisu projektovana sa fokusom na tu mogućnost. U slučaju *Hibernate*-a, za opisivanje složenog primarnog ključa bilo je potrebno praviti novu klasu koja opisuje samo taj ključ. *Hibernate*-u je potrebno nakon toga proslediti instancu te klase i označiti je anotacijom kako bi *Hibernate* znao da je u pitanju složen primarni ključ. Kod alata *Ruby on Rails* javlja se sličan problem, jer korišćenje složenih primarnih ključeva nije podržano od strane ovog alata sa podrazumevanim podešavanjima. Kako bi se omogućilo korišćenje složenih ključeva potrebno je proširiti alat sa bibliotekom koja dozvoljava ovu funkcionalnost. Ovo proširenje nije uključeno u distribuciju *Ruby on Rails* i potrebno ga je naknadno instalirati i uključiti u zaglavlje svake klase.

Realizacija šeme baze podataka sa složenim primarnim ključevima je znatno otežana pomoću *Hibernate* i *Ruby on Rails*, međutim *Hibernate* bolje podržava ovu mogućnost jer je alat projektovan da podržava složene primarne ključeve, što nije slučaj sa *Ruby on Rails*.

4.6. Napor potreban za realizaciju šeme baze podataka sa veštačkim ključevima

U primeru realizacije šeme baze podataka sa veštačkim primarnim ključevima, prethodno navedeni problemi sa složenim primarnim ključevima ne postoje. Iz tog razloga većina ORM alata, među njima *Hibernate* i *Ruby on Rails*, predlažu korišćenje veštačkih ključeva ukoliko je to moguće. Potrebno je manje koda za realizaciju šeme baze podataka sa veštačkim primarnim ključevima u odnosu na šemu sa prirodnim primarnim ključevima i realizacija je mnogo jednostavnija.

Na primeru šeme baze podataka sa veštačkim primarnim ključevima dolazi do izražaja brzina i jednostavnost razvoja pomoću alata *Ruby on Rails*.

4.7. Rezime uporedne analize

Ruby on Rails nudi veliku brzinu razvoja jer je manji broj linija koda koje je potrebno napisati i nije potrebno konfigurisanje okruženja. Taj brzi razvoj i jednostavnost samog *Ruby* programskog jezika su glavni aduti kojim se ističe *Ruby on Rails* nad kombinacijom *Java* i *Hibernate*. *Hibernate* sa druge strane iza sebe ima veliku prednost – *Java* programski jezik. Samo konfigurisanje, kreiranje objekata, povezivanje itd. je u mnogome opširnije i komplikovanije u odnosu na *Ruby on Rails*, međutim dozvoljava mnogo detaljniji i kvalitetniji razvoj aplikativnih rešenja.

Za realizaciju istih aplikativnih rešenja koja su opisana u ovom radu, pomoću alata *Ruby on Rails* se brže došlo do željenog rezultata. Taj rezultat bio je očekivan jer se radi o alatu koji je dizajniran za brz razvoj. Međutim, iako *Hibernate* iziskuje više napora pri samoj realizaciji rešenja, stiče se utisak da je to rešenje kvalitetnije realizovano, jer se kroz detaljnu konfiguraciju i temeljno opisivanje objekata u potpunosti može prilagoditi željenim potrebama.

Iz tog razloga savetuje se *Hibernate* za korišćenje u komplikovanim objektnim modelima i *Enterprise* rešenjima kompanija, dok je *Ruby on Rails* pogodan za razvoj manjih rešenja ili za realizaciju rešenja u vrlo kratkom periodu.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu analizirani su alati *Hibernate* i *Ruby on Rails*, izvršena je komparacija navedenih alata i prikazane su njihove prednosti i nedostaci. Na osnovu dva praktična primera, stečena su iskustva o primeni alata *Hibernate* i alata *Ruby on Rails*. Tim praktičnim primerima demonstrirani su najčešći problemi koji mogu da se jave prilikom implementacije pomoću ovih alata. Takođe je izvršena i analiza dobijenih rezultata.

Kako bi ovaj rad bio uspešno realizovan, najpre je bilo potrebno proučiti alate *Hibernate* i *Ruby on Rails*. Navedeni alati se zasnivaju na dva potpuno različita principa i nemaju zajedničkih dodirnih tačaka. Međutim, oba alata rešavaju isti problem: objektno-relaciono preslikavanje.

Nakon uspešnog upoznavanja i savlađivanja principa rada alata *Hibernate* i alata *Ruby on Rails*, bilo je potrebno isprojektovati i realizovati dva modela šeme baze podataka, prvi model je šema baze podataka sa prirodnim primarnim ključevima, dok drugi model koristi veštačke primarne ključeve. Uspešno realizovane šeme baze podataka su trebale da se nalaze na istom SUBP.

Nakon uspešne implementacije, izvršena je uporedna analiza alata i potrebnog napora za realizaciju istih aplikativnih mogućnosti. Sa aspekta praktične primene alata *Hibernate* i *Ruby on Rails*, rasprostranjenost *Hibernate*-a je daleko veća. Međutim, njegova proširenost se ogleda u profesionalnim i *Enterprise* rešenjima velikih kompanija, gde je daleko ispred konkurencije. Ovo se može pripisati stalnom unapređivanju i kvalitetnoj podršci od strane kompanije *JBoss* (deo *RedHat* korporacije), koja je globalni lider u razvoju rešenja otvorenog softvera. Sa druge strane *Ruby on Rails* se fokusira gotovo isključivo na web aplikacije, gde je proteklih godina stekao veliku reputaciju i beleži stalni porast upotrebe. Npr. jedna od najvećih društvenih mreža, *Twitter* je bazirana upravo na *Ruby on Rails*.

Ako je aplikativno rešenje velikog opsega, treba kvalitativno da služi duži niz godina, ako postoji potreba za moguća buduća proširenja i kompatibilnost sa drugim tehnologijama i alatima, *Hibernate* je bolji izbor. Popularnost *Java* programskog jezika na kojem je zasnovan *Hibernate* i kvalitetna podrška koja se može dobiti od izdavača alata, glavni su razlozi zašto je najpopularniji ORM alat upravo *Hibernate*. Iz tog razloga ovaj alat beleži konstantan rast potražnje proteklih godina i nema indikacija da će ovaj trend rasta u narednim godinama da opadne.

Ukoliko je potrebno realizovati jednostavnije rešenje, bez prethodnog iskustva sa *Hibernate* i/ili *Ruby on Rails*, *Ruby on Rails* je lakše savladati u odnosu na *Hibernate* i *Java* programski jezik. *Ruby on Rails* dolazi u jednom sveobuhvatnom paketu koji se jednostavno instalira, i nije potrebno njegovo naknadno konfigurisanje. Kako su rokovi za isporuku aplikativnih rešenja danas sve kraći, *Ruby on Rails* beleži sve veću potražnju jer je brzina razvoja glavni adut ovog alata i ukoliko je potrebno realizovati rešenje u što kraćem roku, *Ruby on Rails* je bolji izbor.

Migracija sa jednog rešenja na drugo nije podržana zbog različitosti u arhitekturi alata i jedina mogućnost jeste obrnuti inženjering (*Reverse engineering*) postojeće baze podataka.

Jedan od daljih pravaca razvoja ovog rada bi mogao biti proučavanje i implementacija aplikativnog rešenja *Grails*, koji spaja *Rails*, *Java*, *Spring* i *Hibernate* tehnologije u jedan alat za brz razvoj web aplikacija.

LITERATURA

- [1] *Hibernate documentation*, www.hibernate.org/docs
- [2] *Hibernate tutorial*, <http://www.hibernate-tutorial.com>
- [3] *Pragmatic - Agile Web Development with Rails*, 3rd Edition 2009
- [4] *Wiley Ruby on Rails Bible*, October 2008

ZAHVALNICA

Autor zahvaljuje mentoru, profesoru dr Ivanu Lukoviću, na pruženoj pomoći prilikom izrade rada.

Kratka biografija:



Dragan Lešić rođen je 1985. godine u Jajcu, BiH. Apsolvent je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, departman za Računarstvo i automatiku, smer za primenjene računarske nauke i informatiku.

ELEKTRONSKI TRANSFORMATORI - PREGLED I REŠENJA

SOLID STATE TRANSFORMERS - OVERVIEW AND SOLUTIONS

Viktor Nejgebauer, Vladimir Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad daje kratak opis principa rada konvencionalnog transformatora, gubitaka u radu i nedostataka, koje predstavljaju razloge za uvođenje elektronskih transformatora (ET). Pošto je glavna uloga ET-a poboljšanje kvaliteta napajanja električnom energijom, jedno poglavlje rada je posvećeno i toj temi. ET su predstavljeni objašnjenjem načina i uslova njegovog rada. Zatim se navode vrste mogućih topologija i bira se najbolja, koja se može primeniti za distributivni transformator, a onda su objašnjene pojedine faze u prenošenju energije kroz ET sa ovakvom topologijom. Na kraju se govori o i tehnologijama poluprovodničkih komponenti koje su glavni elementi topologija za ET.

Abstract - The paper gives working principles of conventional transformer. Losses and drawbacks are mentioned afterwards and represent the reasons for introducing the solid state transformer (SST). Since the main role of SST is to increase the quality of power supply, a part of the paper deals with that topic. The presentation of SST begins with the explanation of the conditions under which and how it works. What follows are types of possible topologies, and the best one is chosen for application in SST. Then specific phases for the selected topology in power transmission are given. In the final part semiconductor components, which are the principal elements of SST topology, are displayed.

Ključne reči: elektronski transformatori, modularnost, poluprovodnički prekidači, konvertori.

1. UVOD

Transformatori, kao uređaji za konverziju parametara električne energije, zasnivaju svoj rad na Faradejevom zakonu elektromagnetne indukcije.

Kao takvi zahtevaju magnetno jezgro i određen broj namotaja. U slučaju većih snaga, transformatori su velikih dimenzija i skupi, a mogu da imaju negativan uticaj na okolinu, kroz buku, EMC i mogućnost ispuštanja ulja. Takođe, nemaju mogućnost prenosa DC napona, kao i regulacije, imaju velike polazne struje, u nekim slučajevima prenose harmonike i VF smetnje sa sekundara na primar i dr.

S druge strane, oni su pouzdani i efikasni uređaji, tako da im je teško naći kvalitetnu zamenu.

NAPOMENA:

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

Jedna od mogućnosti postepene zamene transformatora jeste primena elektronskog principa, na kom su bazirani uređaji energetske elektronike. Takav uređaj naziva se elektronski transformator (ET). Njegova svrha je da radi kao konvencionalni distributivni transformator, ali da unese i neke novine, kao poboljšanje kvaliteta napajanja i proširenje mogućnosti rada na DC naponu. Na primarnoj i sekundarnoj strani se koriste aktivni konvertori.

Prednosti ET-a uključuju vrhunsku regulaciju napona na sekundaru i sprečavanje prelaska viših harmonika sa sekundara na primar. U druge prednosti spada i zaštita od kratkog spoja na sekundaru i sprečavanje njegovog uticaja na primar, nasuprot konvencionalnim transformatorima. Može se postići kompenzacija propada napona i primenom jednog oblika skladištenja energije u izlaznom delu transformatora. Takođe se mogu uskladiti dve različite frekvencije, npr. 50 Hz na primaru, a 60Hz na sekundaru. Naravno, i elektronski transformatori imaju i neke nedostatke, a to su cena, veličina i pouzdanost. Glavna prepreka za spajanje na distributivnu mrežu je visok napon primara, koji konvertori moraju da izdrže.

U ovom radu je opisan princip rada ovih novih uređaja za transformisanje napona ili struja, detaljno su obrazložene njihove prednosti i mane, prikazane su najčešće topologije i dat kratak opis ključnih delova. Cilj je da se predstavi pregled ovakvih rešenja, koja bi u budućnosti trebala da potisnu klasične, elektromagnetne transformatore.

2. KONVENCIONALNI TRANSFORMATORI

Transformator je električni uređaj za spuštanje, ili podizanje napona, menjanje impedansi i osiguravanje električne izolaciju između električnih kola. Sastoji se iz dva (ili više) spregnuta namotaja ili jednog namotaja sa više izvoda i, u većini slučajeva, magnetnog jezgra koje koncentriše magnetni fluks.

Transformatori obično imaju vrlo visok stepen iskorišćenja i veći transformatori (od 50 MVA i više) imaju stepen iskorišćenja od 99,75%. Mali transformatori koji se koriste u uređajima potrošačke elektronike imaju manje od 85% efikasnosti.

Gubici potiču od: otpornosti, rasipnih induktivnosti, histerezisa, mehaničkih gubitaka, magneto–restrikcije i manifestuju se u grejanju jezgra i namota.

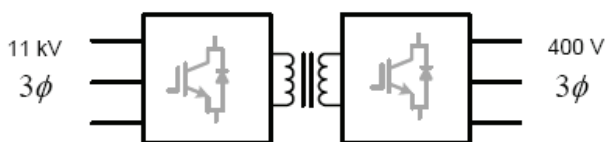
3. KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE

Svrha procesa od proizvodnje do distribucije je da pruži snagu potrošačima, uz garanciju kvaliteta, koji se definiše kao „bilo koji problem nastao pri distorziji napona, struje ili frekvencije koji je rezultat kvara ili lošeg rada potrošačke opreme“ (pomenuto u [1]). Glavni faktori koji

smanjuju kavititet električne energije u mreži: harmonici, prenaponi, premašenje napona, naponski pikovi, mrežni tranzijenti, treperenje napona, dugotrajni prekidi napajanja, spektralna distorzija, varijacija frekvencije sistema.

4. UVOD U ELEKTRONSKE TRANSFORMATORE

ET (slika 1) se sastoji iz više back-to-back konvertora, a zahtevaju se tri osnovna sklopa: ulazni, konvertor izolacionog dela i izlazni. Ulazni deo se sastoji od aktivnog ispravljača, koji kontroliše struju primara. Ovaj deo primorava struju da bude sinusoidalna, nezavisno od sekundarne struje. Izolacioni deo se sastoji od DC/DC konvertora, koji prenosi snagu preko izolacione barijere (obično VF transformatora). Izlazni konvertor se sastoji od trofaznog DC/AC invertora, pa se time ostvaruje trenutna kontrola nad tri izlazna napona. Skladištenje energije vrši se u kondenzatorima na izlaznom delu, to je zbog kompenzacije propada napona i za sprečavanje prodiranja harmonika kroz ET.



Slika 1. Izgled ET-a

Izolacioni deo ET-a prenosi snagu preko izolacione barijere pri znatno višim frekvencijama od osnovne, koja iznosi 50Hz. Zbog toga se, povećanjem prekidačke frekvencije, znatno smanjuju dimenzije transformatorskog (magnetnog) jezgra. U zavisnosti od topologije ET-a, koristi se ili jedan ili više manjih transformatora. Cilj je da ovi transformatori koriste prirodno hlađenje. Cena ET-a bi bila mnogo viša od cene konvencionalnih. Međutim, ako se imaju u vidu ukupni sistemski troškovi koji uljučuju regulatore napona, mernu i zaštitnu opremu, onda uvođenje ET-a predstavlja smanjenje ukupnih sistemskih troškova. Cena bi mogla da se smanji masovnom proizvodnjom, jer poluprovodnici stalno pojeftinjuju.

4.1 Prednosti elektronskog transformatora

Korekcija ulaznog faktora snage: Ulazna struja se može podesiti tako da bude u fazi, da prednaji ili kasni u odnosu na napon izvora.

Vrhunska regulacija izlaznog napona: se postiže aktivnom kontrolom DC/AC invertora.

Filtriranje harmonika: (dodavanjem kondenzatora u DC kolo trofaznog DC/AC filtera)

Zaštita izlaza od kratkog spoja: Aktivna kontrola invertora limitira izlaznu struju u stanju kvara. Uticaj struje kvara se ne odražava na struju primara.

Kompenzacija propada i premašenje napona

Monofazni ili trofazni način rada: (jer svaka faza prenosi svoju energiju u isti kondenzator na sekundaru)

Varijacija frekvencije napajanja: ET može da radi na 50 ili 60Hz, i na primaru i na sekundaru.

Sposobnost napajanja uređaja jednosmerne struje

Rad pri kvaru: Ako ET snabdeva domaćinstva, i jedna faza dospe u kratak spoj, aktivna kontrola DC/AC

invertora može da održi snabdevanje druge dve faze i ograniči struju faze koja je u stanju kvara.

4.2 Postojeće istraživanje ET-a

IGBT-ovi mogu da izdrže probojne napone do 6kV, ali pri frekvenciji 1-2 kHz (pomenuto u [3]).

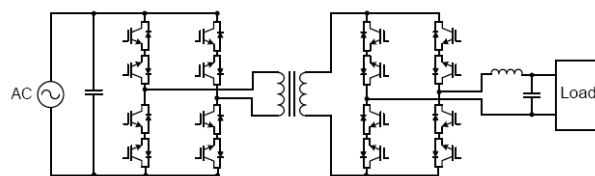
Istraživanje koje se tiče silikon-karbidnih (SiC) IGBT-ova predviđa da se probojni napon može povećati višestruko u odnosu na konvencionalne IGBT-ove. Čak iako bi ovi IGBT-ovi mogli da dosegnu probojni napon od 10kV pri višim prekidačkim frekvencijama, nastali bi mnogi drugi problemi. Na primer, prekidački gubici bi bili vrlo visoki zbog visoke vrednosti napona. Stoga se zavisno od snage uređaja prekidačka frekvencija mora ograničiti. Elektromagnetna interferencija bi bila problematična pri ovim naponima. Drugi problem se tiče izolacije kola gejta. Izolacija bi morala da zadovolji napon od 10kV. Dostupnost kondenzatora za ovako visoke napone je takođe veliki problem.

5. TOPOLOGIJE

5.1 AC/AC konvertori

Glavna mana predloženog *buck* konvertora je bila upotreba serijski vezanih prekidača, koji treba da izdrže visok ulazni napon i punu struju opterećenja. Ovaj konvertor nije pružao ni magnetnu izolaciju što je značilo da nije podesan za upotrebu u ET-ima.

Drugi tip ovog konvertora moduliše visoki naizmenični napon u visokofrekventni napon stepeničastog oblika. Sekundar konvertora sinhrono demoduliše ispravljeni napon ponovo u osnovnu frekvenciju na nižem naponu. Posедуje i galvansku izolaciju i potreban je manji transformator. Ovi AC/AC konvertori (slika 2) mogu čak da regulišu izlazni napon. Može se postići povećanje napona spajanjem dva ovakva AC/AC na red. Ovi konvertori takođe koriste redno povezane prekidače.



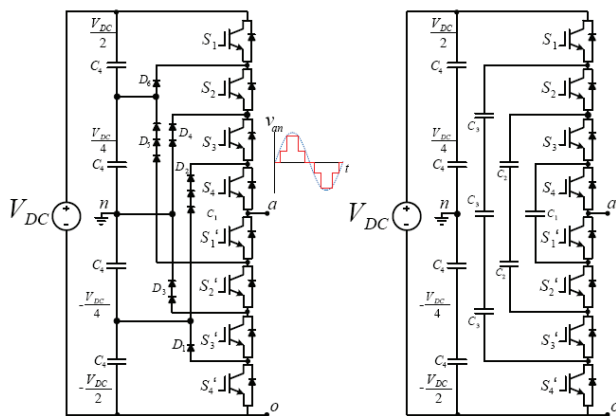
Slika 2. AC-AC konvertor

5.2 Multilevel konvertori

Prvi konvertor je aktivni ispravljač povezan na napon napajanja, drugi je u stvari inverter visokog napona koji prenosi snagu preko izolacione barijere. Treći konvertor je trofazni DC/AC inverter na sekundaru ET-a.

Ovo dopušta upotrebu pasivnog pretvarača na sekundaru, što uprošćava topologiju.

Multilevel konvertori se koriste da bi se spojili naponi svih prekidača, što dozvoljava upotrebu većeg broja IGBT-ova sa manjim probojnim naponom. Na slici 3 su prikazane grane diodno spojenog konvertora (levo) i multilevel konvertora sa lebdećim kondenzatorima (desno).

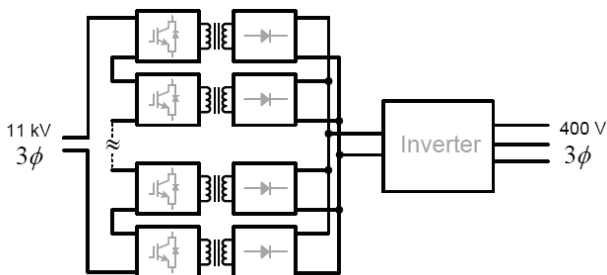


Slika 3. Dva tipa multilevel konvertora

Broj nivoa u konvertoru bi se smanjio ako bi se ET-ovi vezali u zvezdu. Ovo nije moguće, pošto ne postoji fiksna neutralna tačka u spoju trougao u napajanju. Mogla bi da se koriste dva multilevel konvertora po fazi, na primer jedan za aktivni ispravljač, a drugi za visokonaponski invertor. Broj konvertora bi mogao da se smanji i na četiri, ako bi se napravili trofazni konvertori. Tri konvertora se koriste za aktivni ispravljač, jedan za svaku fazu, dok se četvrti koristi za visokonaponski invertor. Ova konfiguracija ima dve prednosti nad prethodnom. Prvo, probojni napon je smanjen, što znači da je potrebno manje nivoa. Drugo, potrebno su četiri fazne grane naspram prethodnih šest. Glavna mana ovih konvertora je u broju potrebnih komponenti, koje su skupe i činjenici da konvertor nije modularan.

5.3 Serijski konvertori

To je konvertor sa serijskim ulazima i paralelnim izlazima sa kaskadnom vezom na ulazu. Ovaj konvertor se sastoji iz više modularnih ćelija. Na slici 4, prikazana je jedna faza ovog konvertora (iz [4]). Visok primarni napon je podjednako raspoređen po ćelijama, čime se ostvaruje redukcija napona za pojedinačnu ćeliju.



Slika 4. Serijski konvertor

5.3.1 Prednosti serijski složenog ET-a

Glavna prednost ove topologije je njena modularnost, pošto se ćelije mogu dodavati, ili uklanjati, u zavisnosti od napona na koji je priključen ET. Prema tome, serijski složeni ET se može prilagoditi primarnom naponu, za razliku od multilevel konvertora, koji je fiksiran zbog broja nivoa u početnom dizajnu. Snaga ET-a se takođe može menjati dodavanjem novih ćelija u paralelu (pomenuto u [4]).

5.3.2 Mane serijski složenog ET-a

Nedostatak serijski povezanih ET-a je očitavanje radnih uslova pojedinačne ćelije, i slanje tih podataka u glavni kontroler. Ova topologija takođe zahteva veliki broj komponenti zbog postojanja više ćelija. Broj ćelija potrebnih da se ET poveže na distributivni napon, je reda 15. Prema ovome, za trofazni rad ET-a bi bilo potrebno 45 ćelija. Primar svake ćelije zahteva 8 IGBT-ova, pa bi, shodno tome, bilo potrebno 360 visokonaponskih IGBT-ova za samo dva back-to-back konvertora.

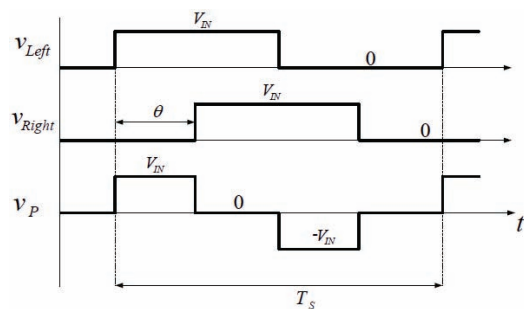
6. ODABRANA TOPOLOGIJA ZA MODEL ET-a

Kao rešenje se uzima serijski složeni ET sa puno-mosnim konvertorom. Ova topologija zahteva manju kapacitivnost, pošto primarna struja uglavnom prolazi kroz poluprovodnike. Kompromis je napravljen između kapacitivnosti i upotrebe silicijuma. Puno-mosni ispravljač zahteva još dva dodatna IGBT-a, ali se mogu koristiti polipropilenski kondenzatori. Prednost ovih je sposobnost samopopravljanja i duži radni vek od elektrolitskih kondenzatora.

6.1 Konvertor

Konvertor poseduje meko prekidanje, zbog talasnih oblika parazitnih komponenti u kolu. Meko prekidanje najvećim delom zavisi od količine energije koja može da se skladišti u induktivnosti rasipanja. Ono u stvari zavisi od opterećenja. Pri nižim opterećenjima potpuno se gubi, ali su prekidački gubici proporcionalno smanjeni sa samanjem struje. Konvertorom se zato upravlja tako, da postigne maksimalnu količinu soft-switching-a, a kada se to izgubi, u obzir se onda uzimaju prekidački gubici.

Treba, ostvariti kompromis između prekidačkih gubitaka i dodatne složenosti konvertora. Prekidački gubici poluprovodnika se postepeno smanjuju, njihovim usavršavanjem. Prekidački gubici su proporcionalni prekidačkoj frekvenciji i vremenima prekidanja uređaja.

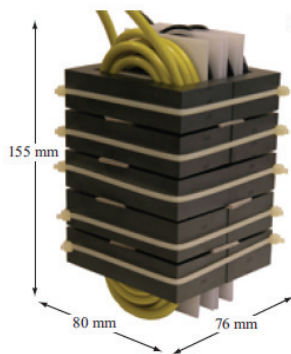


Slika 5. Idealni način rada konvertora

6.2 Visoko-frekventni transformator

Na osnovu dobijenih talasnih oblika, različiti materijali za izradu jezgra (ferit, gvožđe u prahu, nanokristalin) su međusobno upoređeni, prema svojim gubicima. Tako su, najniži ukupni gubici i kompaktan dizajn rezultirali sa pet paralelnih EE80/38/20 jezgara od N87. Uz ovaj dizajn, magnetna indukcija amplitude B pri nominalnoj snazi je 160 mT i primarni namotaj sastoji se od 79, a sekundar od

11 navojaka. Za namotaje se koristi tanki provodnik, da bi se ograničili gubici zbog skin efekta i efekta blizine. Gubici su izračunati pomoću analitičkih jednačina za tanke provodnike, u cilju minimizacije gubitaka u namotajima.



Slika 6. VF transformator

6.3 Ispravljač

Izabran je pasivni puno-mosni ispravljač sa srednjom tačkom. Kako bi se kolo optimalno prigušilo, projektuje se snaber kolo. Bira se prenaponski snaber, jer se uključuje samo onda kada se pređe određeni naponski prag.

6.4 Invertor

Bira se trofazni polu-mosni invertor, jer se neutralna tačka niskonaponske strane može povezati između kondenzatora.

Upotreba brze kontrole je poboljšala odziv u prelaznom režimu i THD izlaznog napona. Zbog bržeg odziva u prelaznom režimu, uvedena je kontrola sa duplom petljom, koja se sastoji iz unutrašnje strujne i spoljašnje naponske petlje.

Digitalna kontrolna, nasuprot analognoj, je najpoželjnija opcija. Faktori koji ograničavaju implementaciju kontrolnih algoritama za invertor, kod digitalnih signalnih procesora (DSP) su brzina procesora i vremena ADC konverzije. U skorije vreme je razvijen veći broj strategija za digitalnu kontrolu.

7. POLUPROVODNICI

Osnovna jedinica građe energetske elektronike je energetski poluprovodnik. Silicijum se javlja kao najrasprostranjeniji materijal do sada za izradu poluprovodnika. Kao primer se navodi IGBT (Insulated Gate Bi-polar Transistor) i GTO (Gate Turn-off Thyristor).

Silicijum-karbid (SiC) nudi veće brzine prekidanja, veće vrednosti probojnih napona i višu temperaturu spoja (500°C) od tradicionalnih silikonskih prekidača (150°C), ali su manje pouzdani. Materijali moraju da zadrže svoje osobine pri dužem izlaganju visokim temperaturama.

8. ZAKLJUČAK

Današnja tehnologija poluprovodničkih komponenti predstavlja prepreku za konstrukciju ovih transformatora za upotrebu u distribuciji, ali rešenja su sve efikasnija.

Ovo smanjuje dimenzija transformatora, a to smanjuje njegovu masu i troškovi isporuke. Za montažu nisu potrebne velike dizalice i skupa oprema. Drugo, cene poluprovodničkih komponenti stalno opadaju, a dobijaju na efikasnosti. To znači da će uskoro cena elektronskih transformatora postati manja od cene sadašnjih distributivnih.

Treće, nije potrebno ulje za hlađenje. Ovo je veoma bitno za okolinu, jer su ova ulja toksična, pa bi njihovim oticanjem moglo doći do zagađenja podzemnih voda i okolnog zemljišta. Najbitnija karakteristika je sposobnost odvajanja događaja na sekundaru, od primara. Ovo se posebno odnosi na više harmonike i kvarove na sekundaru.

9. LITERATURA

- [1] M. Wolf: "Design and Implementation of a Modular Converter with Application to a Solid State Transformer", M.Sc. Thesis, Dept. of Electrical and Electronic Engineering, University of Stellenbosch, Private Bag X1, 7602 Matieland, South Africa.
- [2] J.S. Lai: "Designing the Next Generation Distribution Transformers", IASTED Power and Energy Systems Conference, Palm Springs, USA, 24-26 Feb 2003.
- [3] J.S. Lai, A. Maitra, F. Goodman: "Performance of a Distribution Intelligent Universal Transformer under Source and Load Disturbances", Indus Applications Conference, Tampa, FL, USA, 8-12 Oct 2006.
- [4] Y. Jang, M.M. Jovanovic: "A New PWM ZVS Full Bridge Converter". IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 22, no. 3, May 2007, pp. 987-994.
- [5] A. Maitra, A. Sundaram, M. Gandhi, S. Bird, S. Doss: "Intelligent universal transformer design and applications", CIRED, 20th International Conference on Electricity Distribution, Prague, 8-11 June 2009

Kratka biografija:



Viktor Nejgebauer rođen je u Novom Sadu 1986. god. Master rad je odbranio na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2010. Član je IEEE. Oblasti interesovanja su energetska elektronika i industrijska automatizacija.



Vladimir Katić je doktorirao na Univerzitetu u Beogradu 1991. Redovni profesor Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu je od 2002. za oblast Energetska elektronika, mašine i pogoni. Prodekan je FTN-a i šef Katedre za energetsku elektroniku i pretvarače. Oblasti interesovanja su energetska elektronika, kvalitet električne energije i obnovljivi izvori električne energije.

UTICAJ SMETNJI KOJE SE JAVLJAJU NA MASI NA RAD DIGITALNIH LOGIČKIH KOLA

INFLUENCE OF GROUND NOISE ON DIGITAL LOGIC CIRCUITS

Milica Kisić, Dejan Krstić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je razmotren uticaj elektromagnetske interferencije na rad logičkih kola u digitalnoj mreži. Na primeru jednostavnog digitalne mreže, prikazan je uticaj napona šuma mase koga generišu signali logičkih kola na interferenciju u povratnom provodniku. Izračunata je magnetska sprega, kao i međusobne induktivnosti provodnih linija u zavisnosti od njihovog međusobnog rastojanja i geometrijskih dimenzija. Dodatno, prikazano je određivanje vremena propagacije logičkih kola. Prikazani su i upoređeni rezultati mjerenja i simulacije.

Abstract – This paper presents the influence of electromagnetic interference on the logic gate operation in the digital network. The influence of the ground noise voltage generated by a logic gate on the interference through a signal return conductor. Magnetic coupling and mutual inductance of conductive lines, as well as their dependence on the geometrical parameters and mutual distance are presented. In addition, the logic gate propagation delay is determined. The measurement and simulation results are presented and compared.

Ključne riječi: elektromagnetska interferencija, šum na masi, međusobna induktivnost, samoinduktivnost

1. UVOD

Elektromagnetska interferencija (EMI) se definiše kao uticaj neželjenih signala na uređaje i sisteme, čineći rad uređaja otežanim ili nemogućim. Da bi se elektromagnetska interferencija ispoljila, mora imati tri sastavna elementa: izvor, put kojim se prenosi (put sprege) i žrtvu, odnosno uređaj koji prima neželjenu energiju [1].

EMI postaje značajnijeg intenziteta u sistemima u kojima postoji izvor smetnje, medijum koji će smetnju prenijeti i osjetljiv sistem na koji će smetnja uticati. Dobar dizajn sistema vodi računa o eliminaciji EMI iz sistema na tri načina: sprječavanjem emitovanja smetnji izvora, minimizacijom prenošenja smetnji kroz sprežni kanal kao i obezbjeđivanjem elektromagnetske kompatibilnosti (EMC) uređaja-žrtve [2].

Da bi se smetnja prenijela od izvora do žrtve, potrebno je da postoji sprežni kanal. Smetnja može da propagira putem zračenja, kao elektromagnetski talas, ili provođenjem. Često se smetnja prenosi kombinacijom provođenja i zračenja.

NAPOMENA:

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

Elektronski sistem koji je u stanju da funkcioniše kompatibilno sa drugim elektronskim sistemima, i da istovremeno ne proizvodi i ne bude podložan smetnjama, je elektromagnetski kompatibilan sa svojom okolinom.

Najekonomičniji način redukcije EMI je korišćenje odgovarajućih metoda još tokom faze projektovanja sistema [3]. Ove metode podrazumjevaju:

- korišćenje odgovarajućih tehnika dizajniranja kola,
- pravljenje odgovarajućeg izbora komponenti,
- postizanje dobrog PCB lejauta (layout) i
- korišćenje ispravnog uzemljavanja i oklapanja da bi se zadovoljili EMC standardi.

2. UTICAJ SMETNJE NA MASI NA RAD U DIGITALNIM KOLIMA

Od svih provodnika koji se koriste u elektronici najkompleksniji je onaj kome se posvećuje najmanje pažnje – masa [4]. Masa je jedan od osnovnih načina da se minimizira neželjeni šum i proizvede bezbedan sistem. Sistem bez šuma nije obavezno i bezbedan sistem, i obrnuto-bezbedan sistem nije obavezno i bešuman sistem. Odgovornost je projektanta da obezbjedi sistem koji je bešuman i bezbedan. Da bi sistem mase bio efikasan, njegov dizajn mora biti dobro osmišljen. Prednost dobro dizajniranog sistema mase je da on nudi zaštitu od neželjenih interferencija i emisija. Naspram toga, neprikladno dizajniran sistem mogao bi predstavljati primarni izvor interferencija i emisija, i shodno tome bi zahtijevao puno inženjerskog vremena da se taj problem riješi.

3. IZRAČUNAVANJE INDUKTIVNOSTI I MAGNETSKE SPREGE

3.1. Izračunavanje samoinduktivnosti pravih provodnika pravougaonog poprečnog preseka

Izraz za samoinduktivnost L pravog provodnika pravougaonog poprečnog presjeka je:

$$L = 2l \cdot \left(\ln \frac{2l}{w+t} + 0.25094 + \frac{w+t}{3l} + \frac{\mu}{4} T \right), \quad (1)$$

gdje su dužina l , širina w i debljina t date u cm, μ je permeabilnost provodnika, a samoinduktivnost L je izražena u nH. T je parametar za korekciju uticaja frekvencije, koji za niske učestanosti ima vrijednost približno jednaku jedinici (njegova vrijednost se povećanjem frekvencije smanjuje tako da za beskonačno visoku frekvenciju opada na nulu) [5].

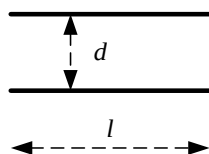
3.2. Izračunavanje međusobne induktivnosti tankih pravih paralelnih provodnika

Problem određivanja induktivnosti kola koje se sastoji od pravih provodnih elemenata je potpuno riješen, bilo da su oni paralelni ili pod proizvoljnim uglom. Ako su dimenzije poprečnih presjeka provodnika kola male u odnosu na rastojanje između elemenata, tada je međusobna induktivnost elemenata približno jednaka međusobnoj induktivnosti provodnika zanemarljivih poprečnih presjeka koji se nalaze na rastojanju jednakom udaljenosti osa provodnika.

Pri izračunavanju induktivnosti kompleksne strukture koja se može podijeliti na prave elemente, najjednostavniji je slučaj kada se posmatraju dva jednaka prava paralelna provodnika zanemarljivih poprečnih presjeka kao što je prikazano na sl. 1. Njihova međusobna induktivnost je određena izrazom

$$M = \frac{\mu}{2\pi} l \left[\ln \left(\frac{l}{d} + \sqrt{1 + \left(\frac{l}{d} \right)^2} \right) - \sqrt{1 + \left(\frac{d}{l} \right)^2} + \frac{d}{l} \right], \quad (2)$$

gdje je l dužina provodnika koji se nalaze na međusobnom rastojanju d [6].



Sl.1. Međusobni položaj dva prava provodnika [6]

Ako su dužina l i rastojanje d izraženi u cm, i ako je $\mu = \mu_0 = 4\pi/10^7$ H/m, onda je međusobna induktivnost dva prava paralelna provodnika data u nH kao

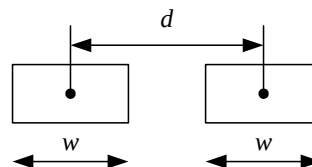
$$M = M(l, d) = 2l \cdot \left[\ln \left(\frac{l}{d} + \sqrt{1 + \left(\frac{l}{d} \right)^2} \right) - \sqrt{1 + \left(\frac{d}{l} \right)^2} + \frac{d}{l} \right], \quad (3)$$

Ako se dimenzije poprečnih preseka provodnika ne mogu zanemariti u odnosu na njihovo međusobno rastojanje

izračunavanje međusobne induktivnosti postaje komplikovanije. Umjesto rastojanja d u ovim izrazima koristi se srednje geometrijsko rastojanje GMD (geometric mean distance) [6]. GMD između dva provodnika je jednako rastojanju između dva zamišljena beskonačno tanka provodnika čija je međusobna induktivnost jednaka međusobnoj induktivnosti dva originalna provodnika:

$$\ln GMD = \ln d - \left(\frac{1}{12} \left(\frac{d}{w} \right)^2 + \frac{1}{60} \left(\frac{d}{w} \right)^4 + \frac{1}{168} \left(\frac{d}{w} \right)^6 + \dots \right), \quad (4)$$

gdje je d rastojanje između osa provodnika (u cm), a w je njihova širina (u cm), kao što je prikazano na sl. 2.

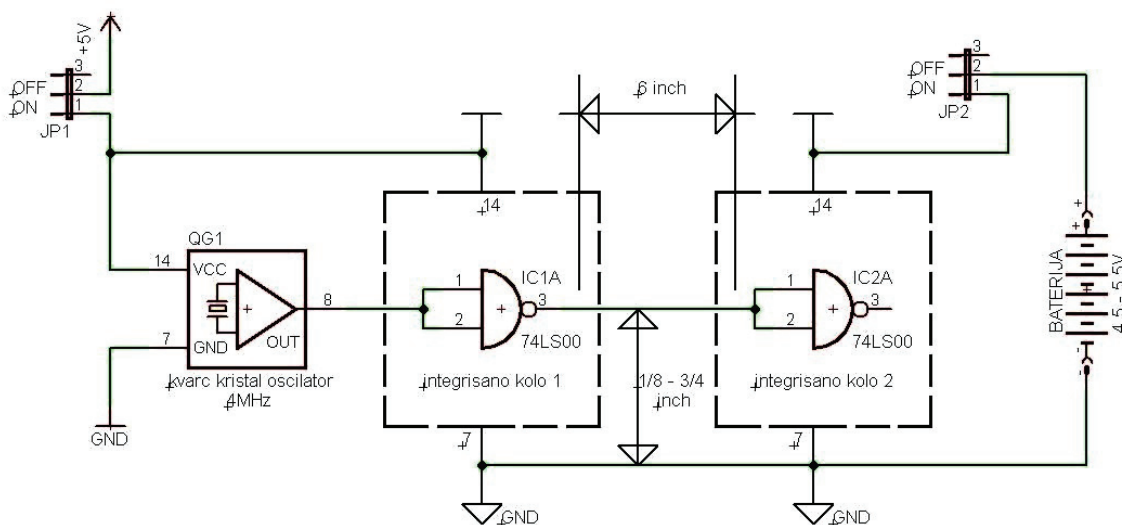


Sl.2. Ilustracija uz određivanje srednjeg geometrijskog rastojanja dva provodnika širine w na rastojanju d

Izračunavanje induktivnosti bazirano na korekciji korišćenjem srednjeg geometrijskog rastojanja je veoma često koristio Grover, koji je dao veoma značajan doprinos u određivanju induktivnosti različitih struktura. Međutim, njegova formula bazirana na GMD-u je aproksimativna i ispravna je samo za beskonačno duge provodnike.

4. IZGLED PROJEKTOVANOG DIGITALNOG KOLA

Kako bismo demonstrirali napon šuma generisanog od signala TTL kola [7], koji protiče kroz povratnu provodnu vezu tj. provodnik, njegovu zavisnost od karakteristika provodnika i fizičke konfiguracije realizovano je električno kolo prikazano na sl. 3.



Sl.3. Realizovano električno kolo

Pri realizaciji korišćene su slijedeće elektronske komponente, dijelovi i oprema:

- jedan TTL kompatibilni kristalni kvarc oscilator (frekvencije 4 MHz),
- dva integrisana kola 7400, četiri dvoulazna NI kola,
- dvije provodne veze dužine 152.4 mm
- štampana ploča i
- digitalni osciloskop TEK 2097, proizvođača Tektronix, koji meri u opsegu do 200 MHz.

5. POREĐENJE REZULTATA MJERENJA I SIMULACIJE

Da bi se ispitao uticaj međusobnog rastojanja signalne i povratne linije na smetnje na masi, posmatrana su različita rastojanja između ove dve linije. Za prvo mjerenje, korišćena je struktura 1, u kojoj je rastojanje između provodnika je $W = 3.1$ mm, a širina provodnih linija 0.5 mm. Na sl. 4 su prikazani signali na direktnoj (signal sa kanala CH4 osciloskopa) i povratnoj putanji (signal sa kanala CH3). Amplituda napona šuma mase je 2 V.

Da bi se smanjio napon šuma mase, impedansa povratne putanje mora biti minimizirana. Na posmatranim frekvencijama, impedansa povratne putanje je dominantno određena induktivnošću provodnika.

Da bismo smanjili induktivnost, moramo poznavati njenu zavisnost od fizičkih dimenzija provodnika. Induktivnost zavisi od dimenzija poprečnog preseka provodnika. (Zbog logaritamske zavisnosti, teško je postići veće smanjenje induktivnosti povećavanjem širine ili debljine provodnika. Tipično, dva puta veći poprečni presek, smanjuje induktivnost za svega 20 %. Međutim, kad god je moguće, prednost ovog efekta treba biti iskorišćena, čak i ako je relativno mala.)

Ukupna vrijednost induktivnosti svih struktura je računata korišćenjem jednačina (1) do (4) kao

$$L = L_1 + L_2 - 2L_M, \quad (5)$$

gdje su L_1 i L_2 samoinduktivnosti dva pojedinačna provodnika i L_M njihova međusobna induktivnost. Dakle, da bi se smanjila ukupna induktivnost L , međusobna induktivnost provodnika L_M mora biti povećana. To se može postići ako su ova dva provodnika postavljena što bliže jedan drugom (tj. ako je rastojanje između njih minimalno).

Izračunata induktivnost za strukturu 1 je $L = 182.2$ nH. Kao rezultat uticaja magnetske sprege između signalne i povratne linije (mase), dobija se smetnja na masi (sl. 4). Amplituda napona šuma mase je 1.6 V.

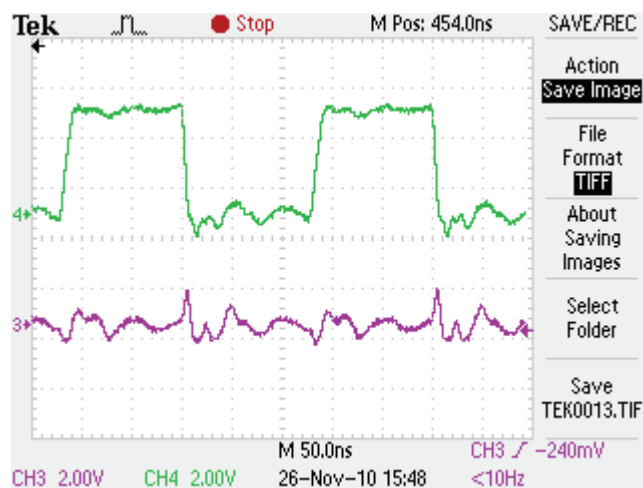
Ako su provodne linije šire, samoinduktivnosti i međusobna induktivnost provodnih linija će biti manje. Na sl. 5 su prikazani signali direktne i povratne putanje strukture 2, kod koje je širina provodnih linija veća 0.75 mm nego kod strukture 1. Rastojanje između provodnika je isto, $W = 3.1$ mm.

Ukupna vrijednost induktivnosti iznosi $L = 158.9$ nH. Signal na masi je predstavljen sa CH3 kanalom osciloskopa na sl. 6. Zbog manje induktivnosti, a time i magnetske sprege, napon smetnje na masi je manji.

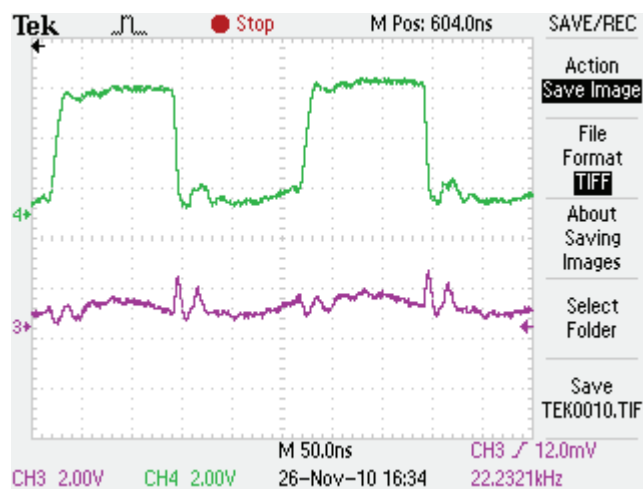
Na sl. 7 prikazani su signali za strukturu 3, koja ima širina provodnih linija je 1 mm, dok je rastojanje između

provodnika 19 mm. Izračunata vrijednost induktivnosti je $L = 142.02$ nH. Amplituda napona šuma mase je 1.4 V.

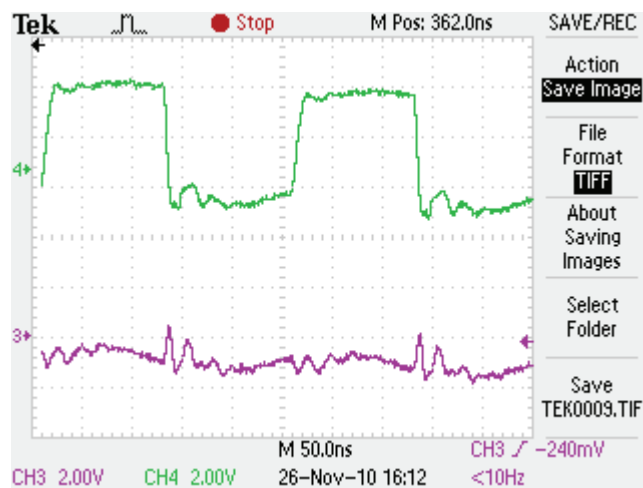
Uporedimo prve tri strukture. Rastojanje između provodnika je isto, a mijenja se širina provodnih linija. Povećanjem širine, vrijednost induktivnosti se smanjuje, a time je i šum manji. Razlika induktivnosti strukture 2 i strukture 3 je mala, tako da je i mala razlika šuma, dok u prvoj strukturi primjećuje veći uticaj magnetske sprege i amplitudu šuma.



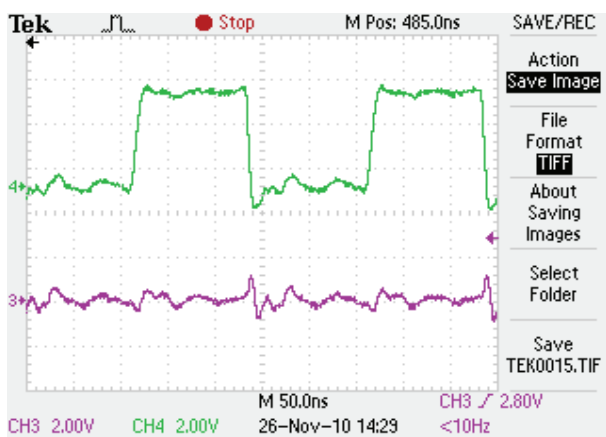
Sl.4. Signali signalne i povratne putanje strukture 1



Sl.5. Signali glavne i povratne putanje strukture 2



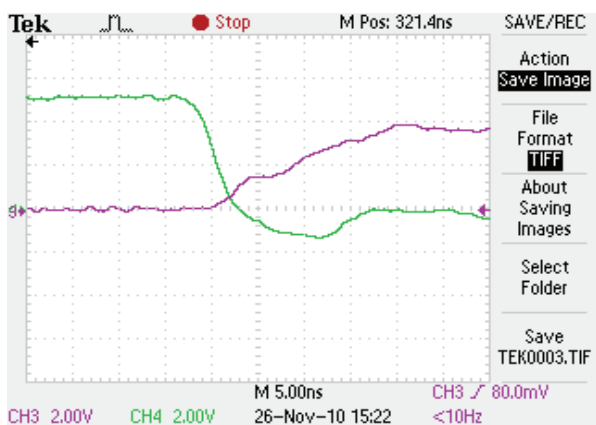
Sl.6. Signali signalne i povratne putanje strukture 3



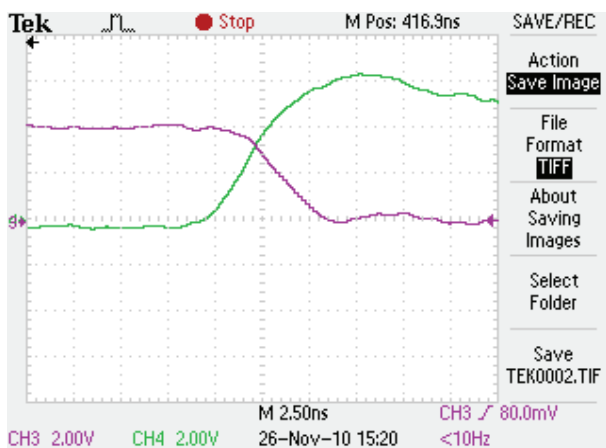
Sl.7. Signali signalne i povratne putanje strukture 4

Povećanjem rastojanja između signalne i povratne linije, $W=19$ mm, smanjuje se međusobna induktivnost, postaje veći uticaj šuma (sl.7). Poređenjem sl.4 i sl.7 vidi se da je šum u strukturi 4, iako male amplitude, prisutan u toku obje poluperiode signala. Amplituda napona šuma mase je 2.2 V.

Usljed induktivnog spreznja, u signalima je prisutno talasanje u nivoima. Osim toga, kola unose dodatna kašnjenja signala. Na slikama 8 i 9 su prikazani signali pri prolasku kroz prvo integrisano kola (7400). Vidimo da ulazni signal treba dosta da poraste ili opadne (više od polovine vrijednosti amplitude) kako bi na izlazu došlo do promjene stanja.



Sl.8 Vreme propagacije logičkog kola t_{PLH}



Sl.9. Vreme propagacije logičkog kola t_{PHL}

6. ZAKLJUČAK

Elektromagnetska interferencija postaje sve veći problem za projektante kola, i vjerovatno će postati dominantan problem u budućnosti. Uređaji moraju biti projektovani za rad u „stvarnom svijetu”, u blizini drugih uređaja i u skladu sa elektromagnetskom kompatibilnošću (EMC). To znači da na uređaje ne treba da utiču spoljni elektromagnetski izvori i ne smiju biti izvor elektromagnetskog šuma za okolinu.

U prikazanom primeru, u slučaju bliskih provodnih linija, dolazi do njihovog induktivnog spreznja. Da bi se smanjio napon šuma mase, impedansa povratne putanje mora biti minimizirana. Na smanjenje impedanse možemo uticati promjenom induktivnosti provodnika.

Jedan način smanjenja induktivnosti je povećanje širine provodne linije (u ovom radu korišćene su vrijednosti 0.5mm, 0.75mm i 1mm). Kako sa promjenom širine utičemo na samoinduktivnost, ukupna induktivnost se manje mijenja. Povećanjem međusobne induktivnosti dolazi do smanjenja ukupne induktivnosti strukture, a time i uticaja šuma. Iz tog razloga, dva provodnika trebaju biti što bliže jedan drugom (na minimalnom mogućem rastojanju). Ovaj efekat je u radu predstavljen promjenom rastojanja između signalne i povratne linije sa 3.1 mm na 19 mm.

7. LITERATURA

- [1] M. Mardiguian, “*EMI troubleshooting techniques*”, McGraw Hill, New York, 2000.
- [2] C. R. Paul, “*Introduction to Electromagnetic Compatibility*”, Wiley, IEEE Press, 2006.
- [3] H.W. Ott, “*Noise Reduction Techniques in Electronic Systems, 2nd Edition*”, Wiley-Interscience, 2004.
- [4] T. Williams, “*EMC for Product Designers*”, Elsevier Newnes, 2009.
- [5] H. M. Greenhouse, “Design of planar rectangular microelectronic inductors”, *IEEE Trans. on Parts, Hyb. and Pack.*, Vol. PHP 10, Jun 1974, pp:101-109.
- [6] F. W. Grover, “*Inductance calculations*”, D. Van Nostrand Company, Inc., New York, 1947.
- [7] IEEE EMC Society, “*Ground noise in digital logic*”, IEEE EMC educational manual, 1992.

Kratka biografija:



Milica Kisić rođena je u Trebinju 1987. godine. Diplomski-master rad je odbranila 2010. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva - Računarsko projektovanje digitalnih integrisanih kola.



Dejan Krstic rođen je u Subotici 1985. godine. Diplomski-bečelor rad je odbranio 2010. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva - Medicinska elektronika.

SERTIFIKACIONA TELA I UTICAJ NA RAZVOJ ELEKTRONSKOG PLAĆANJA

CERTIFICATION BODY AND ITS INFLUENCE UPON ELECTRONIC PAYMENT

Irena Kepić, Momčilo Kujačić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Elektronsko plaćanje je jedna od najvažnijih inovacija koja je danas neophodna za razvoj elektronskog poslovanja. Za implementaciju elektronskog plaćanja veliki značaj imaju sertifikaciona tela za izdavanje kvalifikovanih elektronskih sertifikata i kvalifikovani elektronski potpisi. Uvođenje elektronskog plaćanja ima za cilj smanjenje administrativnih prepreka, veću efikasnost i dostupnost javnih servisa, kao i poboljšan kvalitet rada koji se odnosi na automatizaciju i optimizaciju servisa čiji su korisnici fizička ili pravna lica.

Abstract – Electronic payment is a major innovation which is now necessary for the development of electronic business. For implementation electronic payments are very important certification organs for issuing qualified electronic certificates and qualified electronic signatures. The introduction of electronic payments is to reduce administrative barriers, greater efficiency and accessibility of public services and improved quality of work relating to the automation and optimization of service whose members are individuals or legal entities.

Ključne reči: Sertifikaciono telo, kvalifikovani elektronski sertifikat, elektronski potpis, elektronsko plaćanje, elektronsko poslovanje.

1. UVOD

Jedna od najvažnijih inovacija koja je danas neophodna za elektronsko poslovanje je razvoj bezgotovinskog i elektronskog plaćanja.

Poslednjih godina učešće bezgotovinskog plaćanja u ukupnoj strukturi plaćanja između učesnika u platnom prometu sve više raste. Ovim plaćanjem postižu se velike uštede kako u poslovima tako i u prostorijama, uređajima, kadrovima itd.

Iako je plaćanje karticom veoma popularan oblik izvršavanja finansijskih transakcija u elektronskom poslovanju, mnogi ljudi su skeptični zbog straha od prevare i ostalih propratnih rizika.

Upravo iz tog razloga sigurnost transakcija u elektronskom plaćanju i dalje ostaje osnovni razlog koji sprečava brži razvoj ovakvih sistema plaćanja.

Nedostaci bezgotovinskog plaćanja nadoknađuju se razvojem elektronskog plaćanja. Za razvoj elektronskog plaćanja poseban značaj imaju sertifikaciona tela i kvalifikovani elektronski sertifikati.

NAPOMENA:

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

2. SERTIFIKACIONO TELO

Sertifikaciono telo je pravno lice koje drugim pravnim i fizičkim licima pruža usluge izdavanja elektronskih sertifikata, a pored toga izvršava i sledeće poslove:

1. Registrovanje korisnika.
2. Sprovođenje različitih operacija za promenu statusa sertifikata (opoziv sertifikata, suspenzija sertifikata, prekid suspenzije sertifikata, obnova sertifikata, promena imena ili prezimena korisnika, promena e-mail adrese korisnika i drugo).
3. Objavljivanje sertifikata, registra opozvanih sertifikata (*Certificate Revocation List - CRL*) i registra opozvanih sertifikata sertifikacionih tela (*Authority Revocation List - ARL*) u javnom imeniku tj. direktorijumu.
4. Izvršavanje međusobne sertifikacije sa drugim sertifikacionim telima.

2.1. Opšte karakteristike sertifikacionog tela

Sertifikaciono telo za izdavanje kvalifikovanih elektronskih sertifikata mora ispunjavati sledeće uslove:

- sposobnost za pouzdano obavljanje usluga izdavanja elektronskih sertifikata;
- bezbedno i ažurno vođenje registra korisnika kao i sprovođenje bezbednog i trenutnog opoziva elektronskog sertifikata;
- obezbeđenje tačnog utvrđivanja datuma i vremena izdavanja ili opoziva elektronskog sertifikata;
- da izvršava proveru identiteta i drugih dodatnih obeležja licu kojem se izdaje sertifikat, na pouzdan način i u skladu sa propisima;
- da ima zaposlena lica sa specijalističkim znanjima, iskustvom i stručnim kvalifikacijama potrebnim za vršenje usluge izdavanja elektronskih sertifikata;
- da preuzme mere protiv falsifikovanja elektronskih sertifikata;
- da obezbedi finansijske resurse za osiguranje od rizika i odgovornosti za moguću štetu nastalu vršenjem usluge izdavanja elektronskog sertifikata;
- da obezbedi čuvanje svih relevantnih informacija koje se odnose na elektronske sertifikate u propisanom vremenskom periodu i to u izvornom obliku;
- da ne čuva i ne kopira podatke za formiranje elektronskog potpisa za lica u čije ime pruža tu uslugu;
- da obezbedi sisteme za fizičku zaštitu uređaja, opreme i podataka, sigurnosna rešenja za zaštitu od neovlašćenog pristupa;

- da informiše lica koja traže izdavanje kvalifikovanog elektronskog sertifikata o tačnim uslovima izdavanja i korišćenja tog sertifikata, uključujući bilo koja ograničenja u korišćenju, kao i u postupcima za rešavanje sporova;
- da koristi pouzdan sistem upravljanja elektronskim sertifikatima u obliku koji omogućava njihovu proveru kako bi:
 - o unos i promene radila samo ovlašćena lica;
 - o mogla biti proverena autentičnost informacija iz sertifikata;
 - o elektronski sertifikati bili javno raspoloživi za pretraživanje samo u onim slučajevima za koje je vlasnik sertifikata dao saglasnost;
 - o bilo koja tehnička promena koja bi mogla da naruši bezbednosne zahteve bila poznata sertifikacionom telu.

Sertifikaciono telo koje izdaje kvalifikovane elektronske sertifikate je dužno da čuva kompletnu dokumentaciju (u elektronskom obliku) o izdatim i opozvanim elektronskim sertifikatima, kao sredstvo za dokazivanje i verifikaciju u upravnim, sudskim i drugim postupcima najmanje deset godina po prestanku važenja kvalifikovanih elektronskih sertifikata.

2.2. Registrovanje sertifikacionog tela

Sertifikaciono telo koje želi da se registruje za izdavanje kvalifikovanih sertifikata, dužno je da uz zahtev za upis u **Registar**, priloži sledeću dokumentaciju:

- o izvod iz registra privrednih subjekata;
- o uverenje da nije pokrenut stečajni ili likvidacioni postupak;
- o bilans stanja overen od strane ovlašćenog revizora ili izvod iz bilansa stanja, odnosno iskaz o ukupnim prihodima od vršenja delatnosti za predhodne tri godine i za period u tekućoj godini do podnošenja zahteva;
- o uverenje o bonitetu izdato od strane nadležnog organa;
- o dokument o organizaciji, politici poslovanja i vlasničkim odnosima;
- o interna pravila rada sertifikacionog tela;
- o dopunske podatke o stručnoj spremi, specijalnosti u struci, potrebnom iskustvu u struci i referencama za stalno zaposlenje;
- o kopiju polise osiguranja od rizika i odgovornosti za moguću štetu nastalu vršenjem usluga izdavanja elektronskih sertifikata;
- o potvrdu o uplaćenju administrativnoj taksi.

Registar se vodi u papirnom obliku kao **Knjiga sertifikacionog tela za izdavanje kvalifikovanih elektronskih sertifikata** i u elektronskom obliku kao **Elektronski registar sertifikacionih tela za izdavanje elektronskih sertifikata**.

2.3. Evidentiranje sertifikacionog tela

Sertifikaciono telo koje želi da se evidentira za izdavanje sertifikata, dužno je da uz Prijavu za upis u **Evidenciju** priloži sledeću dokumentaciju:

- o izvod o upisu pravnog lica u registar;
- o bilans stanja i bilans uspeha za poslednju poslovnu godinu;
- o podatke o bonitetu;
- o interna pravila rada;
- o akt o unutrašnjoj organizaciji sertifikacionog tela;
- o spisak zaposlenih, stručnu spremu, osposobljenost i radni status zaposlenih na poslovima koji se odnose na usluge izdavanja sertifikata.

Evidencija se vodi u papirnom i u elektronskom obliku kao i Registar.

3. SERTIFIKACIONO TELO POŠTE

Javno preduzeće PTT saobraćaja "Srbija" (Pošta Srbije) je izgradilo infrastrukturu javnih kriptografskih ključeva (*Public Key Infrastructure - PKI*) tj. PKI sistem i sertifikaciono telo (*Certification Authority - CA*) koje se zove **Sertifikaciono telo Pošte**. Elektronski (digitalni) sertifikati Sertifikacionog tela Pošte namenjeni su svim učesnicima elektronskog poslovanja u Republici Srbiji (državna uprava, lokalna samouprava, javne službe, preduzeća, organizacije, institucije...).



Slika 1. Sertifikaciono telo pošte

Sertifikaciono telo Pošte je izgrađeno prema rešenju kompanije Entrust, koja je svetski lider u oblasti PKI sistema, sertifikacionih tela i zaštite elektronskog poslovanja.

Ministarstvo za telekomunikacije i informatičko društvo upisalo je Javno preduzeće PTT saobraćaja "Srbija" - Sertifikaciono telo Pošte u Evidenciju sertifikacionih tela, pod rednim brojem 1, Rešenjem broj 345-01-00273/2008-01 od 26.5.2008. godine.

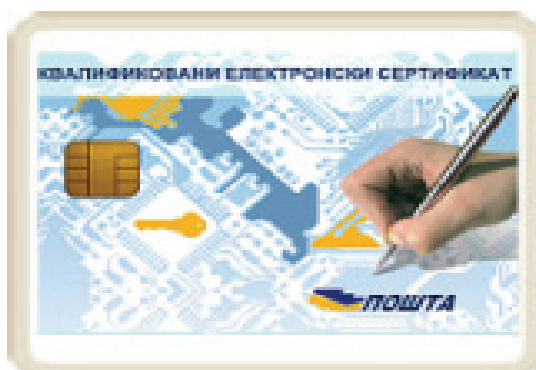
Da bi postalo registrovano sertifikaciono telo za izdavanje kvalifikovanih elektronskih sertifikata, posle upisa u Evidenciju, Sertifikaciono telo Pošte treba da prođe kroz postupak akreditacije. Jedan od uslova za akreditaciju jeste da zaposleni položi određene stručne testove u oblasti informacionih sistema i bezbednosti informacionih sistema.

Ministarstvo za telekomunikacije i informaciono društvo upisalo je Javno preduzeće PTT saobraćaja "Srbija" u Registar sertifikacionih tela za izdavanje kvalifikovanih elektronskih sertifikata, pod rednim brojem 1, Rešenjem broj 110-00-39/2008-01 od 15.12.2008. godine.

Pošta Srbije već izvesno vreme izdaje elektronske sertifikate kojima može da se obavlja elektronsko potpisivanje elektronskih dokumenata, elektronskih pisama i transakcija. Sertifikati mogu da se koriste i za identifikaciju korisnika na Internetu.

Zakon o elektronskom potpisu određuje da je sertifikat elektronska potvrda kojom se potvrđuje veza između podataka za proveru elektronskog potpisa i identiteta potpisnika.

Opređenje Pošte je da se registruje i za izdavanje kvalifikovanih elektronskih sertifikata koji mogu da se koriste za izradu kvalifikovanog elektronskog potpisa čija primena je jedan od najvažnijih preduslova za rad elektronske uprave i elektronskog poslovanja. Uvođenje kvalifikovanog elektronskog potpisa omogućiti će veću efikasnost i transparentnost rada državne uprave i povezivanje sa evropskim državama u kojima se kvalifikovani elektronski potpis već primenjuje.



Slika 2. Kvalifikovani elektronski sertifikat

Osnovne funkcije kvalifikovanih sertifikata su:

- Autentifikacija (utvrđuje se identitet korisnika).
- Integritet (proverava se da li je sadržaj dokumenta ili transakcije promenjen posle potpisivanja).
- Neporecivost (onemogućava se poricanje izvršenog potpisivanja).

Kvalifikovani elektronski sertifikati omogućavaju:

- o elektronsku identifikaciju korisnika na Internetu;
- o kvalifikovano potpisivanje dokumenata i transakcija e-uprave, e-trgovine i e-bankarstva koji se razmenjuju Internetom;
- o zaštićenu web komunikaciju;
- o potpisivanje koda softverskih paketa.

4. ULOGA I ZNAČAJ CERTIFIKACIONIH TELA U RAZVOJU ELEKTRONSKOG PLAĆANJA

Za razvoj elektronskog plaćanja u Srbiji posebno je značajan **Sporazum o saradnji između Ministarstva pravde i Javnog preduzeća PTT Srbija**. Sporazum ima za cilj potpunije iskorišćavanje mogućnosti u oblasti informaciono-komunikacionih tehnologija i uspostavljanje osnove za realizaciju projekta elektronske uprave, kao i daljeg razvoja pravosudnog informacionog sistema.

Elektronski sertifikati doprineće efikasnijem radu pravosudnih organa i omogućiti značajne uštede u kancelarijskim materijalima. Digitalni sertifikati značajno će olakšati elektronsku komunikaciju pravosudnih organa i povećati stepen sigurnosti e-komunikacije, jer je mogućnost zloupotrebe praktično ravna nuli.

Pored ovog sporazuma, za razvoj elektronskog plaćanja u Srbiji važan je i **Protokol o međusobnoj saradnji Javnog preduzeća PTT Srbija i Poreske uprave**.

Poreska uprava i Pošta Srbije, kao dva ravnopravna partnera u uvođenju novih informatičkih rešenja i tehnologija, na ovaj način su unapredili svoju saradnju naročito u pogledu implementacije i korišćenja kvalifikovanih elektronskih sertifikata Sertifikacionog tela PTT-a.

Potpisivanjem protokola Poreska uprava počinje sa sistemom e-uprave i na taj način dobija mnogo na kvalitetu usluga koje pruža poreskim obveznicima, a obveznici sa druge strane imaju mogućnost uvida u svoje stanje i evidenciju.

Nakon potpisivanja protokola o saradnji, Pošta Srbije je postala prvi veliki poreski obveznik u Republici koji je poresku prijavu dostavio elektronskim putem i korišćenjem kvalifikovanih elektronskih sertifikata, a Poreska uprava je postala prva državna institucija koja je unutar informacionog sistema omogućila autentifikaciju korisnika pomoću kvalifikovanih elektronskih sertifikata.

Ovim je potvrđeno i da je Pošta Srbije, nakon što je postala prvo kvalifikovano sertifikaciono telo za izdavanje elektronskih sertifikata u decembru 2008. godine i pošto je potpisala ugovor za Ministarstvom za telekomunikacije i informaciono društvo za izgradnju optičke infrastrukture za potrebe državnih organa, definitivno promovisana u nosioca razvoja projekata e-uprave u Srbiji.

4.1. Novi servisi i njihova primena u Srbiji

Razvoj postojećih i implementaciju novih servisa ubrzaće tekući projekat uvođenja ličnih karata kao elektronskih identifikacionih dokumenata u obliku smart kartice. Očekuje se da će pomenuta elektronska lična karta, odmah po uvođenju, biti verifikovana kao sredstvo za formiranje kvalifikovanog elektronskog potpisa.

Građani koji žele da na svojoj ličnoj karti imaju kvalifikovani sertifikat za digitalni potpis treba da podnesu **Zahtev za izdavanje kvalifikovanog sertifikata** i potpišu **Ugovor o izdavanju kvalifikovanog sertifikata**.

Građani koji već imaju ličnu kartu sa čipom, ne treba da je menjaju, već mogu podneti **Zahtev za izdavanje kvalifikovanog sertifikata** za digitalni potpis.

Građani će uz ličnu kartu sa sertifikatom za potpisivanje moći da potpišu bilo koji fajl – tekstualni, sliku, tabelu... Za to će im biti potrebna i kompjuterska aplikacija (koja će uskoro biti dostupna na sajtu MUP-a, i to besplatno),

čitač kartice i poznavanje lozinke. Naime, kada građanin preuzme svoju ličnu kartu, dobija je u zatvorenoj koverti, u kojoj se pored isprave nalazi i lozinka za pristup tajnom delu memorije čipa, slika 3. Lozinka se nalazi ispod zaštitne trake, koja ne sme biti oštećena.



Slika 3. Elektronska lična karta

Elektronski dokument se može potpisati samo uz istovremeno prisustvo lične karte u čitaču i unošenje tajne lozinke. Pošto se zapravo preko lozinke pristupa tajnom privatnom ključu za potpisivanje u tajnom telu memorije, izuzetno je važno nikome ne otkrivati svoju lozinku za pristup ličnoj karti, čak ni radnicima na šalteru. Unošenje lozinke omogućava da se na osnovu dokumenta i privatnog ključa iz tajne memorije formira digitalni potpis, koji se pridružuje dokumentu. Kad primalac poruke dobije potpisani dokument, uz pomoć aplikacije za verifikaciju digitalnog potpisa, proverom sertifikata potpisnika, biće siguran da je tu poruku zaista napisala osoba koja se potpisala. Digitalni potpis takođe garantuje da je potpisani dokument originalan, jer i najmanja promena u dokumentu prouzrokuje neslaganje s digitalnim potpisom tog dokumenta.

5. ZAKLJUČAK

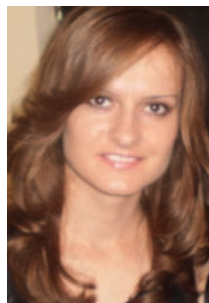
Elektronsko poslovanje i sve njegove oblasti postaju naša svakodnevica. Na osnovu standardnih propisa i novostečenih iskustava formirana su nova pravila. Ova pravila se više odnose na servise koji omogućavaju primenu ovakvog oblika poslovanja. Učesnici u prometu se rukovode opštim pravilima ali se tehnologija poslovanja menja. Umesto papira, olovki i pečata, na scenu stupaju računari sa kojima se mnogo lakše i brže obavlja sve veći broj poslovnih transakcija.

Da bi to bilo moguće potrebno je da se donesu nacionalni zakoni, usklađeni sa prihvaćenim standardima. Naše zakonodavstvo kasni u odnosu na potrebe naših poslovnih ljudi, ali novodonošeni zakoni, a nadamo se i novi, omogućiću primenu ne samo elektronskog potpisa već i drugih potrebnih za nesmetano elektronsko poslovanje, plaćanje i trgovinu. Sertifikaciona tela i kvalifikovani elektronski sertifikati predstavljaju nezamenljivu bezbednosnu infrastrukturu kod on-line elektronskih protokola i veoma jak alat za borbu protiv zloupotreba. Takođe predstavljaju i napredni sistem u funkciji sigurnosti različitih vrsta podataka koji u potpunosti garantuju autentičnost, integritet i neporecivost izvršene transakcije. Iako nedovoljno razvijeno u Srbiji, elektronsko poslovanje počinje da se razvija mnogo bržim tempom nego što je to do sada bio slučaj. Pravac u kome će se razvijati elektronsko poslovanje u Srbiji je razvoj javnih elektronskih servisa koji će omogućiti lakše i efikasnije poslovanje.

6. LITERATURA

- [1] Kujačić, M.: „Poštanski saobraćaj“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2005.
- [2] Šarac, D.: „Finansijsko poslovanje u poštanskom saobraćaju“ (skripta), Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2007.
- [3] www.ca.posta.rs
- [4] www.cepp.posta.rs
- [5] www.euprava.gov.rs
- [6] www.interfejs.tv
- [7] www.wikipedia.org

Kratka biografija:



Irena Kepić rođena je u Zemunu 1986. godine. Diplomski-bachelor rad na temu „Sertifikaciona tela i uticaj na razvoj elektronskog plaćanja“ odbranila je 2009. godine na Fakultetu tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, a prosečna ocena u toku osnovnih studija iznosila je 9,02. Na istom fakultetu, 2010. godine odbranila je i diplomski-master rad iz oblasti finansijskog poslovanja u poštanskom saobraćaju.



Momčilo Kujačić rođen je u Kleku 1950 godine. Vanredni profesor je na Fakultetu tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, gde predaje predmet „Eksploatacija poštanskog saobraćaja“ od 2001. godine. Diplomirao je, magistrirao i doktorirao na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Proveo je preko 25 godina u JP PTT saobraćaja „Srbija“ na poslovima operativnog i strateškog upravljanja.

ПРАВЦИ РАЗВОЈА КЛАСИЧНИХ ПОШТАНСКИХ УСЛУГА

DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF CLASSIC POSTAL SERVICES

Ксенија Петрин, Момчило Кујачић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – У овом раду објашњене су класичне поштанске пошиљке, са посебним нагласком на писмо, пакет и поштанску упутницу. Анализирана су поштанска тржишта страних поштанских оператора, затим поштанско тржиште у Србији и укавано је на иновације у пословању са посебним нагласком на улогу аутоматизације сортирања писмоносних и пакетских пошиљака, ПАК- поштански адресни код и хибридну пошту. Дескриптивном методом и интерполацијом извршено је предвиђање обима пошиљака за 2010. и 2011. годину.

Abstract – This paper explains the traditional mail, with special emphasis on the letter, package and postage. There are also analysis of postal markets of foreign postal operators, then the postal market in Serbia, and pointed to innovations in business with special emphasis on the role of automated sorting of letters and parcels shipments, Postal address code and hybrid mail. Descriptive method and interpolation is performed predicting shipments for 2010. and 2011.

Кључне речи: Писмо, пакет, поштанска упутница, ПАК, хибридна пошта.

1. УВОД

Право на информације једно је од основних људских права. Поштанске услуге повезују људе и подижу квалитет њиховог живота готово 5000 година. Поштански национални оператори, које су владе њихових земаља овластиле да пружају универзалне поштанске услуге, заузимају важно место у преносу информација.

Иако смо сведоци савремене виртуалне револуције, за милионе људи на свету поштанске услуге су још увек једина и искључива могућност за остваривање комуникације. И поред тога што ће пренос поштанских пошиљака још дуго остати темељ поштанског пословања, поштанске управе се упознају са предностима нових информатичких и комуникационих технологија. Усвајање нове технологије омогућило је поштанским операторима унапређење класичних поштанских услуга и њихово прилагођавање захтевима корисника.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из дипломског-мастер рада чији ментор је био др Момчило Кујачић, ванр. проф.

Класичне поштанске услуге ће и убудуће имати значајан утицај у светској економији и светском информационом друштву, омогућавајући слање и примање информација (пошиљака) из било ког места у било које место у свету.

2. КЛАСИФИКАЦИЈА ПОШТАНСКИХ УСЛУГА И ВРСТЕ ПОШИЉАКА

У поштанском саобраћају постоји више основа за класификацију поштанских услуга што је условљено одређењем корисника поштанских услуга за ову врсту поштанских услуга која договара:

- 1) природи садржине пошиљке,
- 2) врсти и значају пошиљке,
- 3) брзини преноса и начину уручења,
- 4) стварној вредности пошиљке,
- 5) значају саопштења,
- 6) адреси примаоца.

2.1 Подела поштанских услуга у зависности од начин вршења, садржаја, вредности, димензија, масе, брзине преноса и начина паковања

- 1) писмоносне услуге;
- 2) пакетске услуге;
- 3) услуге новчаног пословања;
- 4) посебне услуге;
- 5) допунске услуге;
- 6) услуге по посебним уговорима;
- 7) остале услуге.

2.2 Услуге додатне вредности

Услуге додатне вредности су поштанске услуге које имају посебне захтеве у погледу квалитета поштанских услуга и начина преноса (време и место пријема и уручења, брзина преноса, електронско праћење и лоцирање пошиљака итд.). У ове услуге спадају:

- експрес услуге;
- курирске услуге;
- услуге праћења и лоцирања поштанских пошиљака (*Track & Trace*);
- услуге позивног центра (*Call center*) и
- услуге пријема и уручења поштанских пошиљака на месту и у време које захтева корисник поштанских услуга.

3. ПИСМО

Писмо је затворена пошиљка, чија је садржина заштићена тако да се у току преноса садржај не може извадити ни оштетити.

Писмо може бити масе највише до 2 кг.

4. ПАКЕТ

Пакет је затворена пошиљка са означеном вредношћу и регистрованим бројем пријема која по правилу садржи робу и друге предмете намењене трговини, потрошњи или другим потребама корисника.

5. ПОШТАНСКА УПУТНИЦА

Упутница је регистрована поштанска пошиљка која служи као основ за исплату упутничког износа примаоцу. У зависности од брзине преноса, начина и места исплате, упутнице делимо на: поштанске упутнице и постнет упутнице.

6. АНАЛИЗА ОКРУЖЕЊА ПОШТАНСКОГ СЕРВИСА

Окружење поштанског сектора наставља да доминира глобализацијом, либерализацијом, конкуренцијом, технолошким променама и осталим покретачким променама. У последње време претње које се односе на сигурност, појавиле су се као нови подстицај развоја.

Будући опстанак класичних поштанских услуга ће зависити од могућности јавних оператора да своје предности искористе кроз партнерство и алијансе.

6.1 Динамика тржишта у земљама чланицама ЕУ

6.1.1 Тржиште писмоносних пошиљака

Истраживања показују да на развој тржишта писмоносних пошиљака у великој мери утичу захтеви корисника и иновације у пословању. Посебна пажња се треба обратити на конкуренцију. Развој нових услуга и услуга са додатном вредношћу је проузроковао развој електронске комуникације и страх од супституције класичних поштанских услуга електронским услугама.

Раст свеукупног обима поштанских пошиљака стагнира или се обим смањује. Између 1998. и 2007. године обим писмоносних пошиљака у унутрашњем саобраћају је врло мало порастао (у просеку 0,4% годишње). На развој обима поштанских пошиљака је утицао опадајући БДП.

6.1.2 Тржиште пакета и експрес пошиљака

Европско тржиште пакета и експрес услуга је доживело брз развој у последњој деценији и показало значајан ниво раста.

Наредних неколико година ће представљати изазов за све играче на тржишту пакета и експрес услуга. Обим и приходу су знатно пали због утицаја светске економске кризе. Очекује се да ће тржиште пакета и експрес услуга у наредном периоду наставити тенденцију раста.

7. ИСКУСТВО СТРАНИХ ПОШТАНСКИХ ОПЕРАТОРА

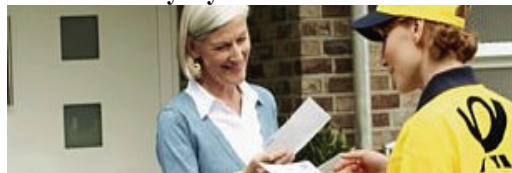
7.1 Пошта Немачке

Deutsche Post DHL, представља водећу светску компанију која пружа услуге из области поштанског саобраћаја и логистике. Њени уједињени брендови **DHL** и **Deutsche Post** нуде следеће услуге: домаће и међународне услуге преноса пошиљака и пакета,

услуге диалогног маркетинга, решења у области поштанског пословања, међународне експрес услуге, услуге превоза терета авионом, услуге прекоокеанског превоза терета, превоз терета Европским копненим путевима, логистичке услуге на основу уговора са корисницима.

Немачко поштанско тржиште је у потпуности либерализовано од 2008. године.

7.1.1 Писмоносне услуге



Слика 1. Писмоносне услуге

Процењена вредност тржишта писмоносних услуга у 2008. години износи 10,5 билиона €.

Обим писмоносних пошиљака у унутрашњем саобраћају, у периоду од 1998. до 2008. године бележи повећање од 1,2%.

Најзначајнији корисници писмоносних услуга су правна лица. Ову чињеницу потврђује податак да је више од 90% писама послато од стране правних лица. Приватна кореспонденција (пслата од стране физичких лица) је битно опадала почев од 2000. године. У периоду од 2000. до 2008. године овај пад бележи чак -15%.

7.1.2 Пакети и експрес услуге

Тржиште пакета и експрес услуга, у периоду од 1998. до 2003. године, бележи годишње стопе раста од 3%. У периоду од 2003. до 2008. године годишње стопе раста су износиле до 6%.

Главни конкуренти, **Deutsche Post AG**, на тржишту пакета и експрес услуга су:

- **DPD** (*Dynamic Parcel Distribution*),
- **UPS** (*United Parcel Service*),
- **Hermes**,
- **TNT**,
- **trans-o-flex**,
- **GO!**,
- **FedEx**

7.1.3 Иновације

✓ **Post 24/7** је иновација која нуди писмоносне, пакетске и финансијске услуге 24 сата дневно, 7 дана у недељи.

✓ **Наручивање преко интернета.** Немачка пошта нуди својим корисницима различите врсте услуга које они могу поручити преко интернета.

✓ **PLUSBRIEF INDIVIDUELL** је иновација која нуди могућност креирања коверте и поштанске маркице по жељи корисника.

✓ **SCHREIBCENTER** је иновација у понуди Немачке поште преко које се може написати, креирати и послати писмо путем интернета, које пошта штампа, адресује и шаље на жељену адресу.

7.2 Пошта Хрватске

Тржиште поштанских и курирских услуга у Републици Хрватској је делимично либерализовано Законом о пошти из 2003. године. На основу овог закона основано је *Вијеће за поштанске услуге*, као самостално и независно регулаторно тело са јавним овлашћењима за подручје поштанске делатности.

Традиционални оператор поштанских услуга је ХП-Хрватска пошта д.д., која је, према Закону о пошти, обавезна да пружа универзалну поштанску услугу. Као примарни начин финансирања те обавезе предвиђен је монопол, односно искључиво право јавног оператора у обављању одређених, Законом прописаних, услуга (резервисане услуге).

Други оператори поштанских и курирских услуга могу, на подручју које изаберу, обављати све поштанске услуге, које нису резервисане за јавног оператора, као и курирске услуге, односно услуге које су на слободом тржишту.

Поштанске и курирске услуге у Републици Хрватској је могуће обављати на темељу дозволе или пријаве.

7.2.1 Анализа тржишта поштанских и курирских услуга

Тржиште поштанских и курирских услуга умерено расте по броју остварених услуга након 2001. године, а кумулативна годишња стопа раста износи 3,67%.

У 2006. години, 98,7% свих услуга се односило на писмоносне услуге, укључујући курирске услуге, а 1,3% услуга су чиниле пакетске услуге.

Писмоносне пошиљке у унутрашњем саобраћају чине 90%, а у међународном саобраћају 10%, док пакетске пошиљке у унутрашњем саобраћају чине 96%, а у међународном саобраћају 4%.

7.2.2 Међународна поштанска електронска упутница - Eurogiro Cash International (ECI – упутница)

Хрватска пошта је током 2008. године увела нову услугу брзог преноса новца – *Међународну поштанску електронску упутницу (Eurogiro Cash International – ECI упутница)*.

Међународна поштанска електронска упутница (ECI упутница) је услуга брзог (дводневног) трансфера новца. Ова услуга се тренутно обавља у више од 250 поштанских управа.

8. ЈП ПТТ саобраћаја „Србија“

Јавно Предузеће ПТТ саобраћаја "Србија", у даљем тексту Пошта Србије, је најстарији саобраћајни инфраструктурни систем Републике Србије и један од најстаријих система организованог преноса поштанских пошиљака у Европи.

8.1 Тржиште поштанских услуга

На основу расположивих података и спроведених истраживања, тржиште поштанских услуга, према критеријуму услуге, може се поделити на четири сегмента:

- ✓ Тржиште универзалне поштанске услуге (класичне),
- ✓ Тржиште експрес услуга,
- ✓ Тржиште директне поште,
- ✓ Тржиште међународних поштанских услуга.

8.3 Структура класичних поштанских услуга у периоду 2000-2008. године

У периоду од 2000-2008. године, обим класичних поштанских услуга се повећавао по просечној годишњој стопи од 5,5%, при чему је током прве две године била присутна тенденција пада која је нарочито изражена у 2003. години, када је забележена негативна годишња стопа раста од преко 5,5%, након чега је уследио раст, који је уз извесне варијације настављен до краја посматраног периода.

Посматрано по појединачним групама, у наведеном периоду, најбржи раст бележе експрес услуге.

Са друге стране, обим пакетских и упутничких услуга бележи константну тенденцију пада, што је на први поглед супротно општим тржишним тенденцијама, нарочито када су у питању пакетске услуге, с обзиром да је на домаћем тржишту поштанских услуга присутан тренд раста тражње за услугама доставе пакета.

9. Иновације у пословању ЈП ПТТ саобраћаја „Србија“

- Аутоматизовано сортирање писмоносних пошиљака,
- Аутоматизовано сортирање пакетских пошиљака,
- AMQM системи за аутоматско праћење преноса писмоносних пошиљака у унутрашњем саобраћају,
- ПАК - Поштански адресни код,
- Хибридна пошта.

10. Правци развоја класичних поштанских услуга

10.1 Пројекција обима писмоносних, пакетских, упутничких и експрес пошиљака у Србији

Табела 1. Пројекција класичних поштанских услуга у Србији

Године	Број писмоносних пошиљака	Број пакетских пошиљака	Број упутничких пошиљака	Број експрес пошиљака
2004.	212.261	1.213	2.303	547
2005.	240.714	1.192	2.134	871
2006.	262.328	1.477	1.903	1.391
2007.	271.631	924	1.889	2.055
2008.	297.009	785	1.912	2.668
2009.	279.283	667	2.046	2.735
2010.	311.061	590	1.835	3.425
2011.	325.744	476	1.787	3.926

10.2 Пројекција обима писмоносних, пакетских и експрес пошиљака у Немачкој

Табела 2. Пројекција класичних поштанских услуга у Немачкој

Године	Писмоносне пошиљке изражене у милијардама комада	Пакети и експрес пошиљке изражене у милијардама комада
1998.	17,3	6,8
2003.	18,8	7,9
2008.	19,5	10,5
2009.	19,4	10,5
2010.	19,95	11
2011.	20,1	11,35

10.3 Пројекција обима писмоносних и пакетских пошиљака у Хрватској

Табела 3. Пројекција класичних поштанских услуга у Хрватској

Године	Број писмоносних пошиљака	Број пакетских пошиљака
2004.	345.837	2.552
2005.	370.337	4.594
2006.	393.849	5.058
2007.	400.100	5.600
2008.	588.067	11.510
2009.	600.067	12.319
2010.	707.884	14.085
2011.	802.017	16.150

11. ЗАКЉУЧАК

Класичне поштанске услуге представљају темељ пословања поштанских оператора. Истражујући класичне поштанске услуге уочен је проблем опстанка класичних поштанских услуга у времену развоја нових технологија и електронске комуникације. Такође постоји проблем стагнације раста обима класичних поштанских услуга.

Класичне поштанске услуге имају дугу традицију свога пословања која се везује за настанак и развој писма, писмености и средстава за писање. Човек је одувек имао потребу за комуникацијом.

Током свога постајања развијале су се различите врсте класичних поштанских услуга и вршена је њихова класификација према различитим критеријумима.

У раду је наглашен значај писма, пакета и поштанских упутница.

Посматрано је пословање Немачке поште која представља глобалног лидера у области поштанског саобраћаја и логистике. Такође је посматрано и пословање поште Хрватске која представља пошту из окружења наше земље.

Поред анализе тржишта наведених земаља анализирано је и поштанско тржиште Републике Србије. Класичне поштанске услуге у периоду од 2000. до 2008. године бележе различите трендове раста и опадања. Писмоносне пошиљке бележе благ раст, пакетске услуге бележе тенденцију пада, упутничке услуге такође опадају до 2006. године и након тога стагнирају док експрес услуге бележе тренд раста. Што се тиче појединих сегмената поштанског тржишта, конкуренција се развија пре свега у сегменту експрес услуга, директне поште, али и у области средстава кореспонденције између правних и физичких лица (изводи банака, рачуни комуналних услуга).

У циљу унапређења квалитета поштанских услуга и повећању обима класичних поштанских услуга потребно је применити оптималну стратегију.

Као будуће правце истраживања у области класичних поштанских услуга предлагам:

- Истраживања у области квалитета класичних поштанских услуга;
- Истраживања у области повећања обима класичних поштанских услуга;
- Истраживања у области унапређења класичних поштанских услуга кроз интеграцију са информатичким и електронским технологијама;
- Истраживања у области креирања класичних поштанских услуга по жељама и потребама корисника.

12. ЛИТЕРАТУРА

[1] професор др Момчило Кујачић, „Поштански саобраћај“, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2005. година

[2] www.posta.rs

[3] www.deutschepost.de

[4] www.posta.hr

[5] www.rapus.rs

[6] <http://ec.europa.eu>

[7] www.wikipedia.org

Кратка биографија:



Ксенија Петрин рођена је у Зрењанину 1986. године. Дипломски *bachelor* рад на тему „Правци развоја класичних поштанских услуга у Србији“ одбранила је 2009. године на Факултету техничких наука у Новом Саду, а самим тим чином окончала је и основне студије са просечном оценом 8,67. На истом факултету, 2010. године одбранила је и дипломски мастер рад исту тему „Правци развоја класичних поштанских услуга“ из области нове технологије и услуге у ПСТ-у.



Момчило Кујачић рођен је у Клеку 1950. године. Доцент је на Факултету техничких наука у Новом Саду. Предаје Експлоатацију поштанског саобраћаја. На Факултету техничких наука је од 2001. године. Дипломирао је, магистрирао и докторирао на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду. Провео је преко 25 година у ЈП ПТТ саобраћаја „Србија“ на пословима оперативног и стратешког управљања.

РАЗВОЈ ЕЛЕКТРОНСКОГ ПОСЛОВАЊА ПОШТЕ ПУТЕМ УВОЂЕЊА ВИРТУЕЛНИХ ШАЛТЕРА

DEVELOPMENT OF E- BUSINESS POST OFFICE THROUGH THE INTRODUCTION OF VIRTUAL COUNTER

Јелена Девих, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Виртуелни шалтер Поште може бити реализован на два начина. Први начин за реализацију Виртуелног шалтера је инсталација самоуслужних аутомата за пружање новчаних услуга (банкомат), са додатним интерфејсима за пружање поштанских услуга (пријем поштанских пошиљака), плаћање рачуна и сл. Други начин за реализацију Виртуелног шалтера Поште је израда веб сајта, на коме би била понуђена могућност за извршавање неких традиционалних поштанских услуга, плаћање рачуна, подношење захтева за израду и доставу извода из матичне књиге рођених и сл.

Abstract – Virtual post office counter can be realized in two ways. The first way to implement virtual counter is installing self - service machines for the provision of financial services (ATM), with additional interfaces for the provision of postal services (receiving postal items), paying bills, etc. Another way to implement virtual post office counter is creating a web site, on which would be offered the opportunity to perform some traditional postal services, payment of bills, applying for the production and delivery of birth certificates, etc.

Кључне речи: виртуелни шалтер, електронско пословање, инфо киоск, јединствени шалтер, банкомати.

1. УВОД

Увођење нових технологија има за циљ олакшавање пословања са клијентима у смислу ефикасности, брзине, уштеде времена и трошкова. Клијенти ће моћи да потражују услуге које им пошта нуди и након радног времена поштанске јединице. Реализацијом нове услуге Виртуелни шалтер поште, клијенти би константно били опслуживани 24 часа, 7 дана у недељи, независно од радног времена поштанске јединице. Циљ рада огледа се кроз проналажење начина за ефикасно, флексибилно, поуздано, брзо и јефтино пружање услуга коришћењем Виртуелног шалтера. Другим речима, потребно је обухватити што више услуга које се могу реализовати електронским путем, прилагодити их новим потребама корисника (коришћењем нових технологија) и ставити их на располагање у било које доба дана или ноћи, независно од рада поштанске јединице.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из дипломског - мастер рада чији ментор је био др Момчило Кујачић, ванр.проф.

2. ЕЛЕКТРОНСКО ПОСЛОВАЊЕ

Електронско пословање представља комбинацију постојећих и нових техника на начин који омогућава пословним субјектима да трансакције размењују на одговарајући опште прихватљив начин.

2.1. Нови начини новчаног пословања

Електронски трансфер новца представља безготовински систем плаћања који се обавља путем поштанске услужне мреже са терминалима. Данашње новчано пословање карактерише употреба:

- пластичног новца,
- банкомата,
- ПОС терминала,
- homebanking система и
- видеотекст система.

Платне картице могу да се користе за:

- плаћање роба и услуга у земљи на свим продајним местима где постоји знак картице, преко ПОС терминала,
- подизање готовине на банкоматима и шалтерима банака и пошта,
- за идентификацију уз плаћање чековима.

Банкомат (Automated Teller Machines- ATM) представља самоуслужни банкарски уређај који омогућава рад платним картицама. Неке од функција које се могу обавити уз помоћ банкомата су: подизање готовине, полагање депозита, пренос средстава на друге рачуне, плаћање са различитих рачуна и увид у стање на рачунима.

ПОС системи представљају самоуслужне системе који могу да буду у власништву пошта, банака или малопродајне мреже. ПОС терминали су класични терминали или модификоване касе (Electronic- Cash registrar system) који обезбеђују терминалску функцију и повезани су са концентраторима.

Homebanking системи пружају корисницима услуга Поштанске штедионице и банкарских услуга реализацију финансијских трансакција помоћу персоналних рачунара, телефона и видеотекст система из свог дома, без одласка у пошту (или банку).

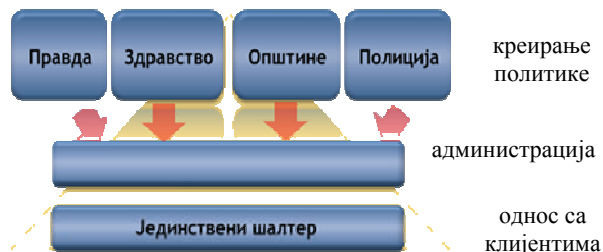
Видеотекст систем омогућава корисницима да код својих кућа користе банкарске услуге. Овај систем омогућава непосредан трансфер средстава, информација и налога путем телефонске мреже, без писања новчаних докумената.

3. ВИРТУЕЛНИ ШАЛТЕРИ

3.1. Примери самоуслужних Виртуелних шалтера

У даљем излагању дат је кратак приказ самоуслужних Виртуелних шалтера са основним функцијама које би Пошта Србије могла да искористи приликом реализовања нове услуге:

- Аутомати *ProCash 2100xe* и *ProCash 2150xe* - уплата готовине, исплата готовине, плаћање рачуна и додатне услуге,
- *Telepaid* платни термини – плаћање рачуна мобилне и фиксне телефоније, интернета, кабловске телевизије, комуналних услуга, уплату на рачун у банци,
- *Postal Visionn 1600/1610* - намењен је за коришћење у руралним подручјима и у високо фреквентним подручјима града, а поседује функције као на класичном шалтеру (поштанске услуге, банкарски сервиси, филателија, праћење пошиљака...),
- *Инфо киоск* - за потребе корисника поштанских услуга, информациони киосци могу да пружају информације о распореду шалтера, врстама услуга, ценама, процедурама, рекламацијама, специјалним понудама и акцијама, попустима...
- *Јединствени шалтер* (слика 1) представља шалтер који је стациониран у објекту, а може бити имплементиран кроз телефонски позивни центар, самостојећи инфо киоск и Интернет портал. Он не припада ниједној организацији ни органу, а клијенти на једном месту могу да обављају све послове које имају са било којом државном организацијом или органом.



Слика 1. Јединствени шалтер

4. ИСКУСТВА У ПРИМЕНИ ВИРТУЕЛНИХ ШАЛТЕРА

4.1. Страна искуства у примени Виртуелних шалтера

Најзначајнија искуства могу се преузети од Америчке поште, која у својим поштанским јединицама има инсталиран

Аутоматски поштански центар са следећим услугама: пријем пошиљака, плаћање путем платних картица, продаја поштанских маркица, пружање допунских услуга и информација, претраживање поштанског кода, утврђивање тежине и цене пошиљака, припрема образаца и потврда о пријему, издавање извештаја о плаћању.

Америчка пошта пружа услуге и путем WEB портала путем кога је могуће извршити куповину поштанских маркица, плаћање поштарине, издавање пасоша и сл. Поред Америчке поште, значајан допринос на овом пољу имају Француска и Сингапурска пошта.

4.2. Примена Виртуелних шалтера у Пошти Србије

Примена Виртуелних шалтера у Србији огледа се кроз коришћење инфо киоска, електронске трговине, виртуелног матичара, електронског банкарства и еУправе. На овом пољу тек се очекује значајан развој и повећана заинтересованост од стране корисника, што је утицало на то да Пошта Србије започне реализацију пројекта Виртуелних шалтера. Пошта Србије пустила је у рад мрежу са 50 најсавременијих банкомата, који су доступни корисницима 24 часа у 7 дана у недељи, чиме је унапређено финансијско пословање Поште. Корак даље је учињен са увођењем СеРР мултимедијалног корисничког центра који пружа услуге у областима електронског пословања Поште.

5. МЕТОДОЛОГИЈА ИЗРАДЕ БИЗНИС ПЛАНА ЗА УВОЂЕЊЕ УСЛУГЕ ВИРТУЕЛНОГ ШАЛТЕРА ПОШТЕ

5.1. Анализа Интернет тржишта

Тренутно у Србији има преко 2 милиона корисника који користе Интернет. Приступ Интернету је најчешће од куће (63%), затим са радног места (36%), док Интернет кафићи чине само један одсто.

Анализом Интернет тржишта дошло се до закључка да, увођењем ADSL-а односно широкопојаног Интернета, долази до значајног повећања корисника Интернета. Ипак, тај пораст још увек није на Европском нивоу, те то може да буде један од значајнијих фактора који може да утиче на увођење Виртуелних шалтера путем WEB портала.

5.2. Интерна и екстерна анализа тржишта

Екстерна анализа тржишта извршена је на основу PEST методе, а закључак који је добијен, приказан је у виду фактора који утичу на увођење нове услуге:

1. *Политички фактори* - законска регулатива (Закон о заштити података о личности, Стратегија развоја информационог друштва, Закон о електронском потпису, Закон о електронском документу).
2. *Економски фактори* - куповна моћ становништва, просечна примања становништва и инфлација.
3. *Социјални фактори* - запосленост становништва, степен образовања и демографски фактори.
4. *Технолошки фактори* - цена технолошких решења, прихватање технолошких решења и став корисника према Интернету.

Интерна анализа тржишта извршена је применом SWOT анализе за нову услугу Поште.

Снаге:

- добар имиџ предузећа,
- поверење корисника,
- поузданост у пружању услуге,
- доступност самоуслужних аутомата 24 часа 7 дана у недељи,
- савремена опрема,
- широка лепеза услуга,

- тржишно лидерство.

Слабости:

- успорена имплементација и увођење нових услуга,
- недостатак финансијских ресурса за покривање свих поштанских јединица.

Шансе:

- понудити предузетницима могућност пласирања роба и услуга на WEB порталу Поште,
- развој и унапређење пилот пројекта за подношење захтева за израду и подизање нових личних карата и пасоша његовом имплементацијом кроз WEB портал и самоуслужни аутомат,
- једноставност коришћења WEB портала,
- развијеност капацитета за доставу поручених производа.

Претње:

- конкуренција која нуди могућност куповине путем Интернета,
- нови законски прописи,
- технолошки развој WEB портала конкурента.

SWOT анализом дошло се до закључка да Пошта својим имиџом и поверењем које има код корисника има потенцијал за развој нове услуге, али и да успорена имплементација и недостатак финансијских ресурса могу у значајној мери да успоре развој пројекта.

5.3. Истраживање тржишта путем анкета физичких лица

Приликом истраживања извршено је анкетање 41 физичких лица из различитих средина становања, различитих старосних, полних и образовних структура како би се добио адекватнији резултат. Истраживање тржишта путем анкетање физичких лица имало је за циљ утврђивање структуре потенцијалних корисника нове услуге и потреба за увођењем нове услуге Поште, те се тако дошло до закључка да су одлучујући фактори:

- просечна примања домаћинства,
- могућност приступа Интернету од куће,
- коришћење Интернета и
- потреба и жеља корисника за коришћењем нове услуге.

Просечна месечна примања у руралним срединама износе 30.326 динара, а у урбаним 40.694 динара. Из тог разлога, потребно је категорисати услуге по срединама у којима се спроведене, па би тако у руралним срединама била спроведена само основна лепеза услуга оријентисана на самоуслужне аутомате. Још један разлог за такво категорисање услуга је тај што се у руралним срединама мање користи Интернет. На овај начин би се смањили трошкове пословања поштанских јединица које послују на овом подручју.

Од 41 испитаника, 5 испитаника не поседује рачунар, док је остатак испитаника дао одговоре приказане на графику 1.

63% испитаника има могућност приступа Интернету код куће, с тим што 8 испитаника уопште не користи Интернет. Као главни разлог за непостојање Интернет прикључка у домаћинству испитаници су навели велике трошкове.

Међу испитаним физичким лицима, највише њих користи DSL приступ Интернету (график 2), затим кабловски интернет, wireless као и wireless у комбинацији са dial up приступом, а нешто слабије се користи мобилни Интернет и dial up.



График 1. Број рачунара у домаћинству



График 2. Врсте приступног сервиса

Већина испитаника користи Интернет најмање једном дневно (28 испитаника), што је изузетно значајан податак за увођење услуге Виртуелног шалтера поште. Такође, један од фактора који утичу на увођење и унапређење нове услуге Поште јесте бојазност корисника од давања личних података на Интернету као и коришћење платних картица. У последњим годинама значајно је унапређена заштита корисника на Интернету, али свест корисника о коришћењу платних картица још је у почетној фази, те се као једно од решења јавља могућност плаћања поузећем или путем мобилне мреже (m-commerce).

68% испитаника би користило Интернет као средство за подношење захтева за израду личних документа што представља значајну подлогу за увођење нове услуге. Слична је ситуација и са потребом и жељом испитаника за коришћењем самоуслужних аутомата (график 3).



График 3. Потреба за коришћењем самоуслужних аутомата

5.4. Опис услуге/ производа

По угледу на WEB портале страних земаља, WEB портал Поште Србије могао би да понуди и следеће услуге:

1. куповина авио карата,
2. плаћање такси за саобраћајне прекршаје,
3. уплате за осигуравајуће компаније,
4. плаћање рачуна и комуналних услуга,
5. претраживање поштанског адресног кода,
6. подношење захтева за израду биометријских личних карти и пасоша,
7. израчунавање поштарине,
8. плаћање поштарине online путем за пакете и писма,
9. захтев за променом адресе становања због надо-слања пошиљака,
10. могућност наручивања различитих врста производа путем PostShop-a,
11. куповина различитих производа и могућност учествовања у електронској аукцији,
12. плаћање путем платних картица,
13. пружање допунских услуга и информација.
14. упит у стање на рачуну,
15. услуге плаћања Интернет времена, кредита за мобилне телефоне.

6. ЗАКЉУЧАК

Главни резултат овог рада јесу предлози за имплементацију нове услуге Виртуелни шалтер Поште:

1. Пошта Србије мора да изврши категорисање услуга по срединама у којима су спроведене, обзиром да је коришћење Интернета на слабијем нивоу у руралним срединама у односу на урбане. Један од начина за реализацију овог предлога јесте имплементација самоуслужних аутомата у руралним срединама. На тај начин, трошкови функционисања поштанских јединица били би у значајној мери редуковани.
2. Друга фаза развоја нове услуге је спровођење јединственог WEB портала на коме ће корисници поштанских услуга моћи да изврше све услуге у реалном времену, 24 часа 7 дана у недељи. Тиме би се могле објединити услуге наручивања извода из матичне књиге рођених и уверења о држављанству са услугом израде личних карата и пасоша и сл.

3. Пошта Србије може губитак корисника у класичним традиционалним услугама да надомести развијањем финансијских трансакција базираних на новим технологијама. Један од начина за то је омогућавање корисницима Поште Србије да своје рачуне плаћају преко Интернета.

4. Пошта може да буде носилац развоја електронске трговине у нашој држави, јер има развијену мрежу за доставу и испоруку пакета, која би у овом случају била интегрисана са услугом куповине различитих производа преко Интернета. Уједно, Пошти Србије отварају се различите могућности, захваљујући њеној позитивној и дугој традицији у пословању са корисницима, као и на основу већ имплементираних сервиса (електронски потпис).

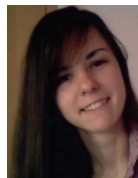
5. Имплементацијом Ingepost терминала, Пошта може да омогући својим корисницима плаћање рачуна на вратима свог дома, користећи платну картицу као вид самоуслужног плаћања, чиме би се употпунио развој електронског пословања у нашој држави.

Пошта Србије треба да препозна потребе својих корисника и да тежи унапређењу услуга, без обзира ако те услуге буду излазиле из оквира традиционалних услуга јер само тако ће моћи да се одржи на потпуно либерализованом и глобализованом тржишту.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Горица Миловановић, „Информациони киосци“, *Часопис Савремена Пошта - Стручно информативни часопис за поштанску индустрију*, број 2, страна 99-100, ЈП ПТТ „Србија“, Београд, 2005.
- [2] Горица Миловановић, „Самоуслужни поштански киоск“, *Часопис Савремена Пошта - Стручно информативни часопис за поштанску индустрију*, број 4, ЈП ПТТ „Србија“, Београд, 2006.
- [3] Момчило Кујачић, „Поштански саобраћај“, ФТН издаваштво, Нови Сад, 2005.
- [4] Драгана Шарац, „Скрипта за финансијско пословање у поштанском саобраћају“;
- [5] www.posta.rs

Кратка биографија:



Јелена Девих рођена је у Сремској Митровици 1986. год. Дипломски - мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Поштански саобраћај и телекомуникације одбранила је 2010.год.



Момчило Кујачић рођен је у Клеку 1950. год. Докторирао је на Саобраћајном факултету у Београду 2001. год. На Факултету техничких наука у Новом Саду има звање ванредни професор. Области интересовања су транспорт, логистика, шпедиција, складишта.

ANALIZA MOGUĆNOSTI UVOĐENJA TRAMVAJSKOG PREVOZA U GRADU NIŠU ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF INTRODUCING TRAM LINES IN THE CITY OF NIS

Dušan Stanković, Ratomir Vračarević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Svojstva kvaliteta prevozne usluge za postojeće stanje sistema JGPP u Nišu, moguće je utvrditi istraživanjima kao i analizom opravdanosti tramvajskog prevoza za postojeći a naročito za projektovani porast zahteva za prevozom u gradu, i povećanje broja putovanja. Sve to utiče na veće korišćenje masovnog prevoza, i ove zahteve je moguće utvrditi približavanjem parametara kvaliteta prevoza ka putnicima, i to na način na koji ih oni doživljavaju tj. subjektivno.

Abstract – Properties of quality transport service for the existing state of the system JGPP of Nis, it is possible to establish research and analysis of the feasibility of tram transport or existing and especially for the projected increase in requests for transport in the city, and increasing travel. All this affects the greater use of mass transportation, and these requirements can determine the parameters of quality approaches to transport passengers, and the way they perceive them, ie. subjective.

Ključne reči: Analiza JGPP, tramvajske linije, prevoz putnika

1. UVOD

Osnovni cilj izrade rada jeste da se kroz analizu stanja JGPP u Nišu utvrdi postojeće stanje linija mreža JGPP i sa kasnijim razmatranjem mogućnosti uvođenja tramvajskih linija na glavnim i najopterećenijim koridorima tj. Na linijama na kojima je protok putnika najveći. Cilj je što kvalitetniji sistem javnog prevoza u korist putnika. U radu je izloženo i razmatranje mogućnosti uvođenja tramvajske linije na nekim o trasa autobuskih linija za budući period razvoja grada tj. porast broja putovanja sistemom javnog prevoza u cilju smanjenja individualnih prevoznih sredstava, i na kraju povećanja kvaliteta prevoznih usluga u gradu.[1,3]

2. ANKETA KORISNIKA JGPP-A

2.1. Na nivou linija JGPP

1. Karakteristike transportnih zahteva

Osnovne karakteristike transportnih zahteva: ulasci, izlasci, protoci, maksimalni protoci, i srednja vrednost protoka putnika, stanice najvećeg opterećenja - karakteristične stanice, broj prevezenih putnika, neto transportni rad.

NAPOMENA:

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

Izvedene karakteristike transportnih zahteva: srednja dužina vožnje, izmena putnika, neravnomernost u vremenu, neravnomernost u prostoru, itd.

2. Karakteristike realizovane transportne ponude - funkcionisanje

Pokazatelji funkcionisanja: frekvencije, intervali, radni kapaciteti (na opsluženom delu linije), vremena putovanja i obrta, bruto - transportni rad, iskorišćenje kapaciteta: na najjače opterećenoj deonici i prosečno iskorišćenje kapaciteta).

2.2. Na nivou podsistema i sistema JGTP

1. Karakteristike transportnih potreba

Karakteristike korisnika - putnika u JGPP: struktura korisnika prema polu, starosti, zaposlenosti, itd.

Karakteristike putovanja: raspodela u putovanja u prostoru i vremenu, u odnosu na presedanje, struktura putovanja prema: načinu dolaska na stanicu JGPP, vremenu pristupa u sistem, motivima - svrhama putovanja, učestanosti korišćenja, na slici 1 je prikazana struktura korisnika prema zanimanjima, a na slici 2 raspodela korisnika prema zanimanjima.

2. Izabrane karakteristike transportnih zahteva

3. Izabrane karakteristike transportne ponude

4. Izabrane karakteristike kvaliteta sistema JGPP

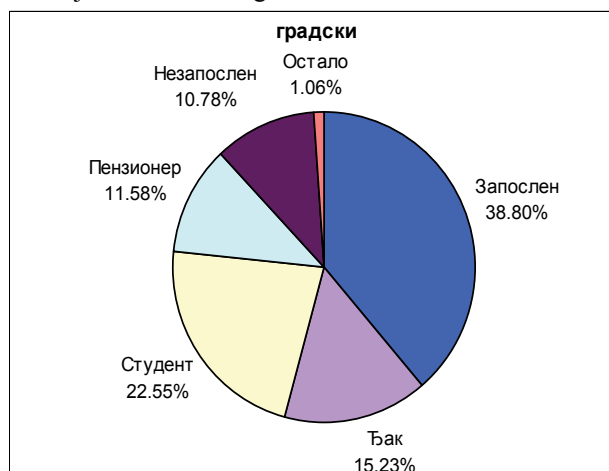
• Kvalitet sistema JGPP

• Efikasnost vozila, efektivnost funkcionisanja.

5. Kvalitet usluge

• Zahtevi za kvalitet usluge (očekivani kvalitet usluge): zahtevana svojstva i rangiranje najznačajnijih svojstava kvaliteta usluge, itd.

• Ocenjeni kvalitet usluge.



Slika 1. Struktura korisnika prema zanimanjima – gradski podsistem JGPP (radni dan)

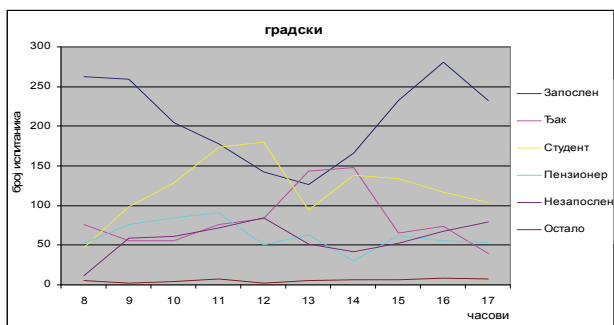


График 1. Raspodela korisnika po zanimanjima u JGPP u vremenu – gradski JGPP

2.2. Transportna mreža

Mreža linija sistema JGPP u Nišu posledica je geografskog položaja grada i njegove strukture. Tako je izrazita monocentrična struktura grada, sa ekscentrično postavljenom najatraktivnijom centralnom zonom, osnovni razlog izuzetne koncentracije polaznih terminusa ili prolaznih stajališta za sve linije u sistemu bilo da se radi o gradskim ili prigradskim linijama. Ovo naravno u startu postavlja probleme funkcionisanja mreže linija JGPP iz dva osnovna razloga:

- nedostatak infrastrukturnih kapaciteta
- interakcija sa ostalim vidovima transporta zbog velikog saobraćajnog pritiska na centar.



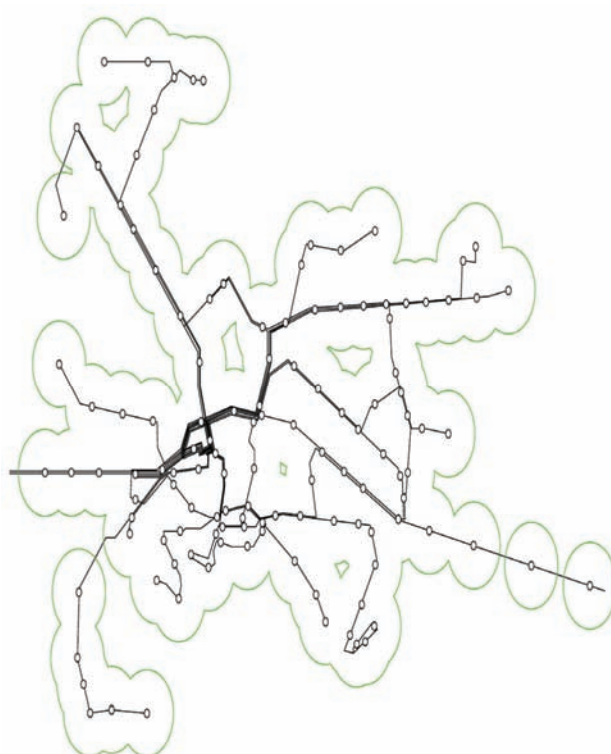
Slika 2. Mreža gradskih linija JGPP u Nišu

2.3. Statičke karakteristike

Mreža JGPP na teritoriji grada Niša se sastoji od ukupno 48 linija, od čega 14 gradskih i 34 prigradske linije.

Ukupna eksploataciona dužina mreže iznosi 665.9km. Ako se zna da je površina Grada Niša 596.71km², dobija se gustina mreže od 1.12 km/km². Ako se od eksploatacione mreže oduzmu zajedničke deonice trasa linija dobija se građevinska mreža linija dužine 286.11km.

Indeks preklapanja mreže, koji predstavlja odnos dužine eksploatacione i građevinske mreže, ima visoku i iznosi 2.33. Na slici 3 je prikazana pešačka dostupnost mreže.



Slika 3. Pešačka dostupnost na mreži gradskih linija

3. TRANSPORTNI ZAHTEVI

Sistematskim brojanjem putnika u sistemu JGPP u Nišu dobijene su karakteristike transportnih zahteva, odnosno njihove osnovne i izvedene karakteristike.

U okviru ove tačke karakteristike transportnih zahteva biće prezentirane:

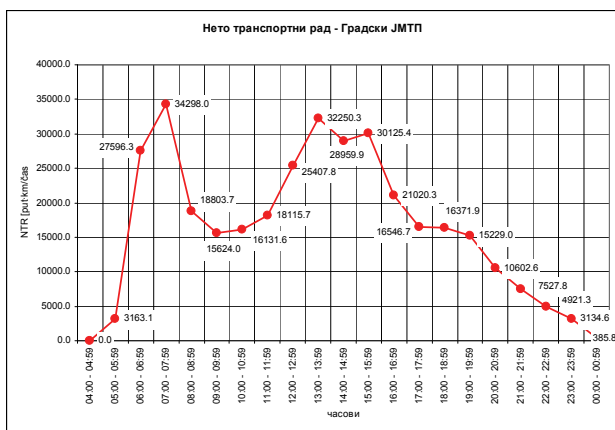
- za sistem JGPP i po podsystemima (gradski i prigradski) [2,4],

- po prevozniciima i linijama,

Na slici 4 prikazan je broj prevezenih putnika po časovima za gradski sistem JGPP, a na slici 5 raspodela neto transportnog rada po časovima za sistem JGPP



Slika 4. Raspodela broja prevezenih putnika po časovima u toku radnog dana – gradski podsistem JGPP



Slika 5. Raspodela neto transportnog rada po časovima u toku radnog dana – gradski podsistem JGPP

5. PARAMETARSKA ANALIZA JAVNOG GRADSKOG PUTNIČKOG PREVOZA

U okviru zadatka načinjen je pokušaj da se, uz pomoć iskustva stečenog u zemljama sa razvijenijim stepenom motorizacije i složenijim sitemima javnog gradskog prevoza ukaže na mogućnosti globalne analize pokazatelja javnog gradskog prevoza.[5,6] U praksi ovakva analiza svoje mesto može da nađe u fazi izrade programa razvoja saobraćaja u okviru koje se donose odluke o ciljevima i izlažu mogućnosti varijante razvoja saobraćajnog sistema.

Sa stanovišta globalnog posmatranja imajući u vidu nasleđenu strukturu gradova u Evropi (izraženu centralnu zonu sa većom gustinom), grad Niš se može definisati sledećim makro parametrima :

- A_1 – površina gradskog centra u km^2 (1,8 km^2)
 - A_2 – ukupna površina gradskog područja u km^2 (56.5 km^2)
 - P_1 – populacija gradskog centra (miliona) 0,02
 - P_2 – populacija grada (miliona) 0,25
 - J_1 – broj radnih mesta u gradskom centru (miliona) 0,013
 - J_2 – broj zaposlenih u gradu (miliona) 0,073
 - P_a – broj parking mesta u gradskom centru (stotinama) 12
 - M – broj registrovanih automobila u gradu (miliona) 0,039
 - R – ukupna dužina osnovne mreže u gradu (km) 120,00
- Ovi parametri ne daju potpunu predstavu o gradu, međutim dovoljni su za ovakvu analizu. Isto tako i za parametre javnog prevoza uzeti su samo osnovni pokazatelji:

Stvarne vrednosti

- L – ukupna dužina linije javnog prevoza 114 km
 - N – broj linija u eksploataciji 14
 - V – ukupno vozila-kilometara u sistemu/god. 15,3
 - T – ukupan broj prevezenih putnika godišnje 40 mil
 - U – broj vozila na radu u sistemu javnog prevoza 80 vozila
 - E – prosečna eksploataciona brzina (km/h) 17,76
 - S – osoblje (broj zaposlenih) potrebnih za rad sistema javnog prevoza u stotinama nije poznato
- Dalja analiza je sprovedena na taj način što je sistem JGPP-a podeljen na sledeće kategorije:

(A) autobus

(C) tramvaj

Za pojedina sredstva prevoza dobijeni su sledeći rezultati:

5.1. Autobus

$$(7) \quad L_a = L/1,0015 - 13,5073/N = 192 \text{ km}$$

$$(8) \quad N_a = 4,8255 + 13,4645 * P_2 + 0,0459 * L_a = 18,1 \text{ linija}$$

$$(9) \quad V_a = -27,8770 * J_2 - 0,0072 * U + 0,5621 * V + 0,3158 * N_a + 176,3368 * (J_1/P_a) = 9,2 \text{ miliona kilometara}$$

$$(10) \quad T_a = -39,1910 * P_2 + 6,3389 * V_a = 48,52 \text{ miliona putnika/god.}$$

$$(11) \quad U_a = 0,3811 * U - 4,6055 * V + 3,4021 * T_a - 92730,5542 \text{ (M/R)} = 166,58 \text{ vozila}$$

$$(12) \quad E_a = 25,0006 - 1,3465 * (T_a/V_a) = 17,09 \text{ kilometara/čas}$$

5.2. Tramvaj

$$(13) \quad L_o = 318,1154 * (J_2/P_2) = 92 \text{ kilometara}$$

$$(14) \quad N_c = N - N_a = 23,19 - 18,1 = 5 \text{ linija}$$

$$(15) \quad V_c = 35,9468 * J_2 = 2,62 \text{ miliona kilometara/god.}$$

$$(16) \quad T_c = 211,4808 * J_2 = 15,43 \text{ miliona put./god.}$$

$$(17) \quad U_c = 1098,3456 * J_2 = 80 \text{ vozila} \quad U_c = U - U_a = 57 \text{ vozila}$$

$$(18) \quad E_c = 17,6342 - 11,9639 * P_1 = 17,39 \text{ km/h}$$

6. DIJAGRAM TOKA PROCESA PROGNOZE BUDUĆEG SAOBRAĆAJA I IZRAČUNAVANJA CENE KOŠTANJA MOGUĆIH TRAMVAJSKIH LINIJA

Na osnovu rezultata saobraćajne prognoze za 2021. godinu odnosno raspodele tokova putnika na linijama javnog prevoza kao i na predpostavljenim linijama tramvajskog saobraćaja utvrđeni su osnovni koridori tramvajskih linija[7,8]. slika 6 prikazuje poziciju zajedničkog dela trase.



Slika 6. Prikaz prostornog pozicioniranja zajedničkog dela trase u gradskom jezgru grada Niša

6.1. Izračunavanje cene koštanja

6.1.1. Linija 1 (Ledena stena-Niška Banja)

U tabeli 1. data je suma troškova izgradnje linije 1.

Tabela 1. Suma kapitalnih troškova u mil. dolara

Elementi	Jedinična cena (mil\$/km)	Cena (mil\$)	Period eksploatacije	Godišnji troškovi
Ograđene trake sa prvenstvom prolaza	5,5	93,5	40	5,61
Trake (km)	2,0	34	30	2,04
Signali (km)	1,0	17	30	1,02
Napajanje mreže	3,0	51	30	3,06
broj stanica	0,15	3,9	40	0,23
radionice	25	25	40	1,5
ukupno kola(80)	0,8 mil\$. po jedinici	64	25	6,0
suma		288		20,06

6.1.2. Linija 2 (Bubanj-Donja Vrežina)

U tabeli 2. data je suma troškova izgradnje linije 2.

elementi	jedinična cena(mil\$/km)	Cena(mil\$)	Period eksploatacije	Godišnji troškovi
ograde trake sa prvenstvom prolaza	5,5	78.1	40	5,18
Trake (km)	2,0	28.4	30	2,03
signali(km)	1,0	14.2	30	1,03
napajanje mreže	3,0	42.6	30	3,09
broj stanica	0,15	2.13	40	0,14
radionice	25	25	40	1,6
ukupno kola(26)	0,8 mil\$. po jedinici	20.8	25	1.6
suma		211		14,73

6.2. INVESTICIONI TROŠKOVI ZAJEDNIČKOG DELA TRASE TRAMVAJSKIH LINIJA 1 I 2

Ovi investicioni troškovi se proračunavaju istom metodologijom kao i sračunati ukupni troškovi izgradnje obe navedene tramvajske linije, tj. usvajanjem odgovarajućih vrednosti uložnog kapitala za pojedine elemente infrastrukture koja se izgrađuje, u zavisnosti od dužine zajedničkog dela trase. Dati su u tabeli 3.

Tabela 3. Suma kapitalnih troškova

elementi	jedinična cena(mil\$/km)	Cena(mil\$)	Period eksploatacije	Godišnji troškovi
ograde trake sa prvenstvom prolaza	5,5	8,25	40	0.8
Trake (km)	2,0	3.0	30	0.44
signali(km)	1,0	1.5	30	0.30
napajanje mreže	3,0	4.5	30	0,70
broj stanica	0,15	0.45	40	0,04
suma		17.7		2.2

7. ZAKLJUČAK

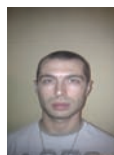
Proverom odnosno utvrđivanjem budućeg broja putovanja javnim prevozom u vršnom i vanvršnom periodu, ustanovljeno je da će budući prevozni zahtevi po intezitetu još duže veme biti u ganicama prevozne sposobnosti autobusa.

Sa stanovišta opravdanosti uvođenja razmatranih tramvajskih linija može se konstatovati da sa aspekta ekonomske opravdanosti, a imajući u vidu mogućnosti gradnja da zahtevane radove finansira i plaća godišnje održavanje sistema, za sada ovakav vid projekta može biti samo na idejnom nivou. Za budući period razvoja grada, posle 2021. godine, tj posmatranog peroda može se razmišljati o postepenom implementiranju ovakvog vida sistema prevoza, a pre svega se mora uvrstiti u jedne od primarnih planova prilikom planiranja generalnog urbanističkog plana grada Niša, tj planiranju širenja grada i trasiranja novih gradskih saobraćajnica koje će svojim tehničko-eksploatacionim i geometrijskim karakteristikama omogućiti izgradnju tramvajskih pruga.

8. LITERATURA

- [1] Prof. dr Milomir Veselinović "Sistem kvaliteta u drumskom transportu". FTN Novi Sad, 2010
- [2] Studija javnog gradskog putničkog prevoza u gradu Nišu -2007.(Saobraćajni Fakultet Beograd).
- [3] Prof. dr Ratomir Vračarević "Parametarska analiza javnog gradskog putničkog prevoza".
- [4] Neša Govedarević "Tramvajski saobraćaj u Srbiji od 1882-2008"
- [5] Diplomski radovi studenata FTN Novi Sad, odsek: Saobraćaj.
- [6] Prof. dr Pavle Gladović "Tehnologija drumskog saobraćaja".
- [7] Dokumenta i istorijski podaci razvoja Nišnih tramvaja ustupljeni od strane Udruženja ljubitelja Niških tramvaja.
- [8] "Praktikum sa zbirkom zadataka iz tehnologije javnog gradskog transporta putnika" Prof. dr Milomir Veselinović, Novi Sad 2008.

Kratka biografija:



Dušan Stanković rođen je u Gnjilanu, 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj odbranio je 2010.god.

АНАЛИЗА УСЛОВА ОДВИЈАЊА САОБРАЋАЈА НА МАГИСТРАЛНОМ ПУТУ М-17 У ДОБОЈУ СА ПРЕДЛОГОМ МЈЕРА ЗА ЊЕГОВО ПОБОЉШАЊЕ**THE ANALYSIS OF TRAFFIC CONDITIONS ON THE ROAD M-17 IN DOBOJ WITH A SET OF SOLUTIONS FOR ITS IMPROVING AND RAISING THE LEVEL OF SERVICE**

Саша Радонић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – У оквиру рада извршена је анализа услова одвијања саобраћаја на сегменту магистралног пута М-17 у Добоју, од улице Светог Саве до улице Краља Александра. Послије извршене анализе дат је предлог мјера којим се постојеће стање може унаприједити и подићи на виши ниво.

Кључне ријечи: Саобраћајни ток, капацитет, ниво услуге, саобраћајно вредновање.

Abstract – The master thesis is the analysis of traffic conditions on the part of the road M-17 in Doboj, from Sveti Sava street to King Aleksandar street. After analyzing the problem, there is a set of solutions for improving and raising the level of traffic service.

Key words: Traffic direction, capacity, level of service, traffic evaluation.

1. УВОД

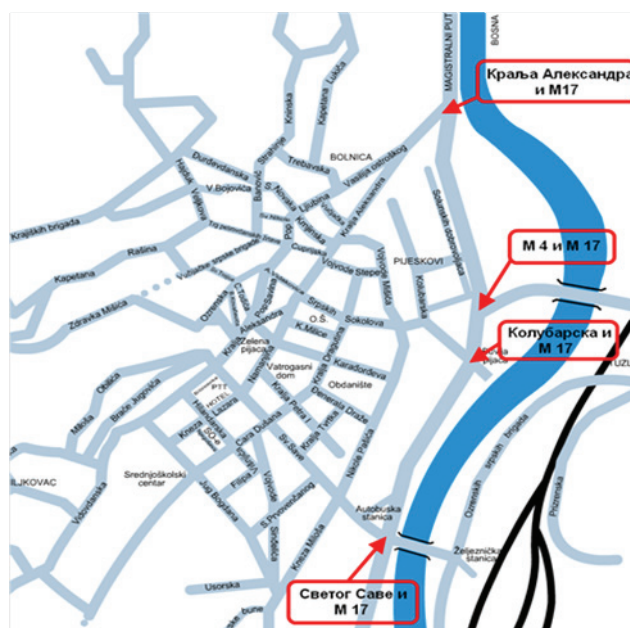
На мјестима сукобљавања саобраћајних токова који се одвијају по мрежи друмских саобраћајница обично долази до застоја саобраћаја. Посљедице застоја се огледају у смањењу капацитета, повећању времена путовања и погоршаном стању безбједности саобраћаја.

У оквиру рада потребно је извршити анализу постојећег стања на раскрсницама и анализирати у каквим условима се одвија саобраћај на њима, тј. са којим нивоима услуге функционишу посматране четири раскрснице на магистралном путу М-17 [1]. Након анализе и идентификације проблема биће предложене конкретне мјере како би се побољшали услови одвијања саобраћаја, безбједност и квалитет одвијања саобраћаја на посматраном сегменту магистралног пута. Такође, извршено је дефинисање претпостављеног саобраћајног оптерећења за 10. и 20. годину експлоатације и анализирани су нивои услуге за случај изградње аутопута на коридору Vц.

2. ПОЛОЖАЈ И РЕГУЛИСАЊЕ САОБРАЋАЈА НА М-17 У ДОБОЈУ

Посматрани дио магистралног пута М-17 у Добоју простире се у дужини од 2000 m, повезујући правац сјевер–југ, уз веома значајно саобраћајно

растерећење ужег градског подручја – нарочито када је у питању теретни саобраћај. На том потезу постоје четири раскрснице као што је приказано на слици 1.



Слика 1. Положај анализираних раскрсница

3. КАРАКТЕРИСТИКЕ САОБРАЋАЈНОГ ТОКА НА М 17 У ДОБОЈУ

Утврђивање карактеристика саобраћајног тока засновано је на резултатима бројања саобраћаја [2] које је спроведено на четири раскрснице тј. на улицама које се укрштају са магистралним путем М-17 на подручју Добоја. На основу добијених података о карактеристикама саобраћајног тока можемо извршити анализу ефикасности одвијања саобраћаја на посматраном путном правцу.

4. АНАЛИЗА УСЛОВА ОДВИЈАЊА САОБРАЋАЈА НА М-17 У ДОБОЈУ

Анализа услова одвијања саобраћаја захтјева примјену методологија представљених у америчком приручнику за прорачун капацитета и нивоа услуге семафорисаних и приоритетних раскрсница HCM 2000 (*Highway Capacity Manual*) [3].

Напомена:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Вук Богдановић, доцент.

4.1. Анализа услова одвијања саобраћаја на раскрсници улице Светог Саве и М-17

Прорачун временских губитака и нивоа услуге на раскрсници улице Светог Саве и М-17 за постојеће стање дат је у табели 1.

Табела 1. Временски губици и ниво услуге на раскрсници улице Светог Саве и М-17

Прилаз	Намена траке	Времениски губици (s/PAJ)			Ниво услуге		
		трак	прил	раск	трак	прил	рас
Источни прилаз	л	165	63	62	Ф	Е	Е
	пд	46			Д		
Сјеверни прилаз	лпд	69	69		Е	Е	
Западни прилаз	л	62	41		Е	Д	
					Ц	Е	
Јужни прилаз	пд	33	72		Е		
	лпд	72					

Анализом услова одвијања саобраћаја утврђено је да раскрсница улице Светог Саве и магистралног пута М-17 функционише са неприхватљивим нивоом услуге „Е“.

4.2. Анализа услова одвијања саобраћаја на раскрсници Колубарске улице и М-17

Прорачун временских губитака и нивоа услуге на раскрсници Колубарске улице и М-17 за постојеће стање дат је у табели 2.

Табела 2. Временски губици и ниво услуге на раскрсници Колубарске улице и М-17

Прилаз	Намена траке	Временски губици (s/PAJ)			Ниво услуге		
		трак	прил	раск	трак	прил	рас
Сјеверни прилаз	п	ПРВИ РАНГ			А	А	Ц
	д						
Западни прилаз	лд	76	76	11	Ф	Ф	
Јужни прилаз	лп	4	4		А	А	

Анализом услова одвијања саобраћаја утврђено је да раскрсница Колубарске улице и магистралног пута М-17 функционише са нивоом услуге „Ц“.

4.3. Анализа услова одвијања саобраћаја на раскрсници М-4 и М-17

Прорачун временских губитака и нивоа услуге на раскрсници магистралних путева М-4 и М-17 за постојеће стање дат је у табели 3.

Табела 3. Временски губици и ниво услуге на раскрсници М-4 и М-17

Прилаз	Намена траке	Временски губици (s/PAJ)			Ниво услуге		
		трак	прил	раск	трак	прил	рас
Сјеверни прилаз	л	6	2	257	А	А	Ф
	П	0			А		
Источни прилаз	Л	1995	1118		Ф	Ф	
	Д	7			А		
Јужни прилаз	П	0	1		А	А	
	Д	4			А		

Анализом услова одвијања саобраћаја утврђено је да раскрсница магистралних путева М-4 и М-17 функционише са неприхватљивим нивоом услуге „Ф“.

4.4. Анализа услова одвијања саобраћаја на раскрсници улице Краља Александра и М-17

Прорачун временских губитака и нивоа услуге на раскрсници улице Краља Александра и М-17 за постојеће стање дат је у табели 4.

Табела 4. Временски губици и ниво услуге на раскрсници улице Краља Александра и М-17

Прилаз	Намена траке	Временски губици (s/PAJ)			Ниво услуге		
		трак	прил	раск	трак	Прил	рас
Сјеверни прилаз	пд	ПРВИ РАНГ		36	А	А	Е
Западни прилаз	л	241	176		Ф	Ф	
	д	5			А		
Јужни прилаз	лп	4	4		А	А	

На основу претходне табеле можемо уочити да раскрсница улице Краља Александра и М-17 функционише са временским губицима од 36 s.

5. ПРЕДЛОГ РЈЕШЕЊА ЗА ПОБОЉШАЊЕ УСЛОВА ОДВИЈАЊА САОБРАЋАЈА НА М-17

5.1. Предлог рјешења раскрснице улице Светог Саве и М-17

На раскрсници која је регулисана свјетлосном сигнализацијом (раскрсница улице Светог Саве и М-17) примјеђено је да су фазе подијељене несразмјерно оптерећењима прилаза. Због великих саобраћајних токова који се јављају на јужном и сјеверном прилазу раскрснице, постојећа дужина фазе од 28 s није у стању да обезбједи нормално функционисање саобраћаја у вршном периоду. Предложено рјешење је пројектовање савремене четворокраке кружне раскрснице са раздјелним острвом који раздвајају улазне и излазне токове.

Прорачун временских губитака и нивоа услуге на раскрсници улице Светог Саве и М-17 за предложено рјешење дат је у табели 5.

Табела 5. Временски губици и ниво услуге на раскрсници улице Светог Саве и М-17 -ново рјешење

Прилаз	Временски губици (s/PAJ)		Ниво услуге	
	прилаза	раскрснице	прилаза	раскрснице
Источни прилаз	7,63	10,8	А	Б
Сјеверни прилаз	7,90		А	
Западни Прилаз	9,99		А	
Јужни прилаз	14,81		Б	

Временски губици на нивоу цијеле раскрснице смањени су са 63 s на 11 s.

5.2. Предлог рјешења раскрснице Колубарске улице и магистралног пута М-17

Раскрсница Колубарске улице и М-17 је пројектована као семафорисана раскрсница са трајањем циклуса од 60 s, и фазама $F_1=40$ s, $F_2=19$ s. На јужном прилазу је додата трака за лијева скретања док је на западном прилазу (Колубарска улица) пројектовано двије саобраћајне траке (лијева трака за скретања лијево, десна трака за кретања право и десно). На јужном прилазу М-17 постављен је сигнални лијевак на 710 m, који је приказан на слици 2.



Слика 2. Режији брзина у сигналом лијевку

Прорачун временских губитака и нивоа услуге на раскрсници Колубарске улице и М-17 за предложено рјешење дат је у табели 6.

Табела 6. Временски губици и ниво услуге на раскрсници Колубарске улице и М-17 - ново рјешење

Прилаз	Намена траке	Временски губици (s/PAJ)			Ниво услуге		
		трак	прил	раск	трак	прил	рас
Сјеверни прилаз	п	17	14	11	Б	Б	Б
	д	0			А		
Западни прилаз	л	35	40		Д	Д	
	д	46			Д		
Јужни прилаз	л	0	1		А	А	
	п	1			А		

Временски губици на нивоу цијеле раскрснице након реконструкције остали су непромијењени (11s). Међутим временски губици на западном прилазу су након нових регулативних мјера смањени за 36 s, чиме су се створили бољи услови одвијања саобраћаја.

5.3. Предлог рјешења раскрснице М-4 и М-17

За раскрсницу М-4 и М-17 предложено рјешење је трокрака кружна раскрсница са издвојеним десним скретањима на источном и јужном прилазу. Издвојеним десним скретањем постигнуто је смањење мјеродавног уливног тока чиме је на овој раскрсници постигнут оптимални ниво услуге „А“.

Прорачун временских губитака и нивоа услуге на раскрсници магистралних путева М-4 и М-17 за предложено рјешење дат је у табели 7.

Табела 7. Временски губици и ниво услуге на раскрсници М-4 и М-17 -ново рјешење

Прилаз	Временски губици (s/PAJ)		Ниво услуге	
	прилаза	раскрснице	прилаза	раскрснице
Сјеверни прилаз	11,85	9,7	Б	А
Источни прилаз	8,85		А	
Јужни прилаз	7,96		А	

Временски губици на нивоу цијеле раскрснице након реконструкције су се смањили за 247 s. Највећи проблем су представљала лијева скретања са магистралног пута М-4 чији су временски губици износили 1995 s.

Новим пројектним рјешењем (тро-крака кружна раскрсница са посебним издвојеним десним скретањима на јужном и источном прилазу), постигнут је највиши ниво услуге „А“.

5.4. Предлог рјешења раскрснице улице Краља Александра и М-17

Предложено рјешење на раскрсници улице Краља Александра и магистралног пута М-17 је трокрака кружна раскрсница чиме је на овој раскрсници постигнут оптимални ниво „А“.

Прорачун временских губитака и нивоа услуге на раскрсници улице Краља Александра и М-17 за предложено рјешење дат је у табели 8.

Табела 8. Временски губици и ниво услуге на раскрсници улице Краља Александра и М-17-ново рјешење

Прилаз	Временски губици (s/PAJ)		Ниво услуге	
	прилаза	раскрснице	прилаза	раскрснице
Сјеверни прилаз	6,31	6,39	А	А
Западни прилаз	5,83		А	
Јужни Прилаз	6,79		А	

Временски губици на нивоу цијеле раскрснице смањени су са 36 s на 7 s.

5.5. Вредновање добијених рјешења

Новопроектним рјешењима раскрсница на магистралном путу М-17 у Добоју постигнуте су значајно мање вриједности временских губитака. У следећој табели су упоређени постојећи временски губици са временским губицима предложених рјешења.

Табела 9. Уштеда времена у току вршног часа на раскрсницама после извршених измјена

Раскрсница	Број возила на раскрсници (PAJ/h)	Уштеда времена (секунди/минута)
Раскрсница улице Светог Саве и М 17	1767	91884 / 1532
Раскрсница М 4 и М17	2046	505362 / 8422
Раскрсница улице Краља Александра и М 17	1688	48952 / 816

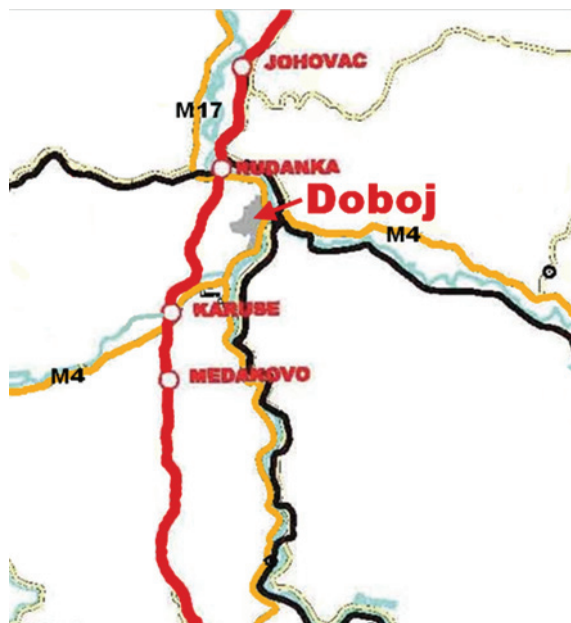
У току вршног часа на раскрсницама се јавља велики број возила, тако да се могу остварити значајне уштеде времена. У табели 10. биће приказана уштеда времена у току вршног часа на раскрсницама после измјена.

Табела 10. Уштеда времена у току вршиног часа на раскрсницама после извршених измјена

Раскрсница	Број возила на раскрсници (PAJ/h)	Уштеда времена (секунди/минута)
Раскрсница улице Светог Саве и М-17	1767	91884 / 1532
Раскрсница М-4 и М-17	2046	505362 / 8422
Раскрсница улице Краља Александра и М-17	1688	48952 / 816

6. УТИЦАЈ ИЗГРАДЊЕ АУТОПУТА НА КОРИДОРУ V_ц НА НОВОПРОЈЕКТОВАНЕ РАСКРСНИЦЕ ЗА 10. И 20. ГОДИНУ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ

Аутопут на Коридору V_ц је дио транс-европске мреже копнених коридора.



Слика 3. Положај трасе аутопута у односу на град Добој [4]

Анализирајући саобраћај на дионици постојећег пута М-17 у Добоју установљено је да око 70% садашњег саобраћаја транзитира кроз Добој, тако да се може очекивати да би дошло до премјештања саобраћаја на аутопут, који је у плану да се гради.

Табела 11. Саобраћајно оптерећење М-17 - voz/dan (Добој-граница РС (Каруше))

Година	2006	2020	2030
Добој – граница РС (Каруше)	13493	25637	28703

Табела 12. Саобраћај који ће бити премештен на планирани аутопут - voz/dan

Година	2020	2030
Добој – граница РС (Каруше)	17946	20092

Табела 13. Саобраћај који је остао на старом путу - voz/dan

Година	2020	2030
Добој – граница РС (Каруше)	7691	8611

6.1. Анализа нивоа услуге новопроектованих раскрсница на М-17 за 10. и 20. годину експлоатације (за случај изградње аутопута)

Табела 14. Ниво услуге новопроектованих раскрсница на М-17 за 10. и 20. годину експлоатације (за случај изградње аутопута)

Година	Раскрсница улице Светог Саве и М 17	Раскрсница М 4 и М 17	Раскрсница улице Краља Александра и М 17
Ниво услуге			
10-та	Б	А	А
20-та	Ц	А	А

На основу табеле 14. можемо видјети да новопроектване раскрснице на дијелу магистралног пута М-17 за 10. и 20. годину експлоатације (за случај изградње аутопута на коридору V_ц) функционишу са највишим нивоима услуге.

7. ЗАКЉУЧАК

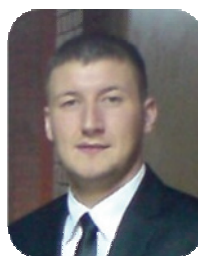
Циљ овог рада је указивање на постојеће проблеме на сегменту магистралног пута М-17 у Добоју, као и могућности рјешавања истих примјеном одређених пројектних мјера. Новим пројектним рјешењима на свим раскрсницама обезбједили су се знатно повољнији услови за одвијање саобраћаја како на магистралном путу тако и на улицама са којима се укршта. Новим пројектним рјешењима остварено је:

- смањење временских губитака (вријеме путовања),
- повећање нивоа услуге,
- повећање капацитета,
- смањење емисије штетних гасова, услед краћег задржавања возила на раскрсницама,
- побољшање стања безбједности саобраћаја.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Саша Радонић, Анализа карактеристика саобраћајног тока на магистралном путу М 17 у Добоју, Бечелор рад, Факултет техничких наука, Нови Сад 2010
- [2] Љубиша Кузовић, Дражен Тополник, Капацитет друмских саобраћајница, Грађевинска књига Београд, 1989
- [3] Highway Capacity Manual, National Research Council, Washington, D.C. 2000
- [4] Projekt autoceste na koridoru V_c procjena utjecaja na okoliš sažetak, Bosna i Hercegovina.

Кратка биографија:



Саша Радонић, рођен 1985. г. у Теслићу. Завршио средњу Машинску школу у Теслићу. ФТН уписао 2005. год. Bachelor рад на ФТН-у из области Саобраћаја - саобраћајни системи одбранио је 2010. год.

**ВРЕДНОВАЊЕ ПРЕДЛОГА РЈЕШЕЊА РАСКРСНИЦА НА ПУТУ М-19.1 НА
ДИОНИЦИ ОД СОКОЦА ДО РАСКРСНИЦЕ СА ПУТЕМ М-19.3****EVALUATION SOLUTIONS PROPOSALS INTERSECTION ON THE WEY M-19.1 IN
SHARE OF SOKOLAC TO THE JUNCTION WITH THE M-19.3**

Реља Ђерић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај: У оквиру рада дефинисано је саобраћајно оптерећење за прву, 10. и 20. годину експлоатације посматраних раскрсница, одређени нивои услуге, као и предлози мјера за побољшање одвијања саобраћаја на њима.

Кључне ријечи: Саобраћајни ток, капацитет, ниво услуге, саобраћајно вредновање

Abstract: within this paper is defined by traffic volume for the first, 10 and 20 year of exploitation of the observed intersections, the level of services, and propose measures to improve traffic flow on them.

1. УВОД

У оквиру мастер рада детаљно су дефинисани услови одвијања саобраћаја на посматраној дионици на основу бројања саобраћаја на поменутим укрштањима. На основу добијених резултата предложене су мјере за побољшање услова одвијања саобраћаја на посматраним раскрсницама, такође је дефинисано претпостављено саобраћајно оптерећење за 10 и 20 годину експлоатације, на крају рада извршено је економско вредновање раскрснице у погледу одржавања дионице.

**2. ПОЛОЖАЈ ПУТНОГ ПРАВДЦА И ЊЕГОВЕ
КАРАКТЕРИСТИКЕ**

Простор који је обухваћен овим регулационим планом непосредно се ослања на магистралне правце М-19.1 Сарајево-Соколац-Хан пијесак и М-19.3 Подроманија-Рогатица, преко којих је повезан са широким окружењем. На ове двије саобраћајнице везано је више саобраћајница нижег ранга (локалног) за приступ постојећим објектима. Укупна дужина путне мреже у обухвату регулационог плана износи 2,935km. На наредној слици приказан је положај града на карти Босне и херцеговине.

**3. ИСТРАЖИВАЊЕ КАРАКТЕРИСТИКА
САОБРАЋАЈА****3.1. Бројање саобраћаја**

Бројање саобраћаја се врши у циљу добијања релевантних података и реалног стања одвијања

Напомена:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био Др Вук Богдановић, доцент.



Слика 1. Положај Сокоца на карти БиХ.

саобраћаја на посматраном одсеку, како би се пронашла решења и мјере за његово унапређење. То је поступак којим се добија информационо основа неопходна за даља истраживања на овом путном правцу.

Бројање саобраћаја на обија раскрснице М-19.1 и улике Цара Лазар, као и раскрснице М-19.1 и М-19.3 је обављено 18 и 19 јула 2010 године у временском интервалу од 7-8, 11-12, 12-13, 13-14 и од 17-18 h. Овај временски период је изабран, јер се на основу података са аутоматских бројача из 2006. год. (часовне расподеле), увидјело да се тај период појављује као најоптерећенији за све посматране прилазе обрађених раскрсница.

4. ПРИОРИТЕТНЕ РАСКРСНИЦЕ

Регулисање саобраћаја знацима приоритета се изводи тако што се једном од путних праваца додијели приоритет приликом проласка кроз раскрсницу, док се возилима из других путних праваца саобраћајним знацима условљава право проласка кроз раскрсницу. Овакво функционисање саобраћаја је засновано на одредбама закона која тачно дефинишу права и обавезе сваког возача. Приоритетне раскрснице се регулишу следећим знацима: П-1 „укрштање са путем са првенством про-лаза“, П-2 „обавезно заустављање“, П-3 „пут са првенством пролаза“.

У наредној табели су приказани резултати капацитета и нивоа услуге, за раскрсницу М-19.1 и улице Цара Лазара, за постојеће стање.

Табела 1. Прорачун капацитета и нивоа услуге раскрснице

Прилаз	Кретање	Конфликтни ток V_c (voz/s)	Капацитет C (voz/s)	ВГ на прилазима (s)	НУ прилаза	Временски губитак за раскр	НУ раскреснице
1	Право	666	362	11,53	8,14/ Б	1,89	А
	Десно	172	1133	3,29			
2	Право	Први ранг			2,06/ А		
	Лијево	327	1197	3.89			
3	Право	Први ранг					
	Десно	Први ранг					

У току снимања раскрснице М-19. и улице Цара Лазара као највећи проблеми, уцена су лијева скретања са прилаза 2 на магистралном путу, па је као предложено рјешење додатна трака за лијева скретања са тог прилаза. На основу прорачуна капацитета, временских губитака и нивоа услуге са додатном траком уочила су се побољшања у виду смањења временских губитака прилаза и цијелокупне раскрснице. Раскрсница функционише на највећем нивоу услуге А, као и прилаз 2, док је ниво услуге на прилазу 1 Б.

5. КРУЖНЕ РАСКРСНИЦЕ

Кружне раскрснице представљају посебан облик приоритетних раскрсница на којима је увођењем кружног кретања елиминисано укрштање саобраћајних токова са главних и споредних прилаза, које је присутно код стандардних крстастих раскрсница и тиме је смањен број конфликтних тачака. Интеракција између токова који се укрштају сведена је на маневре уливања, изливања и преплитања.

5.1. Раскрсница на путу М-19.1 и М 19.3

Након рачунања претпостављеног саобраћајног оптерећења раскрснице, приступило се прорачуну капацитета прилаза раскрснице, временских губитака, и нивоа услуге као главног параметра за оцјену квалитета функционисања раскрснице. У наредној табели су приказани израчунати, капацитета и нивоа услуге раскрснице М-19.1и М-19.3, за постојеће стање.

Табела 2. Прорачун капацитета и нивоа услуге раскрснице М-19.1и М-19.3

Прилаз	Конфликтни ток Vc (voz/s)	Капацитет C (voz/s)	ВГ на прилазима (s)	Степен засићења V/C	Ниво услуге прилаза	НУ раскрс.
1	168	1216	3,47	0,138	А	А
2	164	1218	3,44	0,135	А	
3	195	1189	3,58	0,164	А	

На основу добијених резултата можемо закључити да раскрсница функционише са веома малим временским губицима од свега 3,47s на прилазу 1 и 3,44 s

на прилазу 2 и 3,58s на 3 прилазу, што одговара највишем нивоу услуге А. На основу добијених резултата види се да су искоришћења капацитета далеко испод критичног искоришћења, тако да на овој раскрсници у ближој будућности не би требало бити већих проблема.

6. ВРЕДНОВАЊЕ

Под појмом вредновање у управљању развојем и експлоатацијом путне мреже подразумијева се процедура оцјењивања и одлучивања у систему осмишљавања оптималног развоја и коришћења путне мреже укључујући поступке дефинисања показатеља и критеријума релевантних за оцјењивање и одлучивање.

6.1. Дефинисање претпостављеног саобраћајног оптерећења за 10. и 20. годину експлоатације и анализа нивоа услуге

За прогнозу моторизације у Босни и Херцеговини, кориштена је упоредна анализа резултата регресије између три методолошка приступа и то:

- употреба логистичке ("С") криве,
- однос између ГДП-а и моторизације, односно броја регистрованих возила,
- употреба прогнозе из студије мастер плана Транспорта за БиХ-ЈИЦА.

Логистичка или "С"-крива је метод који се уобичајено користи код расположивости података о броју регистрованих возила и становништву, из којих се изводи податак о степену моторизације, односно броју регистрованих путничких аутомобила на 1.000 становника.

Након упоредне анализе сва три методолошка приступа, оцјењује се као најприхватљивији тренд представљен логи-стичком "С"-кривом. Такође се усваја исти тренд код израчунавања прогнозиране моторизације по зонама у БиХ. У том случају, мијења се једино елемент (x_0) по зонама (број регистрованих путничких аутомобила на 1.000 становника у свакој од зона). Ниво засићења ($a = 450$ ПА/1.000 стан.) и стопа раста ($p = 0,0764$) остају исте за све зоне, односно прогнозирани број возила за БиХ расподјељује се на зоне према учешћу сваке зоне у укупном броју возила за стартни период.

6.2. Саобраћајно оптерећење раскрснице М-19.1 и улице Цара Лазара у планском периоду

До процијењеног саобраћајног оптерећења у 10. и 20. години дошло се скалирањем података из полазне године уз помоћ просјечних годишњих стопа раста саобраћаја које су приказане у претходном поглављу. У наредним табелама приказани су резултати оптерећења раскрснице М-19.1 и улице Цара Лазара у планском периоду.

Табела 3. Прорачун капацитета и нивоа услуге раскрснице за 10-ту годину експлоатације.

НУ Раскр.	НУ прилаза	Степен засићења	В/С прилазима	Капацитет C (voz/s)	Конфликтн и ток Vc (voz/s)	Прилаз
А	А	0.065	3	1296	85	1
	А	0.309	4.9	1069	330	2
	Б	0.602	7.5	902	543	3

Табела 4. Прорачун капацитета и нивоа услуге раскрснице за 20-ту годину експлоатације.

НУ Раскр.	НУ прилаза	Степен засићења	В/С прилазима	Капацитет C (voz/s)	Конфликтн и ток Vc (voz/s)	Прилаз
Б	А	0.109	3.6	1246	136	1
	Б	0.492	7.4	956	470	2
	Б	1.025	74	751	770	3

6.3. Прједлог мјера за побољшање одбијања саобраћаја на раскрсници М-19.1 и улице Цара Лазара

На основу резултата анализе временских губитака и нивоа услуге за раскрсницу М-19.1 и улице Цара Лазара у претходном поглављу, видимо да се за претпостављено саобраћајно оптерећење за 10-ту годину експлоатације као и у циљној години јављају велики временски губици.

Због тога се намеће потреба да се овај проблем ријеша неким од уобичајених начина којима се овакви проблеми рјешавају у пракси: измјеном начина регулисања саобраћаја, увођењем свјетлосне сигнализације или реконструкцијом саме раскрснице. У наредним табелама приказани су резултати оптерећења раскрснице М-19.1 и улице Цара Лазара у планском периоду, за предложено рјешење.

Табела 5. Прорачун капацитета и нивоа услуге раскрснице за 10-ту годину експлоатације.

НУ Раскр.	НУ прилаза	Степен засићења	В/С прилаза	Капацитет C (voz/s)	Конф.ток.	Прилаз
А	А	0.065	3	1296	85	1
	А	0.309	4.9	1069	330	2
	Б	0.602	7.5	902	543	3

Табела 6. Прорачун капацитета и нивоа услуге раскрснице за 20-ту годину експлоатације.

НУ Раскр.	НУ прилаза	Степен засићења	В/С прилаза	Капацитет C (voz/s)	Конф.ток	Прилаз
Б	А	0.109	3.6	1246	136	1
	Б	0.492	7.4	956	470	2
	Б	1.025	74	751	770	3

6.4. Саобраћајно оптерећење раскрснице М-19.1 и М-19.3

За кружну раскрсницу М-19.1 и М-19.3 поновљен је поступак као и за раскрсницу на путу М-19.1 и улице Цара Лазара, гдје су се добили подаци оптерећења за 10 и 20 годину експлоатације. У наредне двије табеле биће приказани подаци оптерећења раскрснице М-19.1 и М-19.3 у планском периоду.

Табела 7. Прорачун капацитета и нивоа услуге раскрснице за 10-ту годину експлоатације.

НУ раскр.	НУ прилаза	Степен засићења	В/С прилазима	Капацитет C (voz/s)	Конфликтн и ток Vc (voz/s)	Прилаз
Б	Б	0.476	7	964	459	1
	Б	0.4356	6.5	987	430	2
	Б	0.400	6	1008	404	3

Табела 8. Прорачун капацитета и нивоа услуге раскрснице за 20-ту годину експлоатације.

НУ раскр.	НУ прилаза	Степен засићења	В/С прилазима на	Капацитет C (voz/s)	Конфликтн и ток Vc (voz/s)	Прилаз
Б	Ц	0.780	19	829	647	1
	Б	0.709	15	856	607	2
	Б	0.644	14	883	569	3

6.5. Економско вредновање раскрснице М-19.1 и М-19.3

Економско вредновање у управљању развојем и експлоатацијом путне мреже, посматрано са општег аспекта, представља процедуру утврђења релативних показатеља за оцијену рационалности улагања финансијских средстава у реализацију пројеката везаних за развој или коришћење путне мреже.

У наредним табелама су приказани резултати економских трошкова за раскрсницу М-19.1 и М-19.3 као сигнализане и кружне раскрснице:

Табела 9. Трошкови опремања раскрснице свјетлосним сигналимa

ВРСТА ОПРЕМЕ ИЛИ РАДОВА	ЦИЈЕНА
А. ХОРИЗОНТАЛНА СИГНАЛИЗАЦИЈА	5.681,00
Б. СВЈЕТЛОСНА СИГНАЛИЗАЦИЈА	44.068,00
Ц. ГРАЂЕВИНСКИ РАДОВИ	34.092,00
УКУПНО	83.841,00Км 42.995,00 €

Табела 10. Трошкови реконструисања раскрснице у кружну

ВРСТА ОПРЕМЕ ИЛИ РАДОВА	ЦИЈЕНА
А. ХОРИЗОНТАЛНА СИГНАЛИЗАЦИЈА	5.468,00
Б. ГРАЂЕВИНСКИ РАДОВИ	217.986,00
УКУПНО	218534,00 Км 112.069,00 €

На основу накнадних трошкова одржавања и показивања кружне раскрснице у планском периоду као доброг рјешење, видимо да је кружна раскрсница исплатљивија без обзира на почетне трошкове, који су и скоро 3 пута већи.

7. ЗАКЉУЧАК

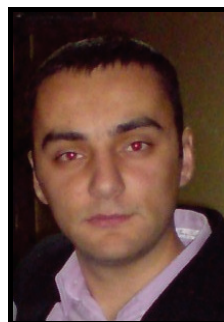
Изградња додатне траке на раскрсници М-19.1 и улице Цара Лазара, показало се као добро рјешење за возила која скрећу лијево са магистралног пута чиме су се избјегли редови чекања који су се јављали на раскрсници, а самим тим су се смањили временски губици на том прилазу као и на цијелој раскрсници. Изградња кружне раскрснице на мјесту трокраке приоритетне раскрснице на укрштању М-19.1 и М-19.3 се показала као адекватно рјешење и у планском периоду, чиме се показало да су кружне раскрснице најбоље рјешење за токове већих капацитета што ће у наредном периоду бити и магистрални путеви на којима се налазе ове раскрснице.

У поглављу вредновања датих рјешења приступило се економском и функционалном вредновању раскрсница, као и економском вредновању читаве дионице.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Завршни рад, Реља Ђерић Анализа карактеристика саобраћајног тока на магистралним путевима М-19.1 и М-19.3 у Сокоцу, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2010
- [2] Регулациони план Подроманија, Општина Соколац, Соколац јуни 1991.
- [3] Highway Capacity Manual, National Research Council, Washington, D.C., 2000.
- [4] Вредновање у управљању развојем и експлоатацијом путне мреже, Љубиша Кузовић, Саобраћајни факултет Универзитета у Београду, Београд, 1994

Кратка биографија:



Реља Ђерић, рођен 4.12.1985. г. у Сарајеву. Завршио шумарску техничку школу у Сокоцу, Bachelor рад на ФТН-у из области Саобраћаја-саобраћајни системи одбранио је 2010. год.

АНАЛИЗА И ПРИМЕНА МЕТОДА ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ СУДАРА АУТОМОБИЛА ПРИМЕНОМ САВРЕМЕНИХ УРЕЂАЈА

ANALYSIS AND APPLICATION OF METHODS FOR INVESTIGATION OF COLLISION CAR APPLICATION OF MODERN DEVICES

Владимир Стојковић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Oblst: SAOBRAĆAJ

Кратак садржај – У раду је приказана реконструкција судара возила класичним методама и EDR уређаја где је истраживање показало да је EDR уређај користан јер поједностављује процес реконструкције и повећава тачност идентификације узрока незгоде.

Abstract – This paper presents a reconstruction of vehicle collisions by classical methods and EDR devices where the research has shown that the EDR device is useful because it simplifies the process of reconstruction and increases the accuracy of identifying the cause of the accident.

Кључне речи: EDR (уређај за снимање података), програми реконструкције саобраћајне незгоде (VIRTUAL KRASH, CARAT).

1. УВОД

На подручју Републике Србије годишње се догоди између 10 и 15 хиљада саобраћајних незгода са настрадалим лицима и преко 30 хиљада са већом материјалном штетом. Испитивања су показала да више од половине укупних саобраћајних незгода настаје као последица судара возила са возилом, а остало чине налети возила на пешаке односно удари возила у неку чврсту препреку, превртање возила, излетање возила са пута, налет на домаће дивље животиње и пожари на возилима. Судари између возила су најчешћа врста саобраћајних незгода која у укупном броју незгода износи 56%. Од ових незгода више од 70% догоди се у насељима, а близу 30% ван насеља, на отвореним путевима. Основни циљ овог рада је сагледавање могућности реконструкције саобраћајних незгода помоћу различитих метода за истраживање судара возила савременим уређајима. Посебни циљ је сагледање савременог уређаја при анализи саобраћајне незгоде.

2. ИСТРАЖИВАЊЕ И АНАЛИЗА СУДАРА

Истраживање судара аутомобила обухвата анализу, чији је основни задатак да објасни ток како је до судара дошло, шта се догодило у моменту судара, где се догодио и како је текао судар. У анализи саобраћајне незгоде потребно је проучавање, избор и анализа свих релевантних материјалних података и чињеница које ћемо користити у циљу реконструкције тока и динамике незгоде.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из дипломског-мастер рада чији ментор је др Светозар Костић.

Полазни подаци у анализи саобраћајне незгоде се добијају увиђајним поступком, а за добијање правих узрока и околности настанка саобраћајних незгода је потребна добра информациона основа и поуздано утврђени подаци и чињенице о овим догађајима. Успешност у вештачењу саобраћајних незгода у великој мери зависи од квалитета полазних података. Са непотпуним и нерелевантним подацима не може се објективно реконструисати ток незгоде. Саобраћајни експерти проучавају оштећења на возилима, остатак разбацаних делова (делови аутомобила: ретровизор, комадићи стакла и сл.), трагове на путу и положаје аутомобила у мировању, па на темељу тога исказују своје мишљење о судару аутомобила [1].

2.1. Класификација судара

Непосредно након судара, у зависности од типа судара, брзине аутомобила, положаја ударног правца, ширине поља преклапања и сл., аутомобили настају да се крећу све до својих коначних позиција. Веома су ретки па готово и немогући, судари аутомобила у којима сва њихова енергија бива утрошена у примарној фази судара, односно судари у којима возила практично остају у тачки примарног контакта [2]. На дијаграму 1 приказана је класификација судара возила у анализи саобраћајних незгода:



Дијаграм 1: Класификација судара возила

2.2. Елементи теорије правих (централних) чеоних судара два аутомобила

Појава при којој се мења брзина тачке у врло малом временском интервалу за коначну величину зове се удар или судар. Силе које настају при удару зову се ударне силе, а мали временски интервал њиховог дејства је време удара. Ударни процес може се расчланити у две фазе: судар или удар и одбој. Судар је прва фаза ударног процеса. Он настаје у тренутку додира два возила и траје до тренутка највећег зближавања њихових тежишта, а одбој је друга фаза ударног процеса, од тренутка највећег зближавања

тежишта возила до тренутка њиховог раздвајања. Потпуно еластични судар је судар где се не појављују оштећења и штете на возилу. При судару возила (слика 1) постоји тежња возила да изједначе брзине и да даље следе свој почетни смер. Како једно возило спречава друго, између возила у тачки додира настају ударне силе. Како се при судару возила масе возила која се слободно крећу једна другој супротстављају, ударна сила на ударном месту биће једнако велика и супротно усмерена [3].



Слика 1: Централни чеони судар два аутомобила

2.3. Делимични удар при судару два аутомобила

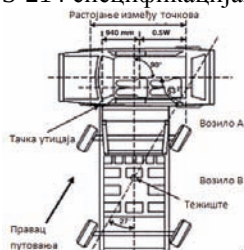
Уколико се сударе два путничка аутомобила, како је то при чеоном судару или ударом од позади, и остају спојена тако дуго док након првог ударног времена судар није потпуно исцрпљен, а заједничка брзина је постигнута (једнака брзина обадва возила), онда се говори о пуном судару два аутомобила, јер нижа заједничка брзина не може бити постигнута будући да је изједначавање брзине потпуно. Да ли је дошло до пуног судара или не, можемо установити посматрајући оштећења аутомобила. Ако аутомобили не остану спојени током судара, како то често бива при ексцентричном судару (помереном судару), и правом и косом, ради се о делимичном судару (окрзнути судар) у којем заједничка брзина није постигнута [4]. На следећој слици (слика 2) је приказан ексцентрични судар два аутомобила:



Слика 2: Ексцентрични чеони судар два аутомобила

2.4. Комплетан CRASH тест

Стандарди заштите при бочним сударима су усвојени у SAD и Европи. FMVSS- 214 (USA) и ECE-R95 (европски) прописи су сасвим другачији, нарочито у погледу њихове бриге око повреде путника. У овом истраживању, (слика 3) је извршено тестирање у складу са FMVSS-214 спецификацијама.



Слика 3: Позиција возила при судару-crash тест FMVSS-214

FMVSS-214 одређује карактеристике захтева за заштиту путника услед бочног судара. Циљ ове

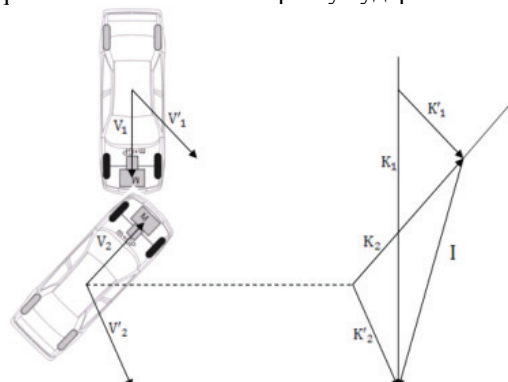
стандардизације је да се смањи ризик од озбиљних и фаталних повреда при бочном судару моторних возила. Поступак физичког теста је поједностављен ударањем возила у стационарне и покретне деформабилне баријере (MDB - moving deformable barrier). Слика 4 приказује поставку теста. Овај тест је намењен за симулацију незгоде које укључују два покретна возила. Повреде у области грудног коша и карлице (лутке) су оцењене, заједно са оштећењем структуре возила.

Овај тест судара аутомобила представља методу симулације и показује његову изводљивост и примену. Нумерички, мерење људских реакција у незгоди је корисно. Овим моделима су предвиђене озбиљности повреда возача током судара, смањено је трајање циклуса за истраживање и пројектовање, и смањени су експериментални трошкови. Нумеричка тачност овог теста представља значајан приступ симулацији бочних утицаја при судару. Предложене методе могу се применити за испитивање динамичког понашања путника и анализу повреда у бочном судару. Штавише, симулација модела служе као дизајн смернице за аутомобилску структуру и заштитну опрему потребну за заштиту возила и путника [5].

3. ГРАФИЧКА МЕТОДА У АНАЛИЗИ СУДАРА АУТОМОБИЛА

3.1. Равнотежа импулса према Слибару

У пракси постоје више графо-аналитичких метода импулсног дијаграма за одређивање брзине, а најподобнија је метода А. Слибара (слика 4) која служећи се техником графо-анализе даје економичну и поуздану методу, тј. методу "Равнотежа импулса силе". Метода равнотеже импулса је једна од често применљивих метода за утврђивање сударних брзина возила од стране експерата за саобраћајне незгоде. Ову методу карактерише висок степен поузданости добијених резултата, с обзиром да постоји могућност њихове провере. Метода равнотеже импулса, због своје практичности, постала је основ и за неких од програмских пакета за експертизу судара возила. [5]



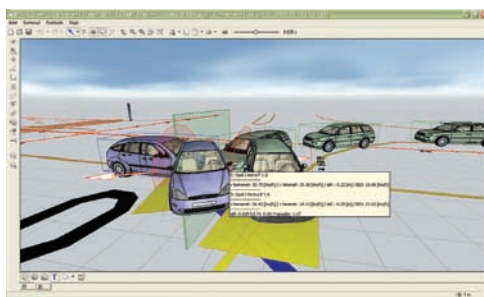
Слика 4: Поступак формирања векторског полигона равнотеже импулса према проф. Слибару

На слици 4 приказан је графички изглед методе А. Слибара за утврђивање сударне брзине возила. Помоћу претходно приказане методе може се урадити и провера добијених резултата што представља веома користан сегмент у овој методи.

4. КОМПЈУТЕРСКА СИМУЛАЦИЈА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

4.1. Симулација саобраћајне незгоде помоћу софтвера Virtual Krash

Могућности приказа резултата употребом софтвера за симулацију судара Virtual Crash су веома велике. Приликом приказа листинга резултата на око 4-5 страница препуној скраћеница најчешће поједини вештаци у првом тренутку не успевају да растумаче до краја. Довољан је приказ основног прозора сударног процеса који садржи све потребне елементе да би се пешачким радом проверила сударна брзина увек за краће време од једног минута. Приказан прозор (слика 5) садржи податак ЕЕС који се може заменити са v из пешачког рада и на основу зауставног пута након судара употребом познате кинематичке једначине проверити добијена сударна брзина. Резултати добијени употребом софтвера VIRTUAL CRASH лако се проверавају [7].

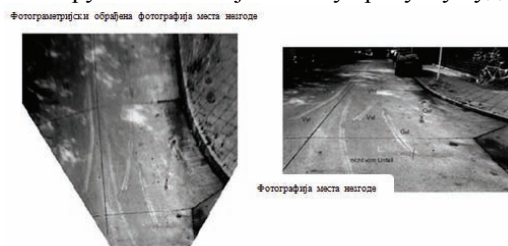


Слика 5: Прозор софтвера VIRTUAL CRASH – пример симулације судара аутомобила

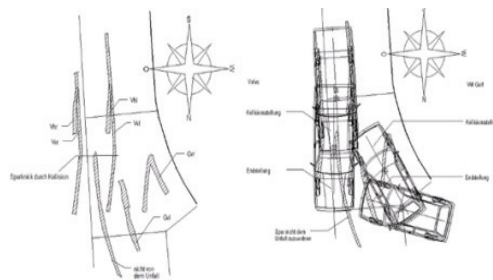
4.2. Симулација саобраћајне незгоде помоћу софтвера Carat

CARAT (Computer Aided Reconstruction of Accidents in Traffic) је један од три високо софистицирана софтвера за реконструкцију и симулацију саобраћајних незгода у Европи. Пре почетка анализе судара потребно је имати **тачан ситуациони план**. Добити тачан ситуациони план мерењем сваког сегмента трага заносења возила на месту судара је врло дуготрајан посао, који се у принципу не ради, тако да ситуациони планови нису сасвим тачни па ни анализа која се на њима темељи не може бити сасвим тачна. Овај проблем **тачности** (слика 6) је решен коришћењем фотограметријских поступака којима се на основу фотографија места незгоде може израдити ситуациони план са траговима [8].

Након израде ситуационог плана на исти се додају возила која су учествовала у незгоди (слика 7), и на основу трагова на коловозу и оштећења на возилима се реконструише положај возила у тренутку судара.



Слика 6: Ситуациони план нацртан по фотограметријски обрађеној фотографији



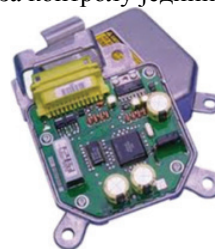
Слика 7: Ситуациони план нацртан по фотограметријски обрађеној фотографији

5. РАЗВОЈ И ТЕСТИРАЊЕ УРЕЂАЈА ЗА СНИМАЊЕ ПОДАТАКА О МОТОРНИМ ВОЗИЛИМА (EDR уређај)

Постојећа анализа аутомобилских судара и незгода на основу процене из трагова гума, стања возила после судара и изјаве сведока има много ограничења. У последњих неколико година, уређај за снимање података (Evidencing Data Recorder-EDR) (слика 8) су инсталирани на више модела возила да би снимили податке који су у вези са сударом возила. Утврђено је да су уређаји корисни за форензичаре јер поједностављују процес реконструкције и повећавају тачност идентификације узрока незгоде [8].

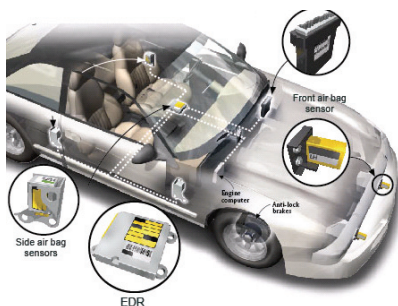
EDR нису нови концепти и такви системи су развијани током неколико година. EDR детектује судар снимајући при том кретање возила и радње возача пре и после судара. Зато је EDR користан у реконструкцији саобраћајних незгода. Без EDR-а вештаци могу да знају само шта се дешавало споља, после незгоде, а са EDR-ом, знају шта се дешавало пре и после незгоде. Информације које даје EDR су корисне не само за реконструкцију саобраћајних незгода него и за превенцију на тај начин што може да укаже на корелацију(везу) нпр. судара са навикама возача.

Ово се касније може користити да можда утиче на понашање возача, развој законодавства у аутомобилској безбедности, конструисање безбеднијих саобраћајница и возила. С друге стране, возачи, с обзиром да знају да су снимани сами коригују своје понашање. Као што је приказано на следећој слици систем се састоји из два дела: електронске контролне јединице (Elektronik Control Unit-ECU) и програма реконструкционе анализе. ECU се састоји из детектора судара и сензора кретања возила, сензора управљачког система, неколико дигиталних улазних портова за детекцију понашања возача, меморије уређаја за снимање и микропроцесора за контролу јединица [8].



Слика 8: Изглед EDR Уређаја

На слици 9. приказан је распоред сензора за активирање ваздушних јастука на аутомобилу.

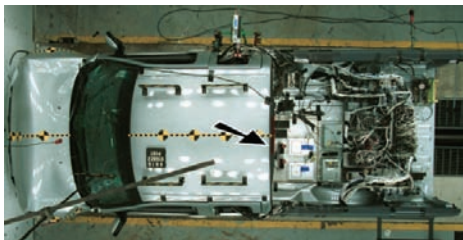


Слика 9: Распоред сензора за активирање ваздушних јастука на аутомобилу

EDR такође може да региструје брзину возила, снагу мотора, угао управљања (помоћу посебних сензора) и још неке дигиталне улазе. Дигитални улази односе се на радње возача као што су кочење, положај точкова у аутоматској трансмисији итд.

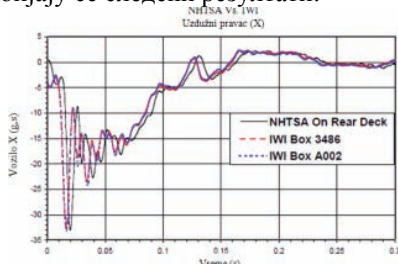
5.1. Постављање тестирања аутомобила Ford F-150

ЕДР је везан за сандук возила марке Ford F-150 пикап који је ударио у мирујућу круту препреку брзином од 48 km/h (слика 10). ЕДР је монтиран на алуминијумску плочу која је била везана за сандук камиона.



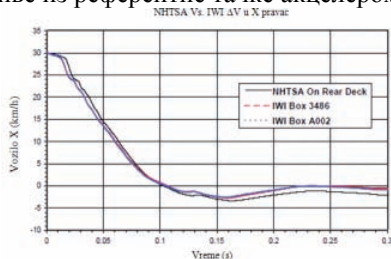
Слика 10: Плоча са ЕДР-ом је означена стрелицом.

У поређењу са NHTSA (слика 11) (National Highway Traffic Safety Administration - национална администрација за безбедност саобраћаја) акцелерометара на плочи добијају се следећи резултати:



Слика 11: Упоредивање NHTSA и IWI

Подаци IWI ЕДР (слика 12) био је интегрисан да се брзине у времена и историје у односу на приказивању сличне криве из референтне тачке акцелерометара.



Слика 12: Упоредивање брзине и времена

6. ЗАКЉУЧАК

Када је у питању компјутерска симулација саобраћајних незгода може се рећи да су ове методе много примењивије у иностранству него у нашој земљи. Најчешће примењивани софтвери су: Virtual Crash, PC Crash, CARAT. У овом раду дат је кратак опис ових софтвера и решења које они дају. Може се рећи да је анализа саобраћајних незгода применом ових савременијих метода знатно олакшана и даје резултате много брже, тачније и сликовитије.

EDR може да детектује саобраћајну незгоду користећи сударне импулсе из уграђених акцелерометара и/или из аутоматских сигнала при избацавању ваздушних јастука или из сигнала који настаје притиском возача на прекидач што је веома битно за анализу саобраћајне незгоде. Систем континуално прати кретање возила и понашање возача и складишти ове податке пре и после незгоде. Утврђено је да су уређаји корисни за форензичаре јер поједностављују процес реконструкције и повећавају тачност идентификације узрока незгоде.

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Костић, С.: "Експертизе саобраћајних незгода", Нови Сад 2009.
2. Липовац, К.: "Увиђај и скицирање лица места саобраћајне незгоде", Београд 1994.
3. Ротим, Ф.: "Елементи сигурности цестовног промета III део", Загреб 1991.
4. Крстић, Д., Брзаковић, Р., Марјановић, З.: EURO NCAP СТАНДАРДИ ЗА РАНГИРАЊЕ АУТОМОБИЛА,
5. Auto Crash Reconstruction in LOSRIC, Part IV
6. www.accidentreconstruction.co.za.
7. x.vceinc.com/tag/accident
8. www.vestacenja.co.rs
9. Vehicle Research and Test Center National Highway Traffic Safety Administration US Department of Transportation

Кратка биографија:



Владимир Стојковић рођен је у Лесковцу 1985. године. Дипломски - мастер рад на Факултету техничких наука одбранио је 2010. године на тему Анализа и примена метода за истраживање судара савремених уређаја.



Светозар Костић рођен је у Плевљима 1949. године. Докторирао је на Саобраћајном факултету у Београду 1989 године, а од 1992. године ради на Факултету техничких наука у Новом Саду као редовни професор.

MOBILNE VIRTUELNE PRIVATNE MREŽE

MOBILE VIRTUAL PRIVATE NETWORK

Siniša Zekanović, Željen Trpovski, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*

Oblast-SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Mobilne Virtuelne Privatne Mreže predstavljaju korak naprijed u evoluciji mreža koje pružaju korisnicima sigurnu, pouzdanu i efikasnu komunikaciju. Ova komunikacija se odvija putem wireless tehnologije i omogućena je upotrebom adekvatne tehnologije, sigurnosnih mehanizama i protokola kombinovanih sa MVPN opremom i funkcionalnostima, sa zadatkom da se zadovolje potrebe korisnika.

Abstract – Mobile Virtual Private Networks represents step forward in evolution of networks that provides, secure reliable and efficient communication. This communication is taking place over wireless technology and it is enabled by using appropriate technology, security mechanisms and protocols combined with MVPN equipment and functionalities, with the mission to meet the needs of users.

Ključne riječi – wireless komunikacija, privatne mreže, mobilnost.

1. UVOD

Dinamika savremenog poslovanja nameće sve zahtjevnije i fleksibilnije komunikacijske standarde. Pravovremena i kvalitetna informisanost, kao i efikasna i besprijekorna komunikacija unutar organizacije i izvan nje, prema globalnom poslovnom okruženju, nužni su preduslovi veće produktivnosti i samim tim konkurentnosti. U tom smislu, važan segment unapređenja poslovanja predstavlja upotreba informatičkih i mrežnih tehnologija u poslovanju.

Kao jedan od načina za brže, bolje i efikasnije poslovanje i komunikaciju primenjuje se virtuelna privatna mreža.

U novije vrijeme mnogo pažnje se pruža mobilnom Internetu, koji na neki način uspijeva da održi trend rasta mobilne telefonije. Međutim, sam pristup Internetu ne može da pokrije investicije samih provajdera, pa su provajderi u potrazi za novim servisom koji je na bazi komutacije paketa, koja mnogo obećava [1,2,3].

Takav jedan servis mora da pruži personalizovan, predvidiv i siguran pristup privatnim mrežama kao što su korporacijske mreže, kada je u pitanju posao ili instant grupe za prenos poruka.

Ovakve zahtjeve za jednim servisom mogu da ispune samo Mobilne Virtuelne Privatne Mreže, koje možemo objasniti kao sinergiju sigurnih privatnih mreža podataka i dosta nesigurnih mobilnih i wireless interfejsa.

2. WIRELESS MREŽE

Wireless komunikaciju karakteriše upotreba wireless konekcije koja se uspostavlja kroz vazduh, kao prenosni medijum, što pored prednosti donosi i nekoliko bazičnih problema kada je u pitanju kontrola. Sami signali se generišu putem antena, u svim pravcima, što omogućava slobodno kretanje entiteta. Postoje tri tipa wireless mreža: systemske interkonekcije koje se odnose na vezu između uređaja, WLAN koje služe za pokrivanje manjih područja i uključuje AP (Access Point) i mrežne entitete, WWAN koje pokrivaju mnogo veća područja sa centralnim entitetima koji se nazivaju BS (Base Station).

2.1. Mrežne strukture

Postoje dva tipa wireless mreža: infrastrukturne i ad-hok mreže. Karakteristika infrastrukturnih mreža jeste prisustvo samo jednog wireless skoka i komunikacija uz posredovanje AP. Ad-hok mreže karakteriše odsustvo centralnog entiteta, odnosno direktna komunikacija između MN i više wireless skokova. Treba istaći da veliki broj mreža predstavlja kombinaciju ova dva tipa

3. VIRTUELNE PRIVATNE MREŽE

Ovaj pojam se prvobitno pojavio u telefoniji kada je korisnicima koji koriste javni telefonski sistem omogućeno nešto što je jako slično PBX po funkcionalnosti. Kada su u pitanju mreže podataka ovaj pojam se upotrebljava za servise sa šifrovanjem podataka ili kreiranjem logičkih kanala unutar javne mreže. Prednosti koje posjeduje privatna mreža jesu: povećana sigurnost, predvidive performanse, nezavisnost izbora IP adresa.

3.1. Klase VPN

Trenutno postoje tri široke klase VPN: šifrovani VPN jeste najzastupljeniji tip i odnosi se na šifrovanje korisničkih podataka kako potencijalni presretači ne bi došli do sadržaja, tunelno-baziran VPN se odnosi na prenos korisničkog saobraćaja putem tunela ili logičkih kanala obezbjeđujući povećanu sigurnost i poboljšane performanse, optičke privatne mreže koje zahvaljujući SDH (Synchronous Digital Hierarchy) i DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) tehnologiji omogućavaju velike propusne opsege, međutim zbog cijene nisu toliko zastupljeni kod korisnika.

4. MOBILNE VIRTUELNE PRIVATNE MREŽE

Veliki napredak tehnologije, doveo je i do razvoja mobilnih uređaja koji su dostigli visok nivo funkcionalnosti. Mobilni VPN se koristi u specijalnim situacijama kada krajnji korisnik VPN nije vezan za jednu IP adresu, nego se kreće kroz nekoliko različitih mreža. Koristi se u politici, zdravstvu i mnogim drugim industrijskim granama. Sa velikim stepenom porasta, mobilni VPN su prihvatili

NAPOMENA:

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

mobilni profesionalci i kancelarijski radnici kojima je potrebna pouzdana konekcija [5-8].

4.1. MVPN provajderi

Postoje tri velike grupe MVPN provajdera: *wireless* operatori predstavljaju najveću grupu pošto posjeduju licence za spektar i radio infrastrukturu i uvode raznovrsnu ponudu i veću kontrolu; Mobilni Virtuelni Privatni Operatori su zainteresovani za mrežno bazirane VPN, međutim posjeduju ograničenu posredničku ulogu; Tradicionalni Internet provajderi pružaju MVPN servise u dogovoru sa *wireless* operaterima sa ciljem promocije i proširenja već postojećih usluga.

4.2. MVPN korisnici

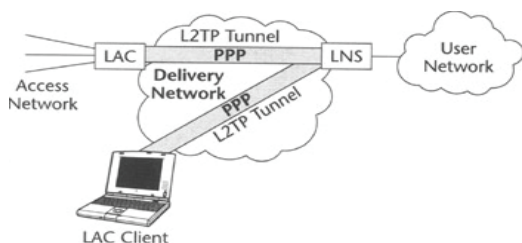
Generalno, MVPN korisnici se mogu podijeliti u sledećih nekoliko kategorija: mala preduzeća koriste MVPN zbog niskih troškova, prikladnosti i dobre povezanosti sa centralom; velike kompanije su zainteresovane zbog produktivnosti i dostupnosti zaposlenih; državne institucije zahtevaju visok nivo fleksibilnosti pa iz tog razloga više koriste MVPN; provajderi koriste MPN zbog uzajame razmijene saobraćaja.

5. MVPN TEHNOLOGIJE TUNELIRANJA

Mobilni VPN zahtjeva korišćenje tehnologije koja koristi javno dostupnu infrastrukturu i koja dopušta kreiranje virtuelne privatne veze između korisničkih mrežnih lokacija i mobilnih stanica, koja se bazira na kapsuliranju ili tuneliranju paketa podataka u nove pakete i prenos uz pomoć adresnih šema. Postoji nekoliko protokola tuneliranja koji se koriste.

5.1. Layer 2 Transfer Protocol

Layer 2 Tunneling Protocol je definisan kao IETF protokol koji pruža standardni pristup tuneliranju PPP frejmova preko IP. Postoje dva entiteta koje L2TP definiše, slika 1., sa dvije različite uloge koje su primarne kada je u pitanju ovaj protokol: *L2TP Access Concentrator* (LAC) se nalazi u krajnjoj tački mrežnog pristupnog protokola i ima mogućnost uspostavljanja tunela ka odgovarajućem L2TP mrežnom serveru (LNS); LNS čija je uloga prekidanje tunela od LAC, korisnička autentikacija i dodjela adresa. Siguran L2TP protokol zahtjeva drugi IETF protokol definisan kao podrška IP sigurnosti: *IPSec*.



Slika.1. L2TP model

Zaglavlje L2TP poruke sadrži *Network ID* i *Session ID* zbog definisanja tunela i PPP frejmova između entiteta. S obzirom na fleksibilnost i širok set opcija, L2TP se koristi kako bi se rastavila krajnja tačka pristupa od krajnje tačke PPP protokola i ima veliku primjenu kod velikih korporacija.

5.2. Mobilni IP

Mobile IP je definisan kao tehnološki nezavisan protokol za kreiranje i održavanje tunela koji dozvoljava Internet hostovima i ruterima koji se nalaze u rovingu da zadrže stalnu IP adresu i konstantu IP konekciju sa matičnom

mrežom. *Mobile IP* mora biti implementiran u tri osnovne funkcije: *Home Agent* (HA), *Foreign Agent* (FA) i *Mobile Node* (MN). HA je obavješten od strane MN o trenutnoj lokaciji, putem *Mobile IP Registration Request* poruke, dok se MN kreće kroz različite mreže. Lokacija MN je predstavljena od strane *care-of-address* (CoA), koja mu je privremeno dodijeljena od strane FA. Uloga HA je prosljeđivanje saobraćaja ka MN (skoro uvijek preko FA) i prijem istog od MN, kada se koristi povratno tuneliranje.

5.3. Multi Protocol Label Switching (MPLS)

MPLS obezbjeđuje mehanizam za prosljeđivanje paketa za bilo koji mrežni protokol. Sa MPLS, paketi se prenose od LSP (*Label Switched Path*) ulazne tačke do LSP izlazne tačke, pri čemu se vodi računa o labeli koja se dodaje pri svakom koraku. MPLS koristi IP adrese za određivanje krajnjih tačaka i posredničkih svičeva i rutera, što ga čini IP kompatibilnim za integraciju sa drugim IP mrežama.

MPLS radi na principu označavanja saobraćaja, u ovom slučaju paketa, sa labelama sa ciljem da se kreira LSP. Kada je paket primljen, ruter koristi ovu labelu da bi identifikovao LSP. Dalje se posmatra LSP u sopstvenoj tabeli za prosljeđivanje da bi se odredio najbolji link preko kojeg bi se prosljeđivali paketi, kao i koja će se labela koristiti na sledećem hopu.

6. SIGURNOSNO ADRESIRANJE

Nesigurnost je prepoznatljiva karakteristika IP tehnologije. Integritet podataka, autentikacija porijekla podataka, kao i povjerljivost se moraju obezbijediti dodavanjem sigurnosnih mehanizama uređajima i aplikacijama koje koriste IP i povećanjem sigurnosti putem dodataka i protokola, kao što je IPSec, koje definiše IETF.

6.1. IPSec

IPSec definiše neophodne komponente da bi se obezbjeđila sigurna komunikacija između krajnjih korisnika proširujući postojeći IP protokol sa dva zaglavlja: ESP (*IP Encapsulation Security Payload*) koji omogućava povjerljivost podataka, integritet i autentikaciju i AH (*Authentication Header*) koje prvenstveno obezbjeđuje integritet podataka i različitih polja IP zaglavlja. Osnovne komponente IPSec arhitekture su SPD (*Security Policy Database*) i SAD (*Security Association Database*). Svaki IP interfejs koji koristi IPSec mora biti opremljen sa bazom podataka za pravila za klasifikaciju sigurnosti i sigurnosne akcije. Sigurnosni ključevi mogu biti simetrični i asimetrični. Simetrični ili privatni ključevi se nalaze kod obe strane koje učestvuju u sigurnoj komunikaciji. Kod asimetričnog pristupa koristi se javni i privatni ključ. Javni ključ je poznat, dok se drugi drži u tajnosti. Podaci koji su šifrovani javnim ključem mogu se dešifrovati jedino korišćenjem povezanog privatnog ključa. Da bi se komuniciralo sa stranom upotrebom javnog ključa, potrebno je povjerenje u izvor samog ključa. Dakle, neophodno je povjerenje u mjesto gdje se takva informacija skladišti. Ovakva skladišta su poznata kao CA (*Certificate Authorities*) i oni kreiraju bazu PKI (*Public Key Infrastructure*).

6.2. Public Key Infrastructure (PKI)

PKI je relativno nov mrežni koncept definisan od strane IETF i ITU standarda. Svakim danom se primjećuje sve brža i brža adaptacija ovog koncepta od strane industrije

mreža podataka, u koju spadaju i virtualne privatne mreže. Autentikacija i servisi upravljanja putem ključa obezbjeđeni od strane PKI, korišćenjem sertifikata predstavljaju savršen mehanizam za podršku ostrim sigurnosnim zahtjevima. Za upotrebu ovih servisa, VPN klijenti i gejtveji moraju podržati PKI funkcionalnosti kao što su generisanje ključa, sertifikacioni zahtjevi i zajednički CA povjerenički odnosi.

PKI možemo definisati kao virtualni entitet koji kombinovanjem različitih fizičkih entiteta i nizom pravila povezuje javne ključeve sa identitetima entiteta koji su povezani sa samim ključevima, upotrebom sertifikacionih tijela.

7. HANDOVER

Korisnici wireless mreža su često u pokretu. Pošto je domet AP ili BS ograničen velika je mogućnost da će korisnici preći iz dometa jedne mreže, u domet druge mreže, što se definiše kao handover. Postoje dva tipa handover-a u zavisnosti od tehnologije koja se koristi: horizontalni, u okviru iste tehnologije i vertikalni kada se koristi različita tehnologija. Postoji još jedna podjela u odnosu na to da li prilikom handovera dolazi do prekida konekcije ili ne: meki handover označava prelazak pri kojem ne dolazi do prekida konekcije dok tvrdi handover označava prelazak pri kojem ne dolazi do prekida konekcije.

8. HOST IDENTITY PROTOCOL (HIP)

HIP obezbjeđuje sigurnu *end-to-end* mobilnost i multihomin kao odgovor na problem kratkotrajnosti identifikacije putem IP adresa i DoS (*Denial of Service*) napada.

8.1. Mobilnost i multihoming

Pojam mobilnosti se odnosi na održavanje aktivne komunikacije uslijed kretanja entiteta, odnosno uslijed mijenjanja pristupnih tačaka ka mreži., pri čemu se obavezno mijenja IP adresa.

Multihoming se odnosi na situaciju kada krajnji korisnik ima nekoliko paralelnih komunikacionih putanja koje može da koristi. Uz ova dva pojma vezuju se i sigurnosni problemi krađe i nagomilavanja adresa.

8.2. HIP arhitektura

HIP omogućava mobilnost i multihoming hosta putem različitih adresnih familija (IPv4 i IPv6), obezbjeđuje *end-to-end* enkripcijsku zaštitu od DoS napada, dozvoljava prelazak sa IP udaljenog pristupa baziranog na adrese na stalne host identitete, i vraća *end-to-end* host identifikacije uz prisustvo nekoliko adresnih domena odvojenih putem NAT uređaja.

Upotrebom HIP-a, hostovi mogu mijenjati svoje IP adrese bez prekida konekcije na transportnom sloju i mogu se osloniti na HIP da vodi računa o mobilnosti hosta.

Da bi komunicirali putem HIP-a, dva entiteta moraju da kreiraju HIP vezu. Ovaj proces se sastoji od razmjene četiri poruke, između inicijatora i onog koji odgovara. Taj proces se naziva HIP *Base Exchange* (BEX). Prilikom simultane kretanje dva hosta, lociranje samog hosta vrši se pomoću randevu servera koji predstavlja produžetak BEX-a.

9. AUTENTIKACIJA, AUTORIZACIJA I TARIFIRANJE

Isporuka bili kojeg servisa korisniku zahtjeva postojanje tri komponente: autentikaciju ili potvrdu identiteta, autorizaciju ili potvrdu prava pristupa servisu i tarifiranje ili bazu podataka na osnovu koje se vrši naplata za korišćeni servis [9].

9.1. Korisnička autentikacija i autorizacija

Proces korisničke autentikacije i autorizacije se sastoji iz dva koraka: *front-end* proces ili prikupljanje autentikacionog i autorizacionog materijala od korisnika i *back-end* proces, odnosno potvrda prikupljenog materijala.

9.2. Prikupljanje podataka za tarifiranje

Postoje dva pristupa za prikupljanje podataka za tarifiranje. Prvi pristup se bazira na skladištenju podataka na opslužujuću čvor, dok se drugi pristup odnosi na prikupljanje podataka kada je korisnik mobilan pri čemu se informacije šalju ka gejtveju ili serveru, kojima sistem za napletu kasnije pristupa.

9.3. AAA i servisi mrežnog pristupa

Da bi se izbjeglo skladištenje podataka na svaki server, standardom je definisan protokol za autentikaciju i autorizaciju, RADIUS, kao i ekstenzija za tarifiranje RADIUS *Accounting*. Mrežni server razmjenom poruka sa RADIUS serverom odlučuje o tome da li će prihvatiti određenog korisnika u mrežu.

9.4. Autentikacione metode za pristup

Većina metoda autentikacije mrežnog pristupa razvijeno je na način sa podrži PPP autentikacionu fazu. Najpopularnije metode su: PAP (*Password Authentication Protocol*), CHAP (*Challenge Handshake Authentication Protocol*) i EAP (*Challenge Handshake Authentication Protocol*)

9.5. AAA i roaming: identifikator mrežnog pristupa

Kada korisnik želi da koristi isti servis u gostujućoj mreži kao da se nalazi u matičnoj mreži, gostujuća mreža i matična mreža moraju biti u mogućnosti da razmjene AAA informacije i to putem RADIUS *proxy* konfiguracije. IETF je predstavio ovaj metod tako što je definisao korisnički identifikator sastavljen od korisničkog imena i domena Format identifikatora je *korisnik@domen*, i poznat je kao *Network Access Identifier*.

10. MVPN OPREMA

MVPN klijenti i MVPN gejtveji su dvije glavne kategorije MVPN proizvoda potrebnih da bi se kreirao funkcionalan sistem [10,11].

10.1. MVPN klijenti

Kreirani su sa namjenom da zadovolje mrežne potrebe jenog korisnika i mogu se implementirati na bilo koji tip prenosivog uređaja, ili u softver ili u hardver. Softver klijenti su rasprostranjeni zbog svoje funkcionalnosti i cijene, međutim nisu toliko efikasni. Kreirani su za posebne operativne sisteme, a integrišu se direktno ili kao *bump-and-stack*. Hardver klijenti su manje zastupljeni. Mogu se implementirati kao dodatni uređaji, kao što su smart katiće.

10.2. MVPN gejtveji

Predstavljaju kamen temeljac MVPN i smješteni su na granici između javnih i MVPN korisničkih mreža.

Glavni zadatak MVPN gejtveja jeste sigurna transmisija korisničkih podataka između mobilnih VPN klijenata i odredišta unutar virtuelnih privatnih mreža.

Mogu se implementirati i u hardver i u softver na posebnoj platformi ili u kombinaciji sa postojećim uređajima. Implementacija wireless platformi se može klasifikovati u dvije grupe: bazirane na ruterima/IP svičevima koje imaju namjenu da sprovedu u dijelo šro više mrežnih funkcija i platforme bazirane na serverima koje podržavaju veliki broj zadataka i aplikacija.

11. ZAKLJUČAK

Ogroman napredak tehnologije doveo je do povećanja očekivanja korisnika kada je u pitanju komunikacija. Mobilne Virtuelne Privatne Mreže ispunjavaju očekivanja korisnika kada je u pitanju sigurna, pouzdana i najvažnije, mobilna komunikacija. Ove mreže se nadovezuju na wireless platformu i predstavljaju logičana korak naprijed u odnosu na Virtuelne Privatne Mreže. Da bi se omogućila već spomenuta mobilnost korisnika, jako je bitna tehnologija, odnosno protokoli koji omogućavaju kretanje korisnika kroz različite mreže.

Posebna pažnja posvećena je protokolima i mehanizmima koji mogu da se koriste u ovom slučaju: *Layer 2 Transfer Protocol*, *Mobile IP*, *Multi Protocol Label Switching*, *Host Identity Protocol*. Pošto ova tehnologija koristi javnu infrastrukturu preko koje kreira virtuelne putanje za prenos podataka koji naravno ne treba da budu dostupni svima, jako bitna stvar jeste adresiranje paketa podataka, kao i njihova sigurnost koju obezbjeđuje *IPSec*.

Za pravilno funkcionisanje MVPN mreža bitne su funkcionalnosti mreže, odnosno mogućnost da se sprovede autentikacija, autorizacija i tarifiranje, a naravno i MVPN oprema, odnosno MVPN klijenti i MVPN gejtveji, sa zadatkom da zadovolje potrebu kako cjelokupne mreže, tako i klijenata. Pored mnogih prednosti ovih mreža, postoje i određeni nedostaci u vidu još izraženijeg socijalnog povlačenja korisnika, iniciranog nastankom i sve većom ekspanzijom socijalnih mreža.

12. LITERATURA

- [1] Alex Shneyderman and Alessio Casati, "*Mobile VPN: Delivering Advanced Services in Next Generation Wireless Systems*", John Wiley & Sons 2003.
- [2] Motorola Inc, "*Mobile VPN - Secure Connectivity on the Move*", 2008.
- [3] White Paper, "*Evolution of Mobile VPN and its Implications for Security*", jun, 2005.
- [4] Dr Radomir Janković, "*VIRTUELNE PRIVATNE MREŽE*".

[5] White Paper, "*Introduction to MVPN*", novembar, 2002.

[6] Mr Nenad Krajnović, "Multi Protocol Label Switching - MPLS", Elektrotehnički fakultet Beograd, katedra za telekomunikacije.

[7] Laszlo Bokor, Szabolcs, Laszlo Tamas Zeke, Gabor Janey, "*Design and Evaluation of Host Identity Protocol (HIP)*", Budapest University of Technology and Economics, Department of Telecommunications

[8] Andrei Gurtov, Miika Komu, "*Host Identity Protocol: Identifier/Locator Split for Host Mobility and Multihoming*" Helsinki Institute for Information Technology, mart 2009.

[9] Tomas R. Henderson, Jeffrey M. Ahrenholz, Jae H. Kim, "*Experience with the Host Identity Protocol for Secure Mobility and Multihoming*", Boeing Phantom Works, Seattle.

[10] www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_0t/12_0t1/feature/guide/12tpT.html#wp5939

[11] http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_IP

Kratka biografija:



Siniša Zekanović rođen je u Mrkonjić Gradu 1987. god. Diplomski-bachelor rad na temu „Servisi, arhitektura i protokoli GPRS mreže“ odbranio je 2010. na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, a samim tim činom okončao je i osnovne studije sa prosečnom ocenom 8,55. Na istom fakultetu, 2010. godine odbranio je i diplomski master rad na temu „Mobilne Virtuelne Privatne Mreže“.



Željko Trpovski rođen je u Rijeci 1957 god. 1991. je magistrirao, 1998. doktorirao na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Od 2004. godine ima zvanje vanrednog profesora. Oblast interesovanja su mu osnovi telekomunikacija i digitalna obrada slike. Na Fakultetu tehničkih nauka drži nastavu iz predmeta Analiza telekomunikacionih sistema i signala, Optičke telekomunikacije i TV i video sistemi

УПОРЕЂИВАЊЕ FULL FRAME И APS-C СЕНЗОРА ДИГИТАЛНИХ SLR
ФОТОАПАРАТА

COMPARISON OF DIGITAL SLR CAMERA FULL FRAME AND APS-C SENSORS

Предраг Новаковић, Драгољуб Новаковић, Игор Карловић,
Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАФИЧКО ИНЖЕЊЕРСТВО И ДИЗАЈН

Кратак садржај – У истраживању су упоређена два различита дигитална сензора који се користе у телима професионалних фотоапарата. У раду је дат и приказ принципа грађе, основних карактеристика и начин генерисања дигиталног облика слике. Такође, рад обухвата и упоредни преглед различитих технологија израде сензора DSLR фотоапарата, са освртом на предности и недостатке. У експерименталном делу тестирани су и упоређени 35 mm (full frame) и сензори APS-C формата у погледу квалитета репродукције слике.

Кључне речи: Сензори, DSLR фотоапарати, CMOS, Full-frame, APS-C

Abstract – The aim of this paper is the comparison of digital sensors used in professional camera bodies. This paper presents the principles of materials, basic characteristics and method of generating a digital image format. Also, the work includes a comparative review of various technology development of DSLR camera sensors, with emphasis on the advantages and disadvantages. In experimental part the 35 mm (full-frame) and APS-C sensors were tested and compared in the function of reproduction quality.

1. УВОД

Велики развој у свим областима технологије и штампарској индустрији довео је и до убрзаног развоја професионалних дигиталних фотоапарата. Данас је веома ретка употреба професионалних фотоапарата са филмом и углавном су у употреби у неким облицима уметничке фотографије.

Дигитални сензор слике је у последњих 15-ак година потпуно избацио употребу филма, поготово када се ради о професионалној фотографији и употреби SLR фото-апарата у графичкој индустрији. Број мегапиксела које поседују дигитални фотоапарати вртоглаво расте из године у годину, а са мега-пикселима побољшавају се и остале карактеристике и могућности, тако да је све квалитетнија репродукција изводљива од стране све јефтинијих DSLR фотоапарата.

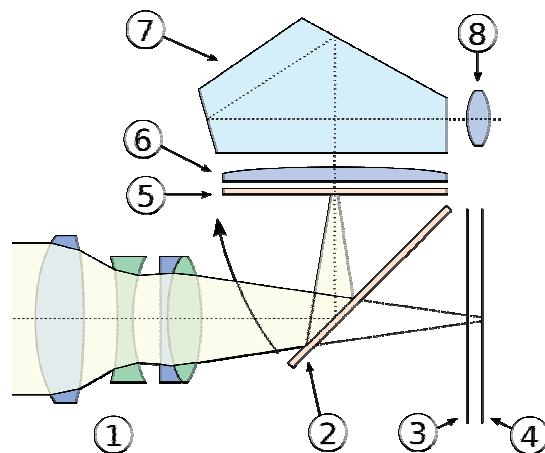
2. ДИГИТАЛНИ SLR ФОТОАПАРАТИ

Дигитални рефлексни фотоапарати (енг. Digital single-lens reflex, DSLR) су дигитални фотоапарати, који користе систем механичких огледала и пентапризми или пентаогледала како би светло било усмерено са објектива на оптички окулар.

3. КОНСТРУКЦИЈА DSLR ФОТОАПАРАТА

Попречни пресек оптичких компоненти DSLR-а показује како светло пролази кроз скуп сочива која се налазе у објективу, рефлектује се од стране рефлексног огледала ка пентапризми и пројектује се на мат фокусни екран. Помоћу сабирног сочива и троструког рефлектовања унутар горње пентапризме, слика долази до окулара одакле се даље пројектује до људског ока. Фокусирање се изводи или аутоматски, или ручно, окретањем точића за фокусирање који се налази на телу објектива.

Током експозиције, конструкција огледала се подиже на горе, отвор бленде се смањује (у зависности од подешавања), а затим се завесица бленде отвара и омогућава систему сочива у објективу да пројектују светло на сензор фотоапарата. Друга завесица, потом, прекрива сензор, чиме се окончава експозиција, а огледало враћа у првобитни положај док се бленда враћа на почетну величину. За то време уграђени механизам припрема затварач за наредну експозицију. Конструкција овог система приказана је на слици 1[1].



Слика 1. Попречни пресек DSLR система

Временски период за који се огледало подигне горе назива се и „замрачење окулара“ и пожељно је да брзина огледала и бленде буду што већи, како се не би чекало на фотографисање, поготово када је у

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из дипломског-мастер рада чији ментор је др Драгољуб Новаковић, ред.проф.

питању фотографисање неког покрета/акције. Цео овај процес се одвија аутоматски у временском периоду који се мери у милисекундама, у фотоапаратима који су дизајнирани тако да могу овај процес да понове од 3 до 10 пута у једној секунди.

4. СЕНЗОРИ СЛИКЕ КОД DSLR-ОВА

Сензор за слику је уређај који конвертује оптичку сигнал у електронски сигнал и они се најчешће користе у дигиталним фотоапаратима и камерама [2].

4.1 Функције сензора

Фото-конверзија

Када флуks фотона уђе у полупроводник на енергетским нивоима који превазилазе енергију процепца у полупроводнику, E_g , тако да је

$$E_{\text{photon}} = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda} \geq E_g \quad (1)$$

где је h – Планкова константа, c – брзина, ν – фреквенција, а λ – таласна дужина светлости, број фотона који су апсорбовани у области чија је дебљина пропорционалан је интензитету флуksа фотона.

- Сакупљање и акумулација набоја
- Скенирање матрице за креирање слике
- Детектовање набоја

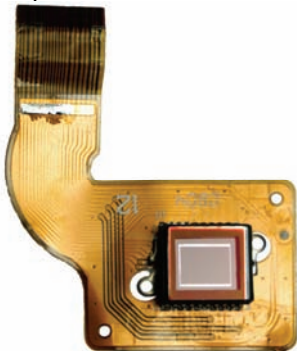
Појединачни набој, Q_{sig} , похрањује се у бунар потенцијала, који надгледа струјни бафер. Промена потенцијала, ΔV_{FD} , коју изазива напон исказана је у следећој формули:

$$\Delta V_{FD} = \frac{Q_{\text{sig}}}{C_{FD}} \quad (2)$$

где је C_{FD} капацитет повезан са бунаром потенцијала и који се понаша као капацитет конверзије набоја у струју.

4.2 CCD сензори

Код CCD-а, долазећи фотони погађају матрицу фотодиода које конвертују светлосну енергију у електроне који се кратко складиште у „бунарима“ набоја, пре транспорта преко регистара до појачавача. Пример оваквог чипа је приказан на слици 2.

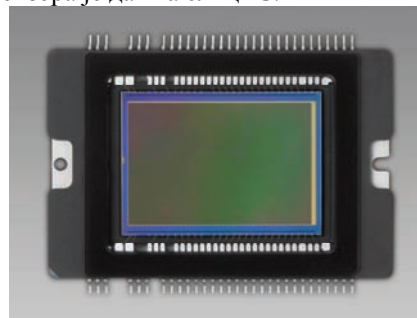


Слика 2. CCD сензор на флексибилној плочи

4.3 CMOS сензори

CMOS сензори су, исто као и CCD-ови, полупроводнички светлосни сензори. Они имају, великим

делом, сличну структуру као и CMOS меморијски чипови који се користе у рачунарима и микропроцесорима. Ови сензори садрже редове фотодиода упарене са појединачним појачивачима како би се појачао електрични сигнал са фотодиода [3]. Приказ CMOS сензора је дат на слици 3.



Слика 3. Canon CMOS сензор

Главна карактеристика CMOS сензора и разлика у односу на CCD је то да сваки појединачни пиксел има претварач који претвара набој у струју која се потом читава. Остале предности CMOS-а су: већа брзина, мања потрошња електричне енергије, компактност и једноставнија конструкција.

5. ВЕЛИЧИНЕ И ФОРМАТИ СЕНЗОРА

Формат сензора код дигиталног фотоапарата одређује видни угао одређеног објектива у употреби са одређеним фотоапаратом. Конкретно, сензори код DSLR фотоапарата су претежно мањи од 24x36mm, колика је област слике на Full-frame 35mm фотоапаратима и стога су они углавном ужег видног угла [4].

5.2 35 mm Full-Frame формат

Full-frame DSLR има сензор који је исте величине као филмски оквир код 35mm филма (36x24mm). Када се објектив, намењен фотоапаратима пуног формата, било да је у питању филмски или дигитални фотоапарат, стави на DSLR са мањим сензором, само се централни део слике са објектива бележи. Ивице слике се одсецају, што је еквивалент коришћењу зумирања на централни део области слике.

5.3 APS-C формат

Напредни фото систем Ц врсте (енг. Advanced Photo System type-C, APS-C) је формат сензора димензија 25,1 x 16,7 mm и односа страница 3:2.

APS-C сензори се користе у великом броју DSLR фотоапарата. Ова врста сензора постоји у многобројним различитим изведбама у зависности од произвођача и модела фотоапарата у којем се користе. Све APS-C варијанте су знатно мање од стандардног 35mm филма и њихове величине се крећу од 20,7 x 13,8 mm до 28,7 x 19,1 mm.

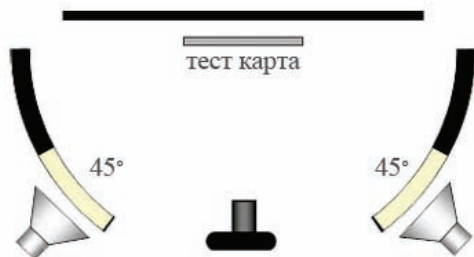
6. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

У складу са стандардом ISO 7589 (осветљивачи у сензитометрији; спецификација за дневно и јако волфрамско осветљење) за осветљавање приликом тестирања коришћене су две професионалне студијске

блиц главе Bowens Gemini 500r са монтираним софтбоксовима за дифузију светлости.

Уједначеност осветљења проверена је помоћу светломера „Sekonic L-358 Flash Master“.

Блиц главе, постављене су под углом од 45° у односу на тест мету (слика 4.). На овај начин постигнуто је равномерно осветљење читаве тест површине и избегнут је нежељени одсјај. Осветљење је постављено тако да осветљеност сваког сегмента тест-мете буде једнака просечној осветљености централног дела (уз дозвољена одступања $\pm 10\%$).



Слика 4. Поставка светла у студију

Експериментална мерења имала су за циљ изражавање основних параметара квалитета (репродукција боја, динамичког опсега и шума) два CMOS сензора различитих формата (Full-frame и APS-C) у нумеричко-графичком облику.

За тестирање су коришћена два Canon DSLR-a, Canon EOS 400D са сензором APS-C величине и Canon EOS 5D Mark II који има сензор пуног 35mm формата. За испитивање је коришћен професионални програмски пакет - Imatest.

На основу добијених резултата извршена је оцена сваког сензора понаособ и њихово међусобно поређење, а све у циљу утврђивања зависности квалитета сензора од његовог формата односно квалитета израде.

6.1 Квалитет репродукције боја

На квалитет репродукције боја највећи утицај имају Бајеров филтер за боје, процесуирање сигнала и алгоритми за баланс беле боје у самом фотоапарату, као и у RAW конвертору. Разлика боја се представља добијеним разликама ΔL^* , Δa^* и Δb^* , а оне представљају тоталну разлику или растојање на CIE Lab дијаграму и могу се означити једначином, односно, вредношћу која је позната као, већ поменута, апсолутна разлика боја ΔE^* и то израчунавањем следећом формулом [5]:

$$\Delta E^*_{ab} = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2} \quad (3)$$

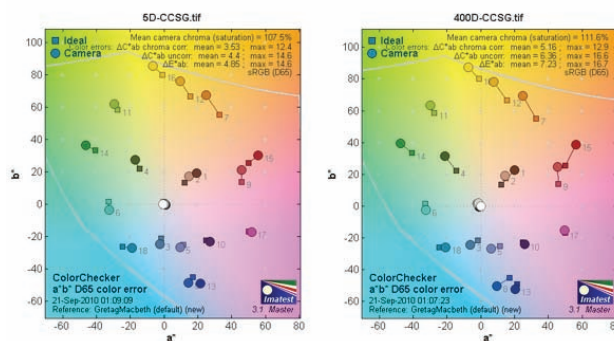
Такође, разлика боја може да се изрази и искључујући луминанцу (L^*). Тада се разлика боја означава ΔC^* , а израчунава се формулом

$$\Delta C^* = ((a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2)^{1/2} \quad (4)$$

Тестирањем помоћу тест карте ColorChecker SG дошло се до резултата у погледу квалитета репродукције боја FF и APS-C CMOS сензора који се могу видети у табели 1. Графички приказ квалитета репродукције боја у $L^*a^*b^*$ простору боја дат је у виду дијаграма за оба сензора на слици 5.

Табела 1. Резултати разлике боја

	5D II	400D
ΔE^*_{ab} (средња вредност)	5.14	5.38
ΔE^*_{ab} (max)	19.10	20.2
ΔE^*_{ab} (min)	0.42	0.49



Слика 5. a^*b^* дијаграми репродукције боја

6.2 Шум

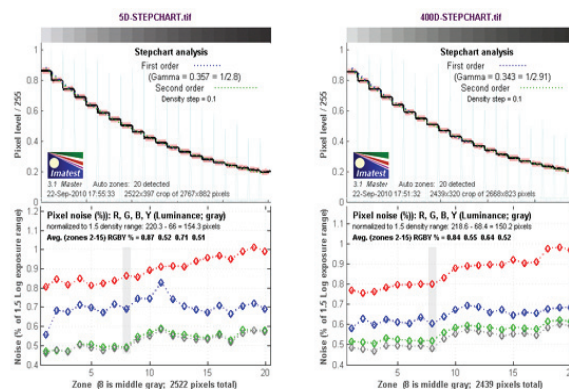
Постоје две врсте шума које утичу на квалитет слике. Први је фиксни шум, који настаје услед постојања слабе струје која се јавља и без присуства фотона, као и неисправних конвертора пиксела и сл.

Друга врста шума је насумични шум, који се јавља на различитим пикселима у различита времена и узрокован је или трепћућим светлом или термалним ефектима на сензору.

Резултати испитивања шума виде се у табели 2. док су одговарајући дијаграми и резултати Stepchart анализе приказани на слици 6.

Табела 2. Процент шума у каналима боја

	5D Mark II	400D
Црвени канал (R)	0,87%	0,84%
Зелени канал (G)	0,52%	0,55%
Плави канал (B)	0,71%	0,64%
Канал светлине (Y)	0,51%	0,52%



Слика 6. Stepchart анализа

6.3 Динамички опсег

Динамички опсег (или опсег експозиције) је опсег нивоа светлости које фотоапарат може да забележи, а обично се мери и изражава у f-стопама, односно EV

(енг. exposure value – вредност експозиције). F-стопа је, уствари, разлика између најсветлијих и најтамнијих делова слике у којима се виде детаљи. Повећавањем за једну f-стопу или један EV дуплира се количина светла.

Резултати тестирања динамичког опсега приказани су у табели 3. као и на слици 7.

Табела 3. Укупан динамички опсег у f-стопама

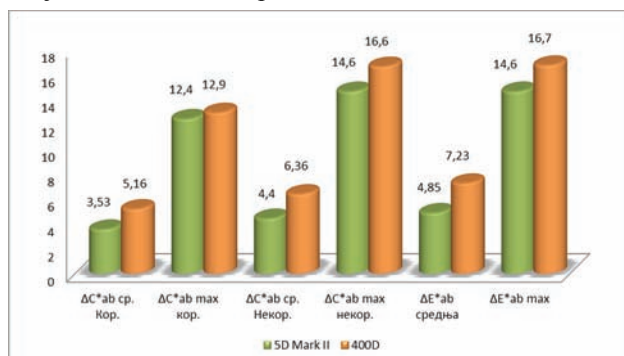
Canon EOS 5D Mark II	Canon EOS 400D
10,9	9,98

5D Mark II		400D	
RMS noise in f-stops (EV) (Quality)	Dynamic range in f-stops (EV)	RMS noise in f-stops (EV) (Quality)	Dynamic range in f-stops (EV)
Total:	10.9	Total:	9.98
1.0 (Low):	10.6	1.0 (Low):	9.83
0.5 (Medium)	9.68	0.5 (Medium)	9.1
0.25 (Med-High)	8.98	0.25 (Med-High)	8.27
0.1 (High)	7.66	0.1 (High)	7.04

Слика 7. Динамички опсези 5D Mark II и 400D

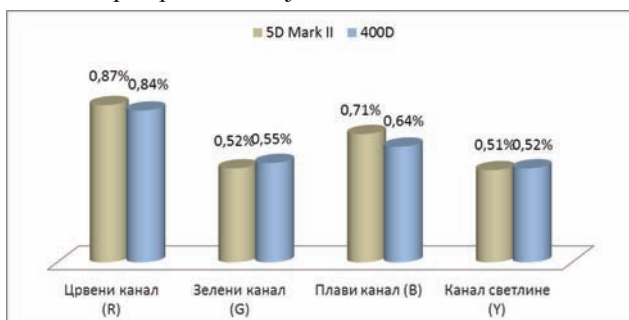
7. ДИСКУСИЈА И ПОРЕЂЕЊЕ РЕЗУЛТАТА

Тестирањем квалитета репродукције боја добијени су очекивани резултати (слика 8.) када су у питању ова два фотоапарата са различитим величинама сензора. Сензори пуног формата боље репродукује боје од APS-C сензора, што је поготово уочљиво када су средње вредности разлика боја у питању код анализе обојених поља тест карте.



Слика 8. Графички приказ разлике боја

Приликом анализе шума приказане на слици 9. може се видети да је процентуални удео шума у црвеном (R), зеленом (G), плавом (B) и каналу светлине (Y) на оба сензора прилично изједначен.



Слика 9. Графички приказ процента шума

Међутим, када се узме у обзир да сензор пуног формата коришћен у Canon EOS 5D Mark II фотоапарата има 12% већи пиксел (6.4μm) у односу

на APS-C сензор Canon 400D фотоапарата (5.7μm), могло би се рећи да ови резултати, такође, иду у прилог Full-frame сензора.

Када је у питању динамички опсег, на основу резултата, Full-frame сензор је показао шири опсег и боље перформансе по овом фактору квалитета у односу на APS-C.

8. ЗАКЉИЧЦИ

Темељне анализе и испитивања показала су да Full-frame сензор постиже боље резултате у односу на APS-C CMOS сензор са којим је поређен.

Експериментом је утврђено да се боје које репродукује Full-frame сензор мање разликују у односу на референтне вредности него боје које репродукује APS-C сензор. Такође, када је шум у питању FF сензор се боље показао, мада је и APS-C показао завидне резултате, тако да је у случају правилног руковања и коришћења Canon EOS 400D фотоапарата могуће добити квалитетно репро-дуковане слике када се посматра фактор шума. На крају када је у питању динамички опсег FF сензор је поново у благој предности, а та предност се највероватније уочава баш због величине самог сензора (као и пиксела на њему) што и јесте била тема овог рада.

9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Hosoe et al. (1978.) Single lens reflex camera. US Patent 4104652
- [2] Canon Inc. (2007.) White Paper on Full-Frame CMOS. Canon Inc. White Paper
- [3] Dickinson A. (1997.) "Active pixel sensor and imaging system having differential mode". US patent 5631704
- [4] Wootton C. (2005.) A Practical Guide to Video and Audio Compression: From Sprockets, and Rasters to Macroblocks. Elsevier. p. 137. ISBN 9780240806303
- [5] Novaković D., Karlović I., Pavlović Ž., Pešterac Č. (2008.) Reprodukciona tehnika priručnik za вежбе, FTN

Адреса аутора за контакт:

MSc Предраг Новаковић
contact@djapeman.com

Проф. др Драгољуб Новаковић
novakd@uns.ac.rs

Ass др Игор Карловић
karlovic@uns.ac.rs

Графичко инжењерство и дизајн
 Факултет техничких наука, Нови Сад

ISTRAŽIVANJE UTICAJA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI FLEKSO ŠTAMPE PUNIH TONOVA NA ALUMINIJUMSKOJ PODLOZI

RESEARCH OF EFFECTS OF SURFACE ROUGHNESS OF FLEXO PRINTING SOLID TONE AREAS ON ALUMINIUM PAPER BASE

Nataša Milović, Dragoljub Novaković, Sandra Dedijer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – Rad se bavi problematikom istraživanja međuzavisnosti površinske hrapavosti i dobijenog kvaliteta otiska. Istraživanje se vršilo za polja punog tona koja su odštampana na aluminiziranom papiru tehnikom flekso štampe, sa dve vrste flekso štamparskih formi. Preko odgovarajućih amplitudnih parametara hrapavosti izvršena je analiza površinske strukture kako pre štampe, tako i nakon štampe, u zavisnosti od korištene štamparske forme te brzine otiskivanja. Takođe, analizirana je i pokrivenost polja punog tona kroz softversku analizu slika koje su dobijene SpectroPlate uređajem.

Ključne reči: Flekso štampa, površinska hrapavost, pokrivenost površine

Abstract – The paper deals with the problem of researching the relationship between surface roughness and the resulting print quality. Testing is performed by observing solid tone areas that were printed on aluminum paper, using flexo technique and two kinds of printing plates. Through adequate amplitude surface roughness parameters, surface analyses before and after printing were made, in dependence of used printing plate and printing speed. In addition, the coverage of the printed solid areas was examined via images taken with SpectroPlate device using software for image analysis.

Key words: Flexo printing, surface, covered areas

1. UVOD

Kroz svoj rapidan razvoj u protekle dve decenije, flekso štampa je pokazala sposobnost postizanja visokog kvaliteta otiska na velikom broju različitih podloga. Fleksibilnost i jednostavnost su jedne od glavnih prednosti ovog procesa koji beleži pozitivan rast tokom poslednjih godina.

Grafički proizvodi moraju ispunjavati mnoge zahteve, među kojima su i tehnički zadovoljavajući otisak koji mora imati određenu trajnost u vremenu postojanja. Materijali na kojima se štampa moraju imati određena tehnička svojstva kako bi zadovoljili odabrani tehnološki proces štampe. Stoga je definisanje površinskih svojstava otiska kroz adekvatne parametre površinske hrapavosti od izuzetne važnosti s ciljem postizanja i održavanja krajnjeg kvaliteta otiska [1].

Osnovni predmet rada je ispitivanje hrapavosti odštampanih uzoraka flekso tehnikom štampe i njen uticaj na kvalitet konačnog otiska s ciljem utvrđivanja relacije hrapavosti površine i pokrivenosti polja punog tona (100%) u zavisnosti od štamparske ploče koja je korišćena za otiskivanje i brzine štampe.

Za ispitivanje u radu je korišćena aluminizirana podloga za štampu, gde je u prvom slučaju štampa vršena sa pokrivnom belom bojom, a u drugom slučaju bez pokrivne bele boje. Odabrane podloge su štampane sa dve digitalne štamparske forme – jednom koju karakteriše hibridni raster i druga sa konvencionalnim rastriranjem. Svi otisci su dobijeni na istoj štamparskoj mašini, pri čemu je varirana brzina štampe.

Odštampani otisci su ispitivani na poljima punog tona, gdje je ispitivana površinska hrapavost profilometrom TR200. Pokrivenost polja punog tona ispitivala se obradom fotografija površine dobijenih uređajem SpectroPlate u softveru za obradu slika ImageJ. Na osnovu dobijenih rezultata ispitivana je analogija pokrivenosti polja punog tona i površinske hrapavosti otiska.

2. STRUKTURA POVRŠINE MATERIJALA – POVRŠINSKA HRAPAVOST

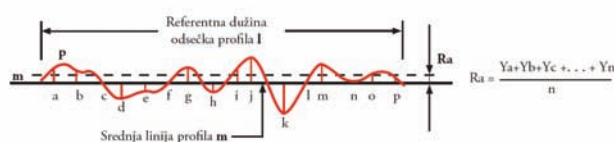
Pod pojmom hrapavosti podrazumevaju se sve nepravilnosti na površini materijala koje su posledica specifične obrade materijala, ali koje ne uključuju valovitost, odstupanje od oblika i površinske greške [2]. Definisanje tako složenog sistema zahteva nužno pojednostavljenje, tako da se hrapavost površina ocenjuje preko jednodimenzionalnih parametara na osnovu dvodimenzionalnog profila površine. Za istraživanje različitih površinskih struktura prvo se određuje profil površine, odnosno presek istraživane površine ravni obično okomitom na smer tragova obrade površine. Izbor metoda profilisanja i parametara hrapavosti definisan je međunarodnim standardima (ISO 11562, DIN 4777) [3].

U radu su praćeni amplitudni parametri hrapavosti (mere vertikalnih karakteristika odstupanja površine, odnosno, parametri koji su u potpunosti određeni visinama vrhova ili dubinama udubljenja ili oboje, nezavisno o horizontalnim razmacima hrapavih nepravilnosti površine), i to [4]:

- Srednje aritmetičko odstupanje profila, R_a – aritmetička sredina apsolutnih vrednosti koordinata $Z(x)$ unutar referentne dužine (slika 1).

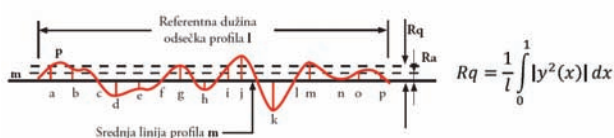
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Dragoljub Novaković, van.prof.



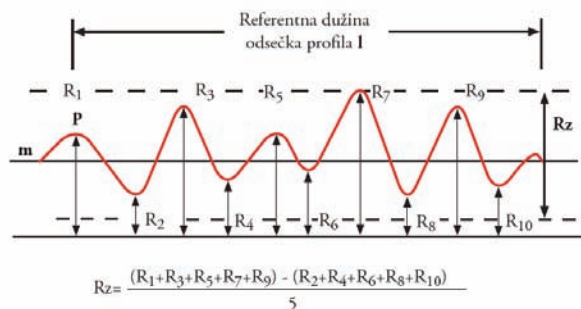
Slika 1. Presek površine za parametar R_a

Srednje geometrijsko odstupanje profila, R_q (Rms) – kvadratni koren iz aritmetičke sredine kvadrata odstupanja svih tačaka profila od referentne linije (slika 2):



Slika 2. Presek površine za parametar R_q

Srednja visina neravnina, R_z (DIN) – srednja vrednost pojedinačnih dubina hrapavosti Z određenih na pet uzastopnih referentnih dužina (slika 3), često se koristi pri kontaktnim merenjima (DIN 4768),



Slika 3. Presek površine za parametar R_z

Maksimalna visina profila, R_p - visina najvišeg pika (vrha) unutar referentne dužine (slika 4).



Slika 4. Presek površine za parametar R_p

3. UTVRĐIVANJE PARAMETARA HRAPAVOSTI POVRŠINE

Utvrdjivanje parametara hrapavosti vršeno je direktnom, kontaktnom metodom, prenosnim profilometrom TR 200. Osnovna podešavanja uređaja koja su korištena prilikom merenja su dužina uzorkovanja 0,25 mm, rezolucija merenja 0,01 μm , brzina kretanja glave mernog uređaja $V_t = 0.135 \text{ mm/s}$, merni opseg od $\pm 20 \mu\text{m}$, filter Gauss i kompatibilnost sa ISO 4287 standardom.

Ova podešavanja su odabrana nakon pripremnih merenja koja su pokazala da daju ponovljive rezultate za datu podlogu.

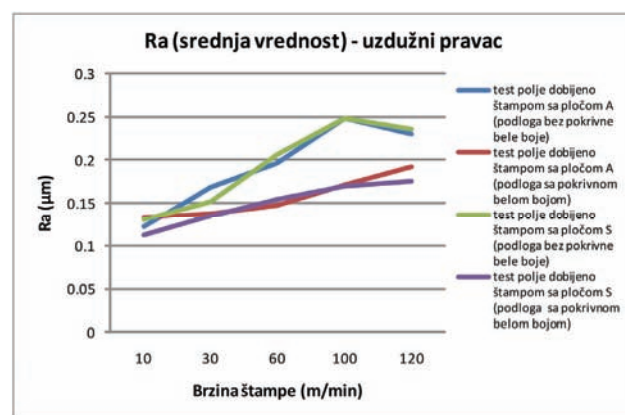
Merenja su vršena na aluminiziranom papiru bez prethodne štampe pokrivne bele boje i aluminiziranom papiru sa prethodno štampanom pokrivnom belom bojom. Svaka podloga je odštampana sa digitalnom pločom sa

LAM slojem, debljine 1.14 mm i tvrdoće 77 Shore, proizvođača Asahi gde je jedna ploča rastrirana sa AM (Amplitudno Modularnim) rasterom, u radu označena kao A ploča i ploča rastrirana sa Samba rasterom, u radu označena kao S ploča. Štampanje podloge je vršeno sa pet različitih brzina rada mašine: 10 m/min, 30 m/min, 60 m/min, 100 m/min, 120 m/min.

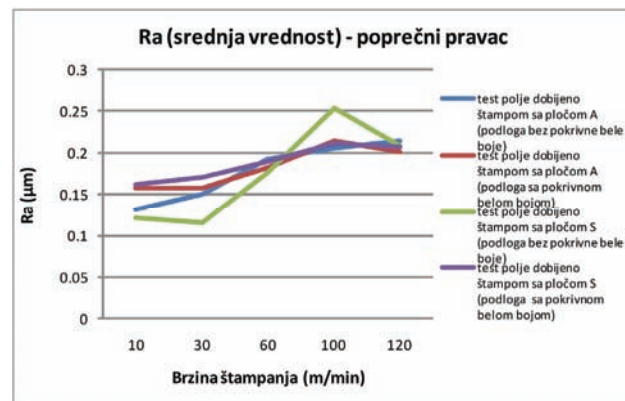
Svaka test traka je merena na tri polja, a svako polje je mereno po tri puta na tri različita mesta (pri obradi rezultata u obzir su uzete srednje vrednosti izmerenih veličina) i za uzdužni i poprečni pravac u odnosu na prolazak podloge kroz mašinu za štampu.

Amplitudni parametri hrapavosti koji su praćeni u radu su R_a , R_z , R_p i R_q .

Na slici 5 i 6 grafički su prikazane srednje vrednosti parametra R_a , mereno na polju punog tona za obe podloge za štampu i ispitivane brzine štampe, za uzdužni pravac (pravac štampe), odnosno poprečni pravac.



Slika 5. Grafički prikaz srednjih vrednosti parametra R_a za različite brzine štampe, mereno na polju punog tona (uzdužni pravac)

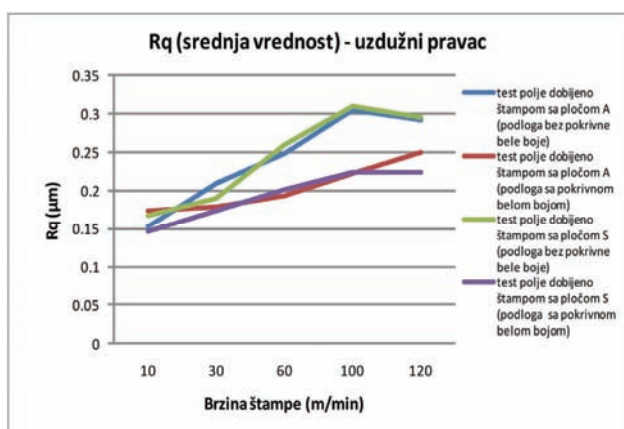


Slika 6. Grafički prikaz srednjih vrednosti parametra R_a za različite brzine štampe, mereno na polju punog tona (poprečni pravac)

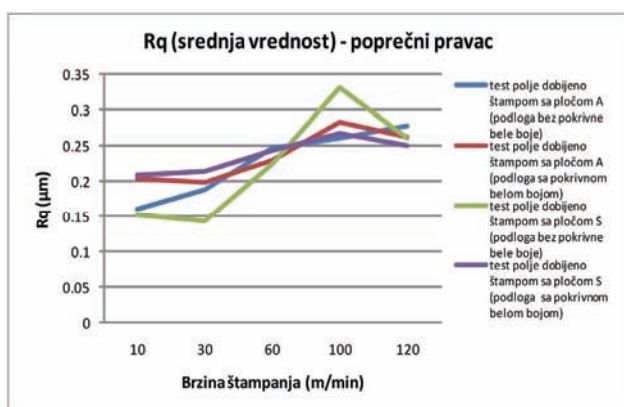
Dobijeni rezultati ukazuju da sa porastom brzine štampe vrednost parametra R_a raste. Takođe, veće vrednosti su zabeležene kod podloge bez pokrivne bele boje, za uzdužni pravac merenja, u slučaju obe korištene štamparske forme. Na rezultatima koji su dobijeni merenjem u poprečnom pravcu se može primetiti da u odnosu na uzdužni pravac, izuzevši vrednosti dobijene na polju punog tona štampano pločom S bez pokrivne bele boje, vrednosti parametra R_a se menjaju na identičan način sa promenom brzine štampe, a numerički su za istu

brzinu, neovisno od vrste ploče i podloge, veoma blizu jedna drugoj.

Na slici 7 i 8 grafički su prikazane srednje vrednosti parametra R_q , mereno na polju punog tona za obe podloge za štampu i ispitivane brzine štampe, za uzdužni pravac (pravac štampe), odnosno poprečni pravac.



Slika 7. Grafički prikaz srednjih vrednosti parametra R_q za različite brzine štampe, mereno na polju punog tona (uzdužni pravac)

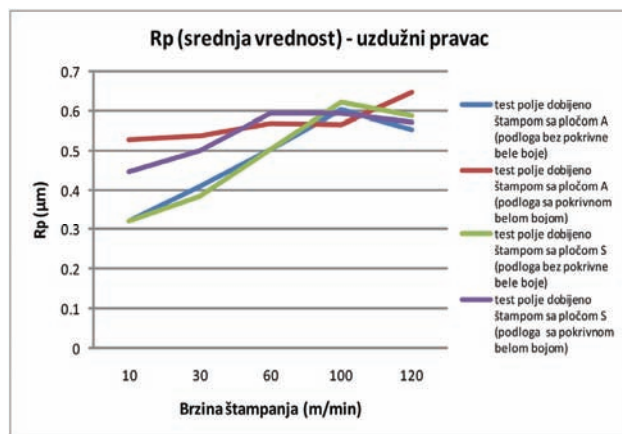


Slika 8. Grafički prikaz srednjih vrednosti parametra R_q za različite brzine štampe, mereno na polju punog tona (poprečni pravac)

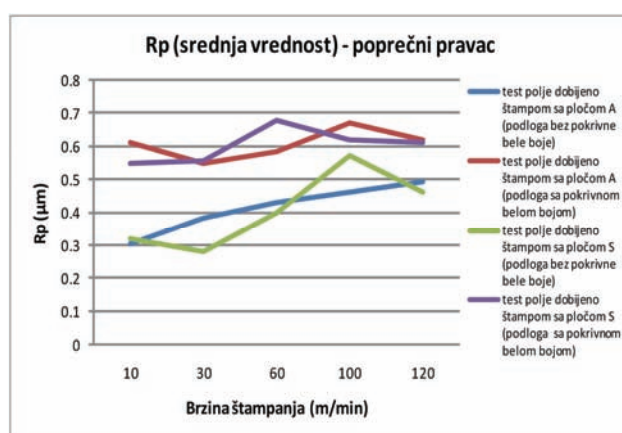
Dobijeni rezultati ukazuju da sa porastom brzine štampe vrednost parametra R_q takođe raste. Veće vrednosti se beleže kod podloge bez pokr. bele boje, za uzdužni pravac merenja. Na rezultatima koji su dobijeni merenjem u poprečnom pravcu se može primetiti da u odnosu na uzdužni pravac, izuzevši polje dobijeno pločom S bez pokr. bele boje, numerički, vrednosti su blizu jedna drugoj.

Na slici 9 i 10 grafički su prikazane srednje vrednosti parametra R_p , mereno na polju punog tona za obe podloge za štampu i ispitivane brzine štampe, za uzdužni pravac (pravac štampe), odnosno poprečni pravac. Dobijeni rezultati ukazuju da sa porastom brzine štampe vrednost parametra R_p raste. Veće vrednosti su zabeležene kod podloge sa pokr. belom bojom, za oba pravca merenja i obe ploče.

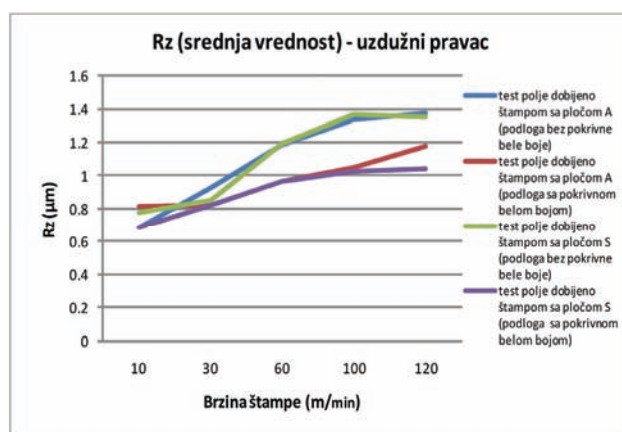
Na slici 11 i 12 grafički su prikazane srednje vrednosti parametra R_z , mereno na polju punog tona za obe podloge za štampu i ispitivane brzine štampe, za uzdužni pravac (pravac štampe), odnosno poprečni pravac.



Slika 9. Grafički prikaz srednjih vrednosti parametra R_p za različite brzine štampe, mereno na polju punog tona (uzdužni pravac)

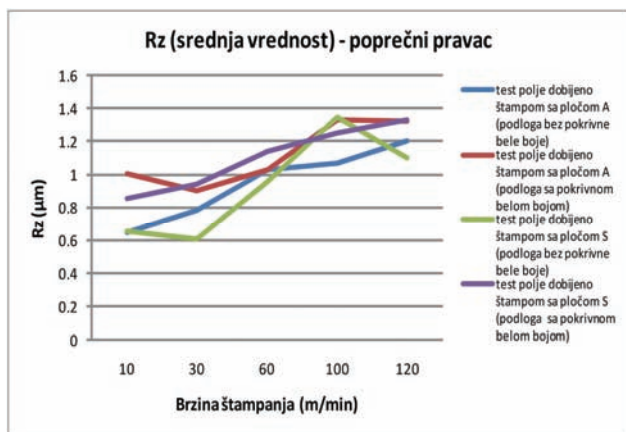


Slika 10. Grafički prikaz srednjih vrednosti parametra R_p za različite brzine štampe, mereno na polju punog tona (poprečni pravac)



Slika 11. Grafički prikaz srednjih vrednosti parametra R_z za različite brzine štampe, mereno na polju punog tona (uzdužni pravac)

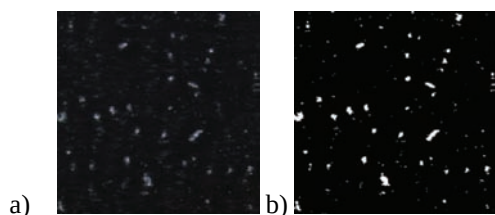
Dobijeni rezultati ukazuju da sa porastom brzine štampe vrednost parametra R_z raste. Takođe, veće vrednosti su zabeležene kod podloge bez pokr. bele boje, za uzdužni pravac merenja.



Slika 12. Grafički prikaz srednjih vrednosti parametra Rz za različite brzine štampe, mereno na polju punog tona (poprečni pravac)

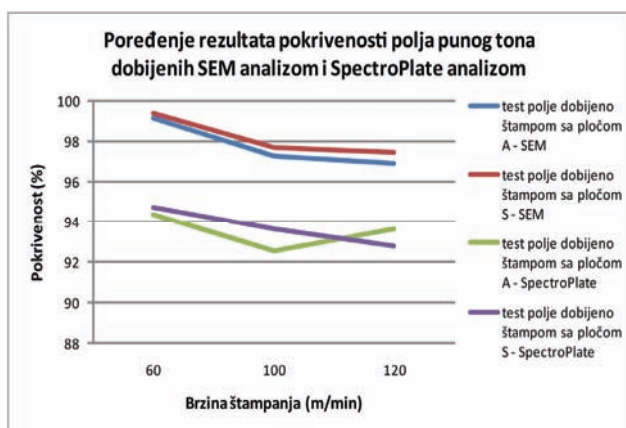
4. MERENJE POKRIVENOSTI POLJA PUNOG TONA

Utvrđivanje pokrivenosti polja punog tona vršeno je obradom slike površine u softveru ImageJ. Kao rezultat obrade se dobijala veličina pokrivenosti i nepokrivenosti površine izražena u procentima. Softverski su obrađene slike dobijene uređajem SpectroPlate (slika 13 a). Snimci dobijeni SpectroPlate uređajem u softveru ImageJ obrađeni su na način da sve površine koje su prekrivene bojom dobijaju crnu boju, a neprekrivene površine dobijaju belu boju (slika 13 b).



Slika 13. Slika uzorka dobijena SpectroPlate uređajem i obradom u ImageJ softveru

Na slici 14 je dat grafički prikaz rezultata pokrivenosti polja punog tona dobijenih analizom slika uzoraka sa uređajem SpectroPlate.



Slika 14. Prikaz rezultata pokrivenosti polja punog tona (dobijenih analizom snimaka sa uređajem SpectroPlate)

Rezultati ukazuju da je veća pokrivenost dobijena na otiscima bez pokrivne bele boje, nezavisno od korištene štamparske forme. Takođe, u pogledu brzine štampe najveća pokrivenost zabeležena je na podlozi štampanoj brzinom 60 m/min, dok sa povećanjem brzine štampe pokrivenost opada, kako za otiske sa pokrivnom belom bojom tako i za otiske bez pokrivne bele boje.

5. ZAKLJUČAK

Istraživanja koja su obavljena su imala za cilj utvrđivanje vrednosti parametara hrapavosti punog tona na otiscima dobijenim na alumiziranoj podlozi štampano flekso tehnikom štampe u slušaju štampe sa i bez pokrivne bele boje, sa dve različite štamparske forme i pri različitim brzinama štampe, te utvrđivanje pokrivenosti punih tonova u zavisnosti od uslova otiskivanja.

Vrednosti praćenih amplitudnih parametara hrapavosti su ukazali na strukturu površine polja punog tona na ispitivanim uzorcima. Softverska obrada odgovarajućih snimaka polja punog tona ukazala su na vrednosti pokrivenosti i nepokrivenosti površine punih tonova.

Ispitivanja hrapavosti površine pokazala su da se, kako je bilo i očekivano, sa nanošenjem pokrivne bele boje, površinska hrapavost smanjuje. Takođe, pokazano je da sa porastom brzine štampe, rastu i vrednosti praćenih parametara hrapavosti.

Rezultati su takođe pokazali da površine sa pokrivnom belom bojom, koje su ujedno pokazivale niže vrednosti praćenih amplitudnih parametara hrapavosti, imaju manju pokrivenost bojom i obrnuto.

LITERATURA

- [1] Chapparda D., Degasne I., Hurec G., Legrand E., Audran M., Basle M.F.: *Image Analysis "Measurements of Roughness by Texture and Fractal Analysis Correlate with Contact Profilometry"*, www.sciencedirect.com, 2002.
- [2] Baross, G.G.: *"Optical Topographical Characterisation for Flexographic Printability Assessment"*, Karlstad University Studies, 2004.
- [3] Leloup G.: *"Measurement and Prediction Procedures for Printability in Flexography"*, Doctoral Dissertation, Royal Institute of Technology, Department of Numerical Analysis and Computer Science, Media Technology and Graphic Arts, Stockholm 2002.
- [4] Mahović S.: *"Karakterizacija površinskih struktura ofsetnih tiskovnih formi"*, Doktorska disertacija, Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2007.

Adresa autora za kontakt:

Nataša Milović:

milovicnataša@yahoo.com

Prof. dr Dragoljub Novaković:

novakd@uns.ac.rs

Ass. MSc Dedijer Sandra:

dedijer@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn
Fakultet tehničkih nauka

POREĐENJE OSOBINA NERECIKLIRANOG I RECIKLIRANOG KARTONA PRE I POSLE UBRZANOG STARENJA**COMPARISON OF PROPERTIES OF NON-RECYCLED AND RECYCLED CARDBOARD BEFORE AND AFTER ACCELERATED AGEING**Slađana Tatić, Miljana Prica, Julija Fišl, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Rezime – Poznavanje osobina nerekiciranog i recikliranog kartona doprinosi boljem iskorišćenju kartona u grafičkoj industriji prilikom štampe, kao i u uporebi samog kartona kao ambalažnog materijala. Starenje kartona može značajno promeniti svojstva kartona, i ove promene menjaju kvalitet štampe na starenoj podlozi. U radu je testiran uticaj sirovina od kojih je karton napravljen na osobine kartona i uticaj starenja na osobine površine i mehanička svojstva.

Ključne reči: Karton, reciklažni materijal kao sirovina, stareni karton.

Abstract – Familiarization with the properties of non-recycled and recycled cardboard, contributes to the utilisation of cardboard in the graphic industry regarded printing; as well as the use of the cardboard itself as a packaging material. The ageing of the cardboard can significantly change cardboard properties; and these changes can affect the printing quality on the aged base. Good printing implies the familiarization with the printing base. The paper investigates the influence of cardboard raw materials on cardboard properties as well as the influence of cardboard ageing on mechanical and surface properties.

Key-words: Cardboard, recycling, accelerated aging

1. UVOD

Poznavanje svojstava kartona i njegovog starenja je od velikog značaja za postizanje željenog otiska. Da bi se se postigao željeni otisak, potrebno je da kartoni budu ispitani, a njihova svojstva prilikom starenja predvidljiva. Sirovine od kojih se kartoni prave su sve različitije. Pri tom, kombinacije kartona su se povećale upotrebom različitih vrsta reciklažnih materijala, čije se osobine razlikuju u zavisnosti od kog materijala su većinski napravljene. Starenje kartona je neminovan proces. Poznavanje tog procesa doprinosi boljoj upotrebi starog kartona, kao sekundarne sirovine, koji se sve više koristi za izradu kartona. Upoređivanje osobina različitih vrsta kartona, doprineće poznavanju podloge na kojoj se štampa. Ovim se može postići smanjenje broja grešaka koje nastaju tokom štampe. Poznavanje specifičnosti svake vrste kartona, kao i načina na koji stare, pospešuju predvidljivost njihovog ponašanja u štampi.

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz diplomskog - master rada, čiji mentor je bila docent dr Miljana Prica.

Za upoređivanje kartona uzeti su kartoni različitog sastava od recikliranih materijala, kao i vrsta kartona od nerekiciranog materijala [1-5] .

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Eksperimentalni deo koncipiran je u dve faze i to:

1. Ispitivanje svojstva nestarenih kartona.
2. Ispitivanje osobina kartona pre i posle ubrzanog starenja (beline, glatkoće, zatezne čvrstoće)

2.1. Ispitivanje svojstva nestarenih kartona

Kartoni korišćeni za ispitivanje su: Pak GD3, Color GD2, Specijal GT2, Tripleks. Prva tri kartona, iako napravljena od recikliranih materijala, razlikuju se po strukturi i sastavu. Tripleks karton napravljen je od nerekiciranih materijala. U radu su korišćene standardne metode ispitivanja kartona [1].

2.1.1. Određivanje vlage u kartonu

Sadržaj vode u kartonu, odražava se kroz sadržaj vlage. Sadržaj vode se određuje kao gubitak mase, koji se dobija sušenjem epruvete kartona do konstantne mase, a izražava se u procentima u odnosu na masu epruvete pre sušenja. Najmanji sadržaj vlage u postocima ima Tripleks karton, od nerekiciranog materijala: 5,68%, i GT2 beli karton: 5,67%. Najveći procenat ima GD3: 5,94 %, dok GD2 sadrži: 5,78 %.

2.1.2. Određivanje sadržaja punila u kartonu

Punioci su materije koje ne sagorevaju. Stoga uvek posle paljenja i žarenja papira i kartona pojavljuje se pepeo kao nusprodukt. Pod pepelom se podrazumeva količina ostatka, posle potpunog sagorevanja na 800°C. Ukoliko se javlja slaba povezanost punila, ili pak preopterećenost punilima u sastavu kartona, mogu se javiti i teškoće pri štampanju u vidu prašenja i loma papira. Zato je kod kartona neophodno proveriti sadržaj punila. Količina pepela u vlaknastoj strukturi, tj. sirovinama kao što su celuloza i drvenjača, iznose od 0,4% do 1,5%. Neorganske supstance unosimo u karton postupkom keljenja (od 1% do 3%). Prisustvo neorganskih supstanci, manji od 3%, ne potvrđuje sa sigurnošću da je karton punjen. Sadržaj punila u ispitivanim uzorcima se kreće od 16,82 % do 19,84%. Najveći sadržaj punila ima karton GT2 koji sadrži 19,84 % punila. Drugi po sadržaju punila

je Tripleks, zatim sledi GD2 i na kraju GD3. Količina punila u kartonima ukazuje da nema bitnije razlike u izradi kartona bilo da se radi o reciklažnim kartonima ili o kartonima koji su dobijeni od nerekiciranih sirovina. Najmanji ostatak pepela ima GD3 i on iznosi 16.92 %.

2.1.3. Određivanje debljine kartona

Određivanje debljine papira, vrši se stavljanjem uzoraka između mernih pipala mikrometra. Merenjem debljine kartona, kontroliše se ujednačenost proizvodnje, pri izradi na papirnoj mašini. Debljine kartona su slične. Srednja vrednost debljine kartona Color GD2 i Specijal GT2 je 0,390 mm. Nešto manju srednju vrednost debljine imaju kartoni GD3 Pak 0.384 mm, i Tripleks 0,385 mm.

2.1.4. Određivanje zapremine mase kartona i specifične zapremine

Zapreminska masa kartona se definiše kao masa jedinice zapremine (g/cm^3). Specifična zapremina je zapremina 1g kartona, izražena u cm^3 . Zapreminska masa je pokazatelj koji karakteriše strukturu papira i pozornost kartona, odnosno njegovu kompaktnost. Zapreminska masa ispitivanih kartona od recikliranih materijala je oko 0,77 g/cm^3 . Srednje tvrdi kartoni imaju povoljne karakteristike kompaktnosti i elastičnosti, što ih čini dobrim štamparskim podlogama. Ističe se karton napravljen od nerekiciranih materijala Tripleks. Njegova zapreminska masa je nešto veća u odnosu na reciklirane kartone i iznosi 0.781 g/cm^3 .

2.1.5. Određivanje kapilarne upojnosti metodom po Klem-u

Kapilarna upojnost je svojstvo nekih papira da vertikalno upijaju tečnost. Najveću kapilarnu upojnost imaju uzorci kartona GT2, koji se sastoji od troslojnog premaza: dva sloja sortiranog starog kartona i jednog sloja nesortiranog starog para. Ovaj karton ispunjava najviše standarde kao podloga za štampu. Njegov kvalitet odražava se i u upojnosti. Najmanju upojnost pokazuje GD2, koji ima nešto jednostavniju strukturu, nego GT2. Uprkos tome što na gornjoj površini ima troslojan premaz, što ga čini dobrim za štampu, ovaj karton se najviše koristi za izradu kvalitetnih kartonskih kutija, i poseduje dobre karakteristike za automatizaciju pakovanja. Ujedno, GD2 karton je tvrdi i otporniji od ostalih. U srednju grupu po kapilarnoj upojnosti spadaju kartoni GD3 i Tripleks. Upojnost je uvek veća kod epruveta čiji pravac vlakana je uzdužan.

2.1.6. Određivanje površinske upojnosti kod kartona metodom po Kobu

Površinska apsorpcija vode, podrazumeva količinu apsorbovane vode sa jedne strane kartona. Ukoliko je upojnost isuviše mala, boje ne prodiru dovoljno brzo pri visokom i ravnom štampanju. To može dovesti do razmazivanja otiska, pa i preštampavanja otiska. Sa druge strane, slaba upojnost može rezultirati slabim otiscima koji deluju pegavo. Merenja na donjoj strani pokazuju da

najveću upojnost ima karton od recikliranih materijala - GD3, njegova upojnost iznosi 0.0178 g/cm^2 . Najmanju upojnost ima Tripleks karton 0.0116 g/cm^2 . Merenja na gornjoj strani pokazuju da najveću upojnost ima GT2, reciklažni karton, njegova upojnost iznosi: 0.0023 g/cm^2 . Najmanju upojnost gornje strane pokazao je karton GD3, 0.0010 g/cm^2 .

2.2. Ispitivanje osobina kartona pre i posle ubrzanog starenja (beline, glatkoće, zatezne čvrstoće)

Kvalitet otiska i vernost reprodukcije sitnih detalja, u velikoj meri zavise od mere dodira koja se javlja između štamparske forme i podloge. Kontakt zavisi od toga koliko je podloga ravna i glatka. Svaka neravnina na podlozi predstavlja prepreku u kontaktu štampajućih elemenata i štamparske forme. Udubljeni delovi površine podloge mogu učiniti da se pojedini delovi slike naprosto ne reprodukuju.

2.2.1. Glatkoća površine

Kartoni u daljem tekstu su nestareni. Izmerena hrapavost kartona GD3 u uzdužnom pravcu iznosi: $R_a = 0,316\mu\text{m}$ i $R_a = 0,684\mu\text{m}$, dok u poprečnom pravcu rezultati merenja su: $R_a = 0,438\mu\text{m}$ i $R_a = 0,261\mu\text{m}$. U odnosu na rezultate merenja drugih vrsta kartona, GD3 ima srednje vrednosti hrapavosti. Najveću hrapavost ima karton GD2. Izmerena hrapavost kartona GD2 u poprečnom pravcu iznosi $R_a = 0,408\mu\text{m}$, $R_a = 0,306\mu\text{m}$ i $R_a = 0,562\mu\text{m}$. U uzdužnom pravcu hrapavost kartona GD2 iznosi $R_a = 0,306\mu\text{m}$ i $R_a = 0,272\mu\text{m}$. Vrednosti drugih nestarenih kartona su slične. Najslbliži kartonu GD2 po hrapavosti u poprečnom smeru jeste karton GT2, čija merenja hrapavosti iznose $R_a = 0,513\mu\text{m}$. Dok uzdužna hrapavost kartona GT2 iznose $R_a = 0,292\mu\text{m}$, $R_a = 0,325\mu\text{m}$, $R_a = 0,394\mu\text{m}$. Hrapavosti ovih kartona imaju slične vrednosti. Vrednosti u uzdužnom smeru su slične, dok se vrednosti poprečnog smera razlikuju. Iz merenja izvršenih na starenim kartonima, uočava se razlika u hrapavosti koja nastaje starenjem. Hrapavost kartona GD3, u poprečnom pravcu iznosi $R_a = 0,311\mu\text{m}$, $R_a = 0,674\mu\text{m}$. Dakle, postoji velika razlika u vrednostima hrapavosti dve epruvete. Nasuprot tome, u uzdužnom pravcu razlika između hrapavosti je manja i ona iznosi $R_a = 0,447\mu\text{m}$, $R_a = 0,324\mu\text{m}$. Dakle, uočavaju se približno jednake vrednosti hrapavosti kod starenih i nestarenih kartona. Kod kartona GD2, u poprečnom pravcu, smanjuje se hrapavost u odnosu na nestareni karton, te izmerene vrednosti iznose $R_a = 0,429\mu\text{m}$, $R_a = 0,302\mu\text{m}$. Vrednosti hrapavosti kartona GD2 u uzdužnom smeru, iznose $R_a = 0,226\mu\text{m}$, $R_a = 0,573\mu\text{m}$. Kod kartona GT2 u uzdužnom smeru, vrednosti su međusobno sličnije, i iznose: $R_a = 0,341\mu\text{m}$, $R_a = 0,384\mu\text{m}$. Vrednosti hrapavosti poprečnog smera kartona GT2 se još više razlikuje nego kod nestarenog kartona, njihove vrednosti iznosi: $R_a = 0,554\mu\text{m}$, $R_a = 0,284\mu\text{m}$.

2.2.2. Određivanje beline

Stepen beline je očekivano visok na gornjoj strani svih kartona, jer je upravo ta strana i predviđena za štampu. Najmanju belinu ima GD3 samo 77,52 % dok najveću belinu imaju GT2 i GD2 potom Tripleks. Belina ove strane kartona nije neopohodna, jer neće biti štampana, pa se više pažnje, prilikom izrade posvećuje belini gornje strane. Stepenn beline na starenom kartonu je isti kao i na nestarenom. Površinska strana starenog kartona ima jednako velik stepen beline kao i nestareni karton. Karton GD3 još uvek ima najveći stepen beline, i iznosi: 94%. Karton GT2 poseduje 93,91% beline. Tripleks karton ima srednje vrednosti beline, njegova belina iznosi: 93%. Najmanji stepen beline ima GD2, oko 92%. Najmanja razlika u belini, između starenih i nestarenih kartona, uočava se pri merenjima kartona GT2 i Tripleks.

2.2.3 Ispitivanje osobina zatezne čvrstoće

Svi nestareni kartoni, uzdužnog smera vlakana, imaju silu kidanja oko 200 N. Najjači pri kidanju je karton GD3, dok je najslabije karakteristike pokazao karton od nerecikliranih materijala Tripleks. Vrednosti sile kidanja kartona Tripleks iznose nešto ispod 200 N. Sličan Tripleksu, po svojstvima, je i karton GT2, kod kojeg vrednost sile kidanja iznosi 190 N. Karton GD2, pri kidanju u uzdužnom smeru, ima maksimalnu silu kidanja 230 N. Razlika sile kidanja je značajna, pri posmatranju epruveta poprečnog smera. Najveću silu kidanja ima karton GT2, 74 N. Karton GD2 ima silu kidanja koja iznosi 60 N, a kartoni Tripleks i GD3 imaju silu kidanja od 50 N. Kod svih vrsta kartona pre starenja vrednosti zatezne čvrstoće uzoraka isečenih u uzdužnom pravcu su višestruko veće od vrednosti čvrstoće uzoraka isečenih u poprečnom pravcu. Kao što se i očekuje vrednosti izduženja su niske. Ipak se može uočiti očekivana zakonitost da je kod uzoraka veće čvrstoće izduženje manje. Starenje dovodi do neznatnih promena u vrednostima čvrstoće i izduženja, ali se na osnovu izvršenih ispitivanja ne može zaključiti o nekoj zakonitosti u njihovoj promeni.

3. ZAKLJUČAK

Prilikom merenja utvrđene su sledeće sličnosti i razlike između nerecikliranog kartona Tripleks i kartona napravljenih od recikliranih materijala. Najbliži prema rezultatima merenja Tripleks i GT2 od recikliranih materijala. Najveće razlike pokazuju Tripleks i GD3. Najmanji sadržaj vlage imaju Tripleks i GT2 karton, dok najveći sadržaj vlage ima karton GD3. Najveći sadržaj punila imaju GT2 i Tripleks dok najmanji sadržaj ima GD3. Zapreminska masa Tripleksa je najveća dok reciklažni kartoni pokazuju sličnost pri merenju. Kod kapilarne upojnosti se može uočiti značajnija razlika kartona GT2 i Tripleksa. Kapilarna upojnost je najveća kod kartona GT2, a najmanja kod GD2, dok su vrednosti za Tripleks i GD3 približne. Merenje površinske upojnosti po Kobu pokazuju da je najmanje upojan Tripleks a najupojniji GD3.

Analizom dobijenih rezultata, utvrđeno je da starenje kartona izaziva promene svojstva zatezne čvrstoće

kartona, kao i manje promene u hrapavosti. Upoređenje starenih i nestarenih kartona rađeno je prilikom merenja beline, hrapavosti i zatezne čvrstoće. Merenjem glatkoće površine ustanovljeno je da su najhrapaviji nestareni kartoni GD2 i GT2, međutim nakon starenja najhrapaviji je bio karton GD3. Kod GD2 se smanjuje hrapavost starenjem i povećavaju se razlike prilikom merenja hrapavosti u uzdužnom i poprečnom smeru. U slučaju glatkoće razlike su najprimetnije kod recikliranih kartona, a najmanje su primetne kod nerecikliranog Tripleksa. Belina je kod nestarenih kartona najveća: kod GT2, a najmanja kod GD3, i na štampanjućoj i na neštampanjućoj strani. Ista pravilnost se pokazuje i kod starenih kartona. Čvrstoća kartona pokazuje da su vrednosti izduženja niske. Ipak, može se uočiti očekivana zakonitost da je kod uzoraka veće čvrstoće izduženje manje. Kod starenih i nestarenih kartona vrednosti čvrstoće su najveće kod GT2, a kod Tripleksa su veoma niske. Starenje dovodi do neznatnih promena u vrednostima čvrstoće i izduženja.

4. LITERATURA

- [1] Gerić, K.: Grafički materijali, (skripte iz predmeta Grafički materijali, 2005), Fakultet tehničkih nauka, Grafičko inženjerstvo i dizajn, (2005)
- [2] Novaković, D.: Grafička ambalaža, Fakultet tehničkih nauka, materijal sa predavanja, Novi Sad, (2009)
- [3] Dr. Goran Vujić, docent: Upravljanje čvrstim otpadom, Skripta sa katedre za Zaštitu životne sredine, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, (2010)
- [4] Novaković, D.: Nauka o boji, Fakultet tehničkih nauka, materijal sa predavanja i vežbi, Novi Sad, (2009.)
- [5] Internet izvori:
 - <http://www.novamedia.co.rs>
 - <http://hr.wikipedia.org>
 - <http://www.heliks.org.rs>

Adrese autora za kontakt:

Sladana Tatić

sladjana.tatic@gmail.com

Dr. Miljana Prica, docent

miljana@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Kratka biografija:



Sladana Tatić rođena je u Novom Sadu, 1984. godine. Diplomski rad - master, iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn - Materijali, odbranila je na Fakultetu tehničkih nauka, u Novom Sadu, godine 2010.

VIZUELIZACIJA HELIKOPTERA MODELA "APACHE AH – 64", ANIMACIJA NJEGOVOG LETA I PRIMENA SISTEMA ČESTICA

HELICOPTER "APACHE AH – 64" MODEL VISUALIZATION, ITS FLIGHT ANIMATION AND APPLICATION OF PARTICLE SYSTEMS

Milan Plavšić, Ratko Obradović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu je prikazan postupak 3D modelovanja i animiranja leta borbenog helikoptera upotrebom odgovarajućeg grafičkog paketa (Autodesk 3D Studio MAX 2011). Cilj je bio definisati sve postupke, da bi se došlo do krajnjeg rezultata (slika i animirani film).

Ključne reči: 3D modelovanje, animacija, sistemi čestica

Abstract – In this paper a method for creating a 3D model of battle helicopter is shown and short animation of its flight is created. For this modeling a graphical software Autodesk 3D Studio MAX 2011 is used. The aim of the method is preparing all procedures which are necessary for pictures and animated film creating.

Key words: 3D modelling, animation, particle systems

1. UVOD

Prikazivanje objekata uz pomoć softverskih rešenja za vizuelizaciju je imala malu primenu na početku svog razvoja. Počeci samog nastanka softvera za prostorno oblikovanje su vezani za automobilsku i avio industriju.

Sa razvojem računarske tehnologije personalni računari su postali moćno oruđe za prikazivanje i simulaciju različitih situacija iz svakodnevnog života. Računarska grafika je pronašla široku primenu u mnogim oblastima ljudskog interesovanja. Neke od tih oblasti su arhitektura, medicina, film, video igre, mašinstvo i druge.

Danas su aktuelni softveri za vizuelizaciju oplemenjeni svojstvima koja omogućavaju interakciju između modelovanih oblika tako da možemo dobiti potpuno verne modele koje možemo animirati do sitnih detalja i prikazati svojstva modela, odnosno kako se model ponaša u stvarnom okruženju.

Jedan od najvažnijih elemenata vizuelizacije nekog sistema jeste mogućnost prikazivanja u virtuelnom okruženju. Iz konstruktivnih nacrti, odnosno ideje tvorca sistema, možemo napraviti model, ispitivati veliki broj parametara i na kraju odlučiti da li je sistem dobar i koliko je pogodan za proizvodnju. Ovakvim pristupom možemo uštedeti vreme i novac.

2. KARAKTERISTIKE HELIKOPTERA

Helikopter "Apache AH – 64" razvijen je 1983. godine u Mekdonel Daglas (McDonnell Douglas) fabrici (trenutno Boeing). Spada u dvomotorne helikoptere sa četiri elise i

kabinom za dvočlanu posadu. Opremljen je sa 30 milimetarskim M230 mitraljezom sa vatrenom učestanošću od 625 metaka u minuti, pozicioniranim između prednjih točkova. Helikopter može biti opremljen vazduh – zemlja projektilima (Stinger, AIM – 9, Mistral i Sidearm), kao i bojnim sistemom napredne preciznosti tipa laserski vođenih 70mm raketa. Takođe, može da ponese do 16 Hellfire protivtenkovskih raketa, raspoređenih na odgovarajućim nosačima sa obe strane. Najčešće se oprema kombinovanim prethodno opisanim naoružanjem, u zavisnosti od zahteva konkretnog zadatka.

Navigacija se sastoji od naprednog sistema usvajanja cilja opremljenog sa senzorima za noćni vid, što je sve integrisano u pilotsku kacigu, tako da je pronalaženje mete vrlo intuitivno i isto je moguće uspešno izvršiti danju, noću i uprkos lošim vremenskim uslovima. Rezervoari sa gorivom su zapremine od oko 870 l i može ih biti 4, pri čemu letelica može da se održi u vazduhu najviše 2,5 h sa borbenim poluprečnikom od oko 300 km. Ovaj helikopter dokazao je svoju delotvornost u brojnim borbenim zadacima i mirovnim misijama širom planete.

3. REALIZACIJA ANIMACIJE

Sam proces pravljenja animacije se može podeliti u nekoliko sledećih faza, koje su respektivno vršene:

- 1) Modelovanje objekata
- 2) Pravljenje odgovarajućih materijala i njihovo primenjivanje na objekte - mapiranje
- 3) Postavljanje osvetljenja i kamera na scenu
- 4) Animiranje objekata i usklađivanje svih podešavanja
- 5) Prikazivanje - rendering
- 6) Obrada video snimaka i dodavanje zvuka

3.1 Modelovanje objekata

Pre modelovanja bilo kog objekta podešene su osnovne jedinice mere preko menija *Customize/Units Setup*, izabran je metrički sistem merenja i radi veće preciznosti odabrani su centimetri. Telo helikoptera modelovano je prema nacrtima helikoptera APACHE AH-64 nađenim na internetu. Ovi nacrti sačuvani su na hard disk i potom postavljeni u odgovarajuće poglede u radnom prostoru 3D Studio Max-a.

Telo helikoptera je u svojoj osnovi primitivni kvadar (Box), na kome su izvršene mnoge operacije modifikovanja kao što su Chamfer, Extrude, Boolean Operations, Mirror i sl. Ostali detalji dobijeni su na sličan način, te su spojeni sa prethodno izmodelovanim telom helikoptera. Dobijen model helikoptera prikazan je na slici 1.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog – master rada čiji mentor je bio prof. dr Ratko Obradović.



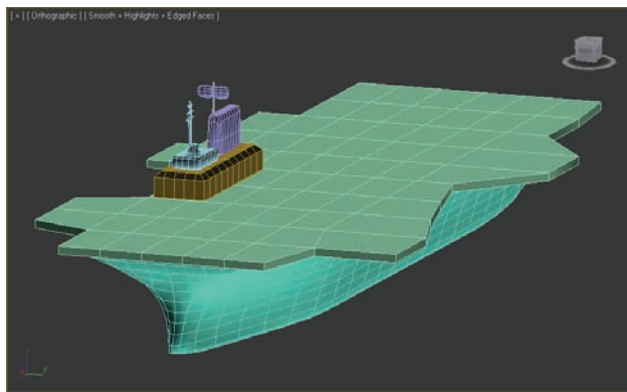
Slika 1. Završen model helikoptera

Potom je usledilo modelovanje nosača aviona sa kog helikopteri poleću.

Korito nosača aviona je u osnovi *Box* sa mnogo segmenata, pretvoren u *Editable Poly* i zatim izmodelovano pomoću osnovnih alatki, *Move* i *Scale*. Onda je na tako dobijen objekat primenjena opcija iz *Modify* padajućeg menija, poznata kao *TurboSmooth*, čime su postignuta zaobljenja.

Paluba je napravljena ekstrudiranjem osnove koja je dobijena alatkom *Plane*, pretvaranjem u *Editable Poly* i odgovarajućim pozicioniranjem segmenata ravni.

Gornji elementi koji predstavljaju kabinu i radar su dobijeni od osnovnih primitivnih oblika - kvadra i cilindra koji su takođe pretvoreni u *Editable Poly* i izvršeno pomeranje čvorova i ivica, te opcija *Mesh Smooth* iz padajućeg menija *Modify*. Time je izmodelovan nosač aviona (slika 2.).



Slika 2. Završen model nosača aviona

Nakon nosača aviona, izmodelovan je i brod koji se pojavljuje na kraju animacije i koji eksplodira pogođen projektilom, prethodno ispaljenim sa helikoptera.

Korito broda dobijeno je identičnim postupkom kao i korito nosača aviona, tako da postupak neće biti opisan ponovo.

Slično tome, ostali detalji na palubi broda, poput topova, modelovani su uglavnom upotrebom osnovnih primitivnih oblika - kvadra, cilindra, sfere. Krajnji rezultat je model broda prikazan na slici 3.

Prilikom modelovanja broda, kao i nosača aviona nije toliko vođeno računa o realističnosti modela, pošto ovi modeli nisu u prvom planu i na sceni se pojavljuju kratko, za razliku od helikoptera, tako da ovim modelima nije posvećeno previše pažnje, što je doprinelo i bržem prikazivanju (*rendering*).



Slika 3. Završen model broda

3.2 Materijali

Od kvaliteta i vernosti materijala u velikoj meri zavisi konačan izgled modela i njihova verodostojnost, kao i izgled okoline. Vrlo je bitno bilo uskladiti podešavanja materijala sa upotrebljenim svetlima i njihovim podešavanjima, jer se u suprotnom može desiti potpuno neželjen efekat - da materijali uopšte ne izgledaju onako kako je planirano, kada se osvetle.

Materijali imaju posebno mnogo opcija i mogućnosti podešavanja, upravo u cilju postizanja realističnosti visokog stepena. Međutim, povećana upotreba velikog broja podešavanja i detalja pri kreiranju materijala značajno doprinosi povećanju vremena prikazivanja (*rendering*). Shodno tome, najveća pažnja poklonjena je materijalima helikoptera, mora i neba, koji su u prvom planu, dok je manje vođeno računa o materijalima nosača aviona i broda (slika 4).

U pravljenju materijala dosta su korišćeni materijali tipa *Arch&Design*, gde postoji veliki broj već prethodno definisanih materijala. Ovaj tip materijala obezbeđuje i veći broj opcija i podešavanja nego što je to slučaj kod materijala tipa *Standard*. Ovi materijali korišćeni su za manje bitne detalje, gde nije bilo potrebe za mnogo podešavanja.



Slika 4. Scena sa primenjenim materijalima

3.3 Svetla i kamere

Pri postavljanju svetla, izbor je pao na *Omni* tip svetla, pošto ovaj tip svetla predstavlja izvor svetlosti koji emituje svetlost ravnomerno u svim pravcima, nalik na Sunce, baš kao što je i bilo potrebno da se simulira u ovom projektu. Pošto se vreme prikazivanja (*rendering*) značajno povećava sa brojem upotrebljenih izvora svetla na sceni, težilo se što manjem broju izvora svetlosti, tako da je u prvom delu (gde helikopteri demonstriraju

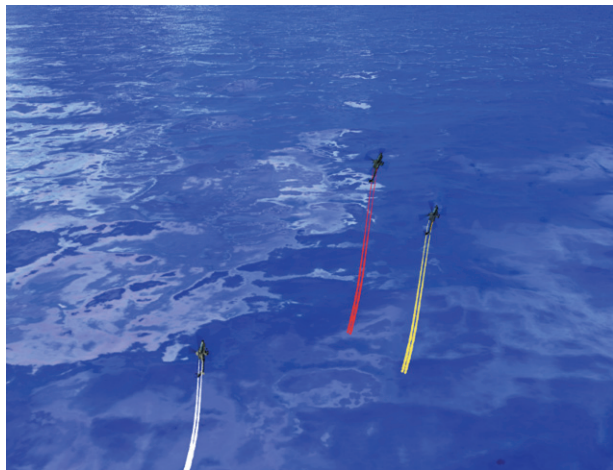
akrobatske kretnje) bilo dovoljno jedno *Omni* svetlo, dok je u drugom delu upotrebljeno dva izvora svetla, takođe tipa *Omni*, jer nije bilo izvodljivo da se model helikoptera korektno osvetli sa svih strana tokom njegovog leta. Međutim, primećeno je da u prvom delu animacije postoje delovi, zavisno od kretanja kamere, koji se pokazuju kao previše osvetljeni i blještavi. Da bi se prevazišao ovaj problem, u pomenutim delovima animacije animirana je komponenta intenziteta svetla, tako da je u tim delovima intenzitet izvora svetlosti smanjen na odgovarajuću vrednost, dok je u ostalim delovima ostavljen na vrednosti koja priliči tom pogledu kamere.

Što se tiče senki, uključena je opcija za *Raytraced shadows*. Takođe, u polju *Shadow parameters* je uključena opcija *Atmosphere shadows*.

Kamera koja je izabrana je tzv. *Target* kamera i izabrana je zato što je kod ovog tipa kamere moguće animirati pojedinačno ciljnu tačku kamere i tačku pogleda, kao i obe tačke istovremeno. Bilo je moguće da se upotrebi i više kamera, no u ovom projektu svi željeni pogledi uspešno su pokriveni uz pomoć jedne kamere, čiji su elementi animirani po nahodanju. Pri animiranju vođeno je računa da se prikažu najzanimljiviji uglovi i pogledi, da prelazi sa šireg na uže kadrove ne budu skokoviti, kao i to da kretanje kamere i modela helikoptera bude sinhronizovano.

3.4 Sistemi čestica

U ovom radu dosta su upotrebljavani sistemi čestica, konkretno za stvaranje efekata izduvnih gasova odnosno dimova helikoptera (slika 5).



Slika 5. Dobijeni efekti dimova helikoptera

Sistem čestica čine objekti koji stvaraju objekte koji se ne mogu dalje preuređivati i manipulirati, poznate kao čestice, u svrhu stvaranja efekata kiše, snega, prašine, vatre, dima, magle, eksplozija, gasova itd. Ovaj sistem stvara čestice tokom vremena, tako da se najčešće sistemi čestica koriste u animacijama.

U *3D Studio Max*-u moguće je primeniti i sile kao što su gravitacija, vetar, raspršivač koje u sadejstvu sa sistemima čestica doprinose utisku stvarnosti željenog efekta. *3D Studio Max* sadrži dva osnovna tipa sistema čestica koji se razlikuju zavisno od uslovljenosti jedinicom zavnom događaj:

- 1) Sistemi čestica uslovljeni događajima
- 2) Sistemi čestica neuslovljeni događajima

Sistemi čestica uslovljeni događajima se obično koriste u slučaju kada su potrebni efekti promenljivog načina kretanja čestica tokom vremena (padanje kiše sa promenom intenziteta količine padavina) dok se sistemi čestica neuslovljeni događajima najčešće koriste kod efekata sa ujednačenim kretanjem čestica tokom vremena (relativno ravnomerno izbacivanje dima iz auspuha nekog vozila). U ovom radu korišćeni su sistemi čestica neuslovljeni događajima tako da je najveća pažnja usmerena na opisivanje istih.

Događaj je osnovna jedinica organizacije osnovnih osobina, dešavanja i ponašanja čestica kod sistema čestica uslovljenih događajima. Događaji su organizovani u dijagramima i postoje dve vrste događaja: **globalni**, koji uvek sadrži sam prvi događaj bez koga ni samo pojavljivanje čestica ne bi bilo moguće, i **lokalni**, koji sadrži akcije koje su hijerarhijski podređene glavnom odnosno globalnom događaju. Svaki događaj sadrži jednu ili više akcija pomoću kojih je moguće uticati na izgled i ponašanje kretanja čestica.

Važno je istaći činjenicu da sistemi čestica uključuju mnoštvo sitnih čestica od kojih svaka predstavlja potencijalni predmet vrlo složenih proračuna posebno tokom procesa prikazivanja (renderovanja) slike odnosno animacije, tako da je ovu činjenicu, kao i ostale zahteve u skladu sa željenim ciljevima, potrebno imati na umu prilikom sastavljanja konfiguracije računara, te odabrati računar sa procesorom, grafičkom kartom i memorijom koji će biti u stanju da uspešno obave ovakav zadatak u doglednom vremenu. Vreme obavljanja složenih proračuna pri prikazivanju se posebno povećava ukoliko se na određeni sistem čestica primene složene mape materijala. Takođe, broj čestica stvorenih od strane sistema čestica direktno je srazmeran sa vremenom potrebnim za proračunavanje. Imajući sve ovo u vidu, ako dođe do zastoja rada računara, potrebno je promeniti parametre sistema čestica, konkretno smanjiti broj čestica, primeniti jednostavnije mape materijala ili izvršiti neke druge korekcije, kako bi proračunavanje i sam rad sa sistemima čestica bio izvodljiv.

3.5 FumeFX

Na samom kraju animacije stvoren je efekat eksplozije broda (slika 6.) upotrebom *FumeFX*, dodatka osnovnoj aplikaciji *3D Studio MAX*, koji se koristi upravo za ovakve efekte.



Slika 6. Dobijeni efekat eksplozije broda

Danas je dostupan velik broj različitih dodataka osnovnoj verziji aplikacije *3D Studio MAX*, koji su napravljeni isključivo za namenu stvaranja specijalnih efekata koji se

moгу stvoriti i pomoću sistema čestica, samo na dosta složeniji način. Na ovaj način bitno je olakšano stvaranje efekata, smanjeno vreme njihove produkcije i primenjivanja u odgovarajućim aspektima vizuelne umetnosti.

FumeFX, proizveden od strane hrvatske firme "Sitni sati (Afterworks)", je dodatak programa *3D Studio MAX* stvoren za potrebe simuliranja i prikazivanja realistične vatre, dima, eksplozija i drugih gasovitih pojava. Njegov mnogostrani, snažni i intuitivni način rada čini ovaj dodatak odličnim rešenjem za najzahtevnije zadatke u industriji računarske grafike. Skoro svaki aspekt simulacije može se podesiti po želji koristeći se 3ds max skript jezikom, omogućujući na taj način korisniku da interveniše nad simulacijom na najnižem nivou.

Stvoren je za upotrebu od strane umetnika za vizuelne efekte, razvoj video igara i profesionalno prikazivanje efekata gde se zahteva najveći stepen verodostojnosti i nesmetane mogućnosti postizanja nijansi i složenosti ponašanja gasovitih fluida. Velika prednost poslednje verzije ovog dodatka (2.0) jeste kompatibilnost sa *Mental ray* tehnologijom za prikazivanje, kao i to što ga podržava velik broj ostalih različitih rendera (čak i pod *Linux* operativnim sistemom) koji vrlo brzo mogu da prikažu vatru koja stvara scensko osvetljenje.

FumeFX je već pokazao svoju delotvornost u filmovima poput *Spiderman 3*, *X-Men*, *Iron Man*, zatim i u video igrama kao što su *Warhammer Online*, *Classic Transformers*, *Dante's Inferno* i mnoga druga izdanja.

3.6 Animiranje

Posle svega što je učinjeno, prešlo se na proces animacije objekata. Bitno je napomenuti da je pre samog animiranja neophodno da se potpuno završi sa fazom modelovanja modela helikoptera, pošto su svi sastavni elementi grupisani zajedno, te nije bilo moguće da im se zasebno pristupi.

Helikopteri se kreću po određenim trodimenzionalnim putanjama. Ove putanje su nacrtane i pozicionirane na željena mesta.

Zatim su, kao što je spomenuto, grupisani svi sastavni delovi trupa helikoptera, izuzev male i velike elise. Tako grupisano telo helikoptera je selektovano, a onda je iz menija *Motion* u odeljku *Assign controller* selektovana stavka *Position*, nakon čega je klikom na kvadratnu ikonicu sa kukicom, neposredno iznad ove stavke, otvoren meni za izbor konstante. Tada je dobijena opcija *Add path* u meniju *Path parameters*, koji se nalazi ispod prethodnog menija, čijim je aktiviranjem bilo moguće da se selektuje tj. odredi željena putanja, što je i učinjeno.

Na opisan način kretanje helikoptera je ograničeno kretanje po zadatoj putanji. Međutim, položaji helikoptera tokom njegovog kretanja po putanji nisu odgovarali predviđenim, tako da je bilo potrebno da se koriguju, što je učinjeno pomoću osnovnih opcija za manipulaciju - *Move* i *Rotate*, pri čemu je trebalo da se za svaku akciju odnosno pomeraj stvori *Keyframe* na odgovarajućem mestu. Važno je naglasiti činjenicu da su ove manipulacije vršene tako da su prvo izvršene sve željene akcije sa alatkom *Move*, pa se tek onda prešlo na alatku *Rotate* i njeno animiranje. U suprotnom, ako se ove dve alatke naizmenično kombinuju, stalno se javljaju neželjeni položaji unazad po putanji, pre trenutno ispravljenog položaja.

Koristeći se opisanim procesom, zadate su putanje preostala dva helikoptera, koji su isto ovako animirani. Analogno tome, animiran je i let bombe tj. rakete, s tim što je u ovom slučaju prethodno nacrtana odgovarajuća putanja, koja je pomoću opcije *Link* povezana sa bombom i kreće se zajedno sa helikopterom, a u zadatom momentu počinje kretanje bombe, što je postignuto pomeranjem *Keyframe*-a kretanja bombe na željeno mesto.

Elisa helikoptera je animirana jednostavno samo primenom alatke *Rotate* i kreiranjem nekoliko *Keyframe*-ova, u kojima je zadato više stotina hiljada obrtaja. Na isti način su animirane sve elise, koje su nakon ovoga, povezane svaka sa odgovarajućim trupom helikoptera pomoću opcije *Link*, što je uzrokovalo da se elise helikoptera kreću zajedno sa telima helikoptera.

4. ZAKLJUČAK

U radu je hronološki prikazan razvoj i uopštene karakteristike 3D modelovanja. Prikazani su osnovni načini modelovanja, upotreba materijala, svetla, kamera i sistema čestica.

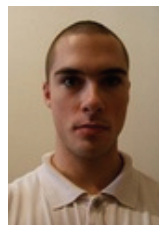
Oblast računarske grafike nalazi svoju primenu u sve širem spektru delatnosti, posebno u produkciji najsavremenijih filmova, specijalnih efekata i proizvodnji računarskih igara.

Potreban je vrlo visok stepen znanja, kako iz oblasti računarskih aplikacija, tako i u oblasti samih računara i računarskih komponenata, kako bi se u što kraćem realnom vremenu napravila željena animacija odnosno efekat.

5. LITERATURA

- [1] Kelly L. Murdock: 3ds max 8 bible, 2008.
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_AH-64_Apache, preuzeto 5.10.2010.god.
- [3] <http://www.army-technology.com/projects/apache/>, preuzeto 5.10.2010.god.
- [4] <http://www.afterworks.com/FumeFX/Overview.asp>, preuzeto 5.10.2010.god.
- [5] Obradović, R., Pinčjer, I., Nikolić, I., Vladić, G.: **Dizajn prostornih oblika - odabrani primeri**, Novi Sad, 2009.

Kratka biografija:



Milan Plavšić je rođen u Novom Sadu 1986.god. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna odbranio je 2010.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.

ВИЗУАЛИЗАЦИЈА ЕНТЕРИЈЕРА ГРАДСКЕ КУЋЕ У НОВОМ САДУ VISUALIZATION OF INTERIOR OF NOVI SAD CITY HALL

Ненад Познановић, Ратко Обрадовић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАФИЧКО ИНЖЕЊЕРСТВО И ДИЗАЈН

Кратак садржај – У раду је приказан поступак израде ентеријера Градске куће у Новом Саду, употребом одговарајућег графичког пакета (Autodesk 3D Studio MAX 2011). Дефинисани су поступци како би се дошло до крајњег резултата (рачунарски генерисаних слика и анимације).

Кључне речи: моделовање, мапирање, осветљење, камера, рендеровање, кретање, анимација, звук, монтажа.

Abstract – In this paper is described a procedure of creating 3D model of interior of Novi Sad City Hall using properly computer software (Autodesk 3D Studio MAX 2011). The procedures are defined to fulfill the requirements (computer generated pictures and animation).

Key words: modeling, mapping, lighting, camera, rendering, motion, animation, sound, montage.

1. УВОД

Рачунарска графика (Computer graphics, CG) је поље визуалног рачунарства. Уз фотографију и телевизију, рачунарска графика је данас трећи доминантан начин производње слика. 3D рачунарска графика користи тродимензионалну презентацију геометријских облика. Ти подаци могу бити коришћени за калкулације и израду рендерованих слика, које су дводимензионалне.

Да би се наставио пројекат популаризације знаменитости у Новом Саду, одлучили смо се за једну од најзанимљивијих грађевина, стару више од једног века. Наш модел је репрезентативна неоренесансна палата са торњем, под називом Градска кућа, слика1.



Слика 1. Градска кућа

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из дипломског-мастер рада чији ментор је био проф. др Ратко Обрадовић.

2. РЕАЛИЗАЦИЈА ПРОЈЕКТА

Да би се овакав пројекат остварио, било је потребно поделити га по фазама.

Прва фаза јесте прикупљање информација о објекту који пројектујемо и њу делимо на:

- анализу и прикупљање мера на основу постојећих пројеката

- ручна мерења целокупног ентеријера

- фотографисање објекта

- сабирање резултата и додатна мерења

Друга фаза је фаза моделовања и мапирања и она обухвата:

- моделовање основних носећих делова Градске куће

- моделовање појединачних елемената ентеријера

- спајање и позиционирање

- обрада фотографија ради прављења мапа (обрада у Adobe Photoshop)

- примењивање мапа на делове ентеријера.

Трећа фаза обухвата рад са светлима и односи се на њихово постављање и подешавање.

Четврта фаза представља рад са камером као и њено постављање и подешавање.

Пета фаза обухвата рендеровање и све операције које се врше као припремна и завршна обрада добијених резултата.

И коначно, **шеста фаза** обухвата прављење анимације од рендерованих слика.

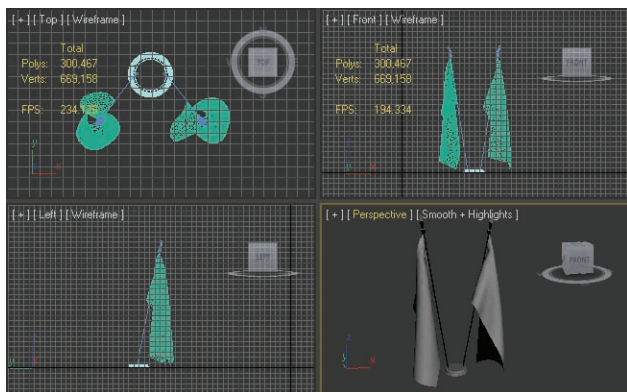
2.1 Моделовање и мапирање

Један од најобимнијих и најтежих делова пројекта јесте засигурно моделовање и мапирање објекта и модела на сцени. За потребе моделовања изабран је програм 3D Studio MAX, програмерске куће Autodesk. 3D Studio MAX располаже бројним алаткама, тако да постоје многи начини како да се дође до жељеног решења.

У овом пројекту је моделован целокупан ентеријер улазног ходника са степеништем и свечана сала. Треба истаћи да је свечана сала била комплекснија за моделовање јер поседује мноштво детаља.

Већина модела се прави од одређеног броја мањих објеката који га чине. Те мање објекте програм назива ентитетима.

Један од моделираних предмета у свечаној сали јесу заставе. Када се моделује овакав објекат, прво се направи обична равна и на њу се примени опција Cloth. Након примењивања, равна се везује за дрвено копље и пушта се симулација како би се равна поставила у свој крајњи облик. Изглед коначно моделиране заставе без мапа је приказан на слици 2.



Слика 2. Изглед моделиране заставе

После моделирања приступа се позиционирању објеката на сцени. Пре убацивања се прво одреде контролне тачке да би се у односу на њих поставио објекат на жељену позицију. Убацивање елемената у сцену се врши опцијом *merge file*.

Када се убаци неки објекат, одмах се позиционира како неби дошло до конфузије на сцени. Након тога се врше контролна рендеровања из неколико углова да би били сигурни да је објекат добро постављен.

Мапирање представља поступак „лепљења” слике на површину неког модела. Разлог због чега се мапе користе је да би се повећао утисак реалности и дочарао тип материјала од којег је модел сачињен. Мапе могу симулирати текстуру, дизајн, рефлексију, рефракцију и друге ефекте. Оне нису ништа друго до слике различитих екстензија (.jpeg, .bmp, .png, .tiff, ...).

На слици 3 приказан је сталак са заставама рендерован после фазе мапирања.



Слика 3. Измапиран сталак за заставама

Најчешће коришћен материјал је *Multi/Sub-Object*. Са овим материјалом су обједињене све мапе које су се примењивале на истом објекту. Употреба овог материјала је много олакшала рад са комплексним објектима ентеријера. Постојали су елементи на које су се примењивале 10, па и више мапа у оквиру једног *Multi/Sub-Object* материјала.

2.2 Постављање и подешавање осветљења

Да би се постигла реалност на сцени, веома важна ставка поред материјала, су светла. Код ове фазе је

најбитније правилно одабрати одговарајући извор светла. Када га одаберемо, приступа се подешавању јачине, боје, правца, дужине... Што је више светала на сцени то је већа могућност да се прикаже реалност.

За спољашње светло је постављен *Daylight*. Ово светло има велики број параметара за подешавање и изабран је да најбоље симулира светлост Сунца.

У улазном ходнику се налази 6 *mr Omni* светала који симулирају светлост лустера. На слици 4 је завршено постављање и подешавање светла у улазном ходнику. Види се доминантан утицај унутрашњег светла.



Слика 4. Улазни ходник са светлима

За разлику од улазног ходника, у свечаној сали се нису користила унутрашња (вештачка) светла, јер је у том моменту, када се вршило фотографисање и мерење, био утицај само спољашњег осветљења (преподневни део дана). То се и настојало приказати, слика 5.



Слика 5. Свечана сала са утицајем спољашњег светла

2.3 Постављање и подешавање камере

Коришћењем камера корисник одређује начин на који ће публика посматрати сцену.

Метода по којој се постављала камера се заснива на томе да се прво направи путања по којој ће се камера кретати, а затим се за њу везује камера. На ову путању се ставља доста контролних тачака како би се могло

манипулисати камером док се не добију жељени резултати. Пошто се користила усмерена камера (*target camera*), морало се поред позиционирања камере, у контролне тачке анимације, позиционирати и одредиште камере, односно њен поглед, током анимације. Ово је био компликованији начин него да се користила неусмерена камера, али бољи је у смислу да се може приказати оно што се жели у било ком делу анимације, без обзира на њену путању. На слици 6 је приказана путања на коју је закачена камера.



Слика 6. Путања по којој се камера креће

За оптичко стакло је стављена вредност од 24mm. Ово сочиво нам је дало најбољи однос дисторзије и простора који се приказује.

У овој фази рада се такође дефинишу и следећи параметри који су везани за анимацију. У та подешавања спада дефинисање броја фрејмова по секунди и трајање анимације. За број фрејмова се зна да је број од 24 фрејма по секунди минималан да људско око не примети прелазак са слике на слику док траје анимација. Ово је била полазна основа. Након тога се одређује дужина анимације.

2.4 Рендеровање

Процес рендеровања, слика 7, представља трансформацију 4 димензије у 2, ако узмемо да четири димензије представљају три димензије простора X,Y,Z и време као четврту, док две димензије на излазу (V,W координата), представљају координате битмап слике.

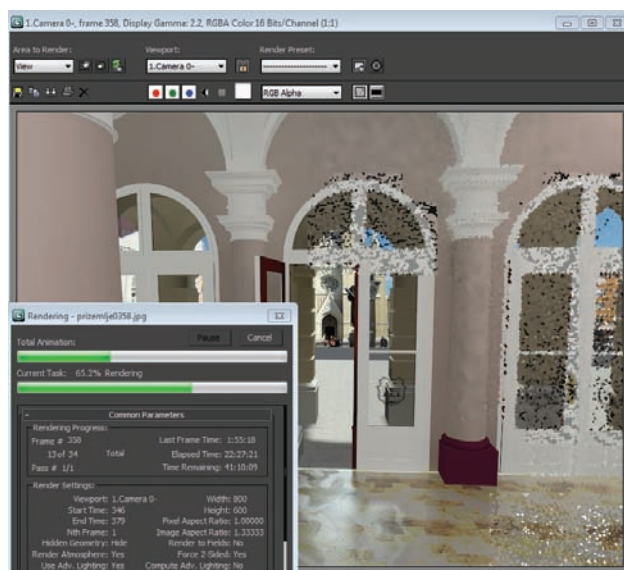
Овај процес захтева што је могуће бољи рачунар, односно што јачи процесор и што више RAM меморије.

Још пре фазе мапирања бира се врста процеса рендеровања. Ово се ради да би добили приступ материјалима које тај рендер алгоритам подржава. У овом случају је одабран *mental ray* врста рендера.

Пре финалног рендеровања се врши пробни рендер где се детаљи и резолуција смањују на неку ниску вредност, како би рачунар што брже обрадио податке и дао нам резултате.

Као излазни формат је стављен JPEG, односно битмап слика. Слика као излазни формат, уместо видео формата, се ставља ради заштите процеса рендеровања у случају да дође до нежељеног прекида процеса, поготово ако треба доста времена да се рендерује анимација. Када је видео у питању као излаз, у случају прекида на средини процеса, морало би све поново да се ради. У овом случају, када дође до

прекида, процес се само наставља од тачке где је стао. На крају се све слике повежу у једну целину која представља анимацију.



Слика 7. Процес рендеровања

Када се заврши рендеровање, добијене слике се анализирају. Ако би нека слика одступала од других слика, у смислу да су јој неки делови преосветљени или затамњени, или можда има неки други недостатак, приступа се процесу обраде слика у *Adobe Photoshop*-у.

Резултати појединих делова процеса рендеровања су дати на сликама 8 и 9.



Слика 8. Изглед рендерованог улазног ходника

2.5 Прављење анимације

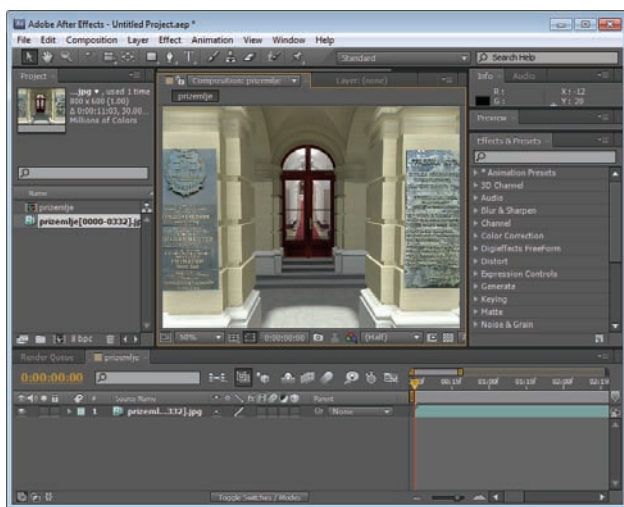
По некој од дефиниција, анимација представља слике у „покрету“. Наиме, користећи временску осу, слике се смењују. Свака слика се задржава на екрану одређено време. На аниматорима је да сами одреде колико ће се која слика задржати и у односу на то се добијају одређени ефекти. Сlike се међусобно мало разликују тако да се при пројекцији стапају у миран и непрекидан покрет.



Слика 9. Изглед рендероване свечане сале

Утисак покретних слика се базира на физичкој особи-ни људског ока. Ако видимо неколико статичних слика које се брзо смењују, претходна слика нам се „стапа“ са следећом и у случају филмског записа имамо илузију континуираног кретања. При репродукцији од 24 слике у секунди настаје илузија кретања за посматрача.

Софтвер који је коришћен за прављење анимације је *Adobe After Effects*, слика 10.



Слика 10. Спајање слика у *Adobe After Effects*

Програм који се користио за обраду анимације је *Adobe Premiere Pro*. У њему су се правили додатни визуални и звучни ефекти како би анимација била употпуњена.

3. Закључак

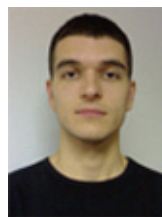
Програм *3D Studio MAX* представља један од најбољих програма када је у питању моделовање објеката и прављење анимација. Применом захтевнијих опција, прављењем озбиљнијих пројеката и захтева за добијање бољих резултата при рендеровању, знатно се отежава и успорава рад овог софтвера. Зато је за доброг дизајнера, поред саме идеје потребно и искуство и добро познавање алатки које нуди програм.

Након вишемесечног учења и рада у софтверу *3D Studio MAX*, дошло се до крајњег резултата. Анимација као и поједине слике високог квалитета су направљене. Гледајући резултате рада може се констатовати да је пројекат одрађен задовољавајуће.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Kelly L. Murdock: *3ds max 8 bible*, 2008.
- [2] Autodesk *3ds Max's Help*, 2010.
- [3] Обрадовић Ратко, Рачунарска графика – скрипта са предавања, Нови Сад, 2009.

Кратка биографија:



Ненад Познановић је рођен у Сремској Митровици 1984. године. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Графичког инжењерства и дизајна одбранио је 2010. године. Области интересовања су компјутерска графика и анимација.



Ратко Обрадовић рођен је у Новом Саду 1965. Докторирао је на Природно математичком факултету 2000. год., а од 2006 је у звању ванредног професора. Области интересовања су компјутерска геометрија, компјутерска графика и конструктивна геометрија.

ISPITIVANJE AMPLITUDNIH PARAMETARA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI FLEKSOGRAFSKIH ŠTAMPARSKIH FORMI

FLEXOGRAPHIC PRINTING PLATES AMPLITUDE SURFACE ROUGHNESS PARAMETERS EVALUATION

Rastko Milošević, Dragoljub Novaković, Sandra Dedijer, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj – U radu su prikazani rezultati istraživanja površinske hrapavosti štampajućih elemenata flekso štamparskih formi dobijenih digitalnim i konvencionalnim postupkom. Analizirani su parametri koji utiču na merenje površinske hrapavosti prema ISO standardu, a odnose se na podešavanje mernog uređaja i obradu izmerenih vrednosti mikrostrukture štampajućih elemenata. Osnovni cilj istraživanja bio je utvrđivanje zavisnosti vrednosti amplitudnih parametara površinske hrapavosti (R_a , R_q , R_z , R_p) polja punog tona, konvencionalnih i digitalnih fleksografskih štamparskih formi, u odnosu na merne uslove. Dobijeni rezultati su pokazali različite vrednosti površinske hrapavosti kao i zavisnost od uslova merenja.

Ključne reči: površinska hrapavost, fleksografske štamparske ploče

Abstract – In this paper are presented results of surface roughness parameters measured on solid printing areas of flexographic printing plates produced by digital and conventional procedures. The parameters that affect the measurement of surface roughness, according to ISO standards, were analyzed. The main aim of the measurement was to establish the correlation between final developed surface roughness (R_a , R_q , R_z , R_p) of the solid printing areas and instrument settings. The result yield different surface roughness values and also dependence on instrument settings.

Keywords: surface roughness, flexo printing plates

1. UVOD

Pod pojmom hrapavost podrazumevaju se sve nepravilnosti na površini materijala koje su posledica obrade materijala, ali koje ne uključuju talasnost, odstupanje od oblika i površinske greške. S obzirom na izuzetnu kompleksnost sistema, u cilju pojednostavljenja, ocena i analiza hrapavosti ispitivane površine vrši se preko jednodimenzionalnih parametara hrapavosti proisteklih iz dvodimenzionalnog profila površine [3]. Merenje ISO parametara hrapavosti je uslovljeno vrstom mernog instrumenta, podešavanjima samog instrumenta, metodom obrade podataka kao i mikrostrukturom merene površine. Kada je reč o flekso štampi, prenos boje je direktno uslovljen podlogom za štampu, osobinama same

štamparske forme posmatrano u funkciji pritiska i brzine štampe. Ranija istraživanja su pokazala da, kada je reč o održavanju adekvatnog kvaliteta štampe, površinska hrapavost štamparske forme ima mnogo veću važnost od površinske energije [4]. Danas postoji više različitih metoda kojima je moguće opisati površinsku hrapavost. Jednu grupu metoda čine metode zasnovane na snimanju površine, kao što su SEM (eng. *scanning electron microscopy*) ili AFM (eng. *atomic force microscopy*), dok drugu grupu metoda čine profilometrijske metode kao što su MSP (eng. *mechanical stylus profilometry*) ili bezkontaktna laserska profilometrijska metoda [3].

Profilometrijska analiza predstavlja metodu koja je široko korištena u oblasti nauke o materijalima s ciljem da se kvantifikuje morfologija same površine materijala.

U okviru rada izvršeno je istraživanje površinskih karakteristika fleksografskih štamparskih formi, odnosno ispitivanje površinske hrapavosti vrednosti parametara hrapavosti punog tona u odnosu na merne uslove i obradu izmerenih podataka za slučaj kontaktne profilometrijske metode. Izvršena su merenja i analiza osnovnih parametara površinske hrapavosti (R_a , R_q , R_z , R_p) digitalne Nyloflex ACE DII i konvencionalne Nyloflex ACE štamparske forme.

Sva merenja u ovom radu su obavljena mernim uređajem sa stilusom, PHYNIX Surface Roughness Tester TR 200. Ovaj uređaj za 2D profilisanje, meri visinu profila površine mernom iglom.

Prilikom merenja merna glava uređaja se postavlja na mernu površinu i krećući se konstantnom brzinom, beleži površinsku hrapavost pomoću stilusa. Hrapavost izaziva vertikalno pomeranje igle usled čega dolazi do promene induktivnosti indukcionog kalema, a kao rezultat, generiše se analogni signal na izlazu mernog pretvarača, koji je proporcionalan površinskoj hrapavosti. Na osnovu izmerenih vrednosti profila, izračunavaju se parametri hrapavosti koji karakterišu nepravilnosti merne površine, odnosno visine neravnina i rastojanja između tih neravnina [2].

2. POVRŠINSKA SVOJSTVA FLEKSOGRAFSKIH ŠTAMPARSKIH FORMI

Strukturu površine fleksografskih štamparskih formi opisuju parametri površinske hrapavosti, koji se izračunavaju iz profila hrapavosti dobijenog merenjem na odabranim uzorcima površine štamparske forme.

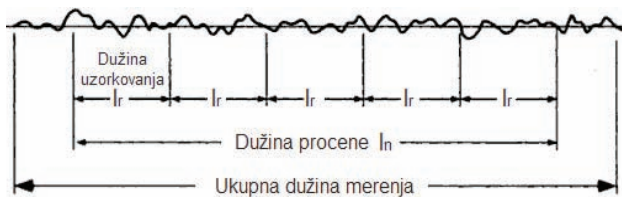
2.1. Uzorkovanje profila pri merenju hrapavosti

Dužina uzorkovanja profila hrapavosti l_r je dužina unutar koje se određuju parametri hrapavosti. Ova dužina se bira tako da se razdvoji hrapavost od talasnosti [1]. Ona je

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Dragoljub Novaković, prof.

jednaka graničnoj vrednosti talasne dužine (eng. *cutoff*), slika 1.



Slika 1. Osnovne dužine prilikom analize profila

Dužina procene l_n predstavlja ukupnu dužinu profila na kojoj se vrši merenje i izračunavanje parametara hrapavosti profila. Dužina procene je kraća od ukupne dužine merenja da bi se izbegli ivični efekti na krajevima profila. Razlika između ukupne dužine i dužine procene predstavlja početni i završni deo profila za koje su karakteristični ivični efekti.

Granična vrednost talasne dužine (frekvencije) predstavlja filtarsku karakteristiku mernog instrumenta (razdvajanje komponenti talasnosti i hrapavosti). Granična vrednost se izražava u milimetrima. Prilikom izbora granične vrednosti, mora se voditi računa da njena vrednost obuhvati sve površinske nepravilnosti bitne za procenu.

2.2. Osnovni parametri površinske hrapavosti

Da bi se topografski prikazi površina mogli i brojačno izraziti i međusobno uporediti, definisani su 2D parametri hrapavosti koji omogućavaju bolji opis strukture površina i njihovu korelaciju s funkcionalnim svojstvima same površine. Merenje površinske teksture pomoću parametara hrapavosti danas je standardizovano internacionalnim standardom ISO13565:1996. Koji će se parametar meriti isključivo zavisi od toga koju karakteristiku i funkcionalno svojstvo želimo da opišemo ili numerički izrazimo. U literaturi se navodi čak i više od trideset parametara hrapavosti, a njihov broj i izbor zavisi od funkcije površine i primene. Neki parametri se retko susreću u praksi, zato što nisu našli opštu primenu [3]. S ciljem definisanja ispitivanih površina u okviru ovog rada praćena su četiri relevantna parametra hrapavosti:

Ra - srednja apsolutna vrednost hrapavosti; izražava se u mikrometrima (μm) i data je izrazom:

$$Ra = \frac{1}{l_n} \int_0^{l_n} |z(x)| dx \quad (1)$$

gde je $z(x)$ profil hrapavosti.

Rq - srednja kvadratna vrednost hrapavosti (RMS); izražena je u μm i data je izrazom:

$$Rq = \sqrt{\frac{1}{l_n} \int_0^{l_n} z^2(x) dx} \quad (2)$$

Rz_i - pojedinačna dubina hrapavosti i predstavlja vertikalno rastojanje između najvećeg vrha i najveće doline profila u okviru i-te dužine uzorkovanja. **Rz** je srednja dubina hrapavosti i predstavlja aritmetičku sredinu pojedinačnih dubina hrapavosti **Rz_i**:

$$R_z = \frac{1}{n} (R_{z1} + R_{z2} + \dots + R_{zn}) \quad (3)$$

gde je n broj intervala uzorkovanja.

R_{pi} - visina najvećeg vrha profila hrapavosti u jednoj dužini uzorkovanja, a **R_p** prosečna vrednost **R_{pi}** parametra za čitavu dužinu procene.

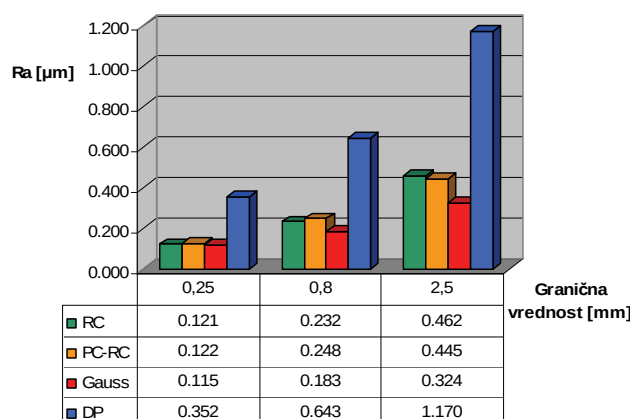
3. ANALIZA REZULTATA MERENJA

Merenja površinske hrapavosti izvršena su na digitalnoj Nyloflex ACE DII štamparskoj formi i konvencionalnoj Nyloflex ACE fleksografskoj štamparskoj formi na polju punog tona. Sva merenja su obavljena u dva pravca: u smeru štampe i poprečno na smer štampe. Na svakoj mernoj štamparskoj formi bilo je ukupno pet GRID test formi. Mereno je polje punog tona prve, srednje i poslednje test forme (po tri merenja za svako polje punog tona) svake štamparske forme. Tokom merenja menjani su parametri granične vrednosti talasne dužine: 0,25 mm, 0,8 mm i 2,5 mm, a za svaku graničnu vrednost izvršena su merenja sa četiri različita filtra: RC, PC-RC, Gauss i DP. Vrednosti koje su prikazane u radu, predstavljaju srednju vrednost dobijenih rezultata.

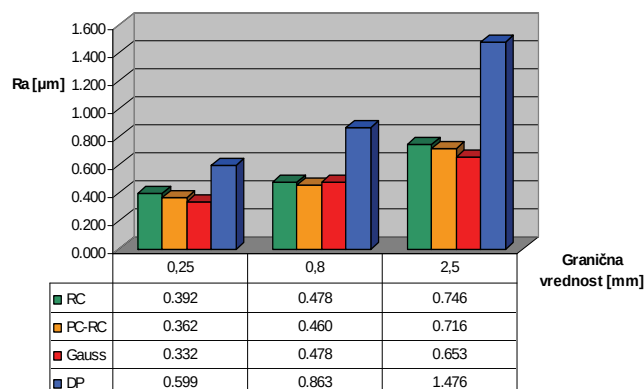
Na graficima koji slede, dati su uporedni rezultati amplitudnih parametara hrapavosti analizirane digitalne i konvencionalne štamparske forme.

Amplitudni parametar Ra

Na osnovu grafika predstavljenih na slikama 2 i 3 može se zaključiti da sa porastom granične vrednosti talasne dužine raste vrednost parametra **Ra** za sva četiri primenjena filtra, kako za konvencionalnu tako i za digitalnu štamparsku formu.



Slika 2. Prikaz Ra parametra za različite tipove filtera i granične vrednosti (digitalna flekso forma)

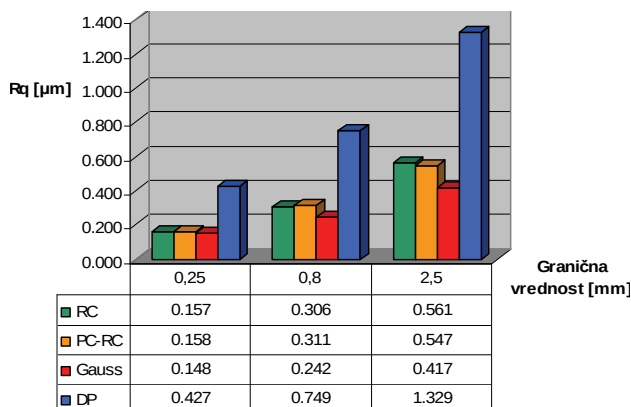


Slika 3. Prikaz Ra parametra za različite tipove filtera i granične vrednosti (konvencionalna flekso forma)

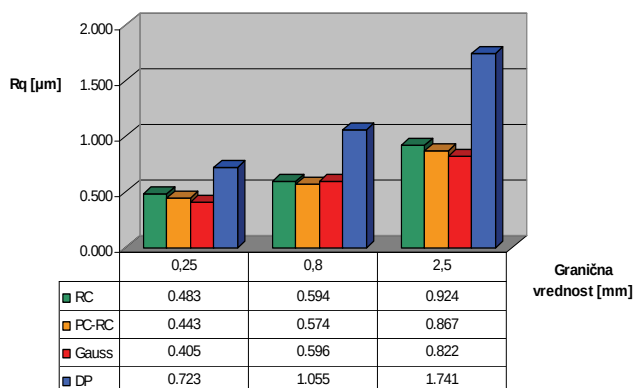
Dobijene vrednosti ovog parametra, primenom prva tri filtra (RC, PC-RC i Gauss) su dosta ujednačene, dok su vrednosti dobijene korišćenjem DP filtra znatno veće.

Amplitudni parametar R_q

Prema vrednostima predstavljenim na slikama 4 i 5 uočava se da vrednost parametra R_q raste povećavanjem granične vrednosti talasne dužine za sva četiri tipa filtra u slučaju obe ispitivane flekso štamparske forme. Najveća vrednost ovog parametra dobijena je primenom DP filtra. Ovaj parametar daje slične podatke o hrapavosti merne površine kao i R_a parametar, s tim da su njegove vrednosti nešto veće. Poređenjem grafika na slikama 4 i 5 vidi se da su vrednosti ovog parametra znatno veće kod konvencionalne štamparske forme.



Slika 4. Prikaz R_q parametra za različite tipove filtera i granične vrednosti (digitalna flekso forma)

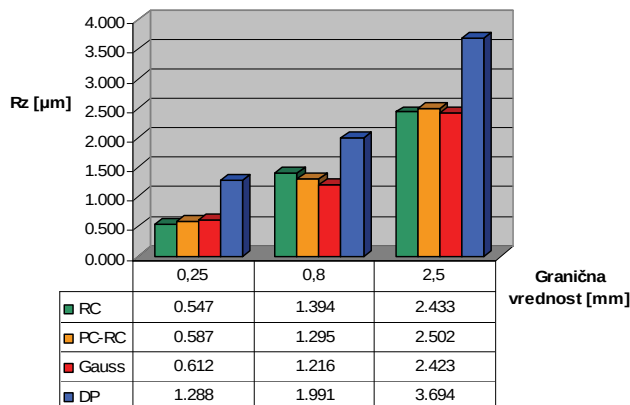


Slika 5. Prikaz R_q parametra za različite tipove filtera i granične vrednosti (konvencionalna flekso forma)

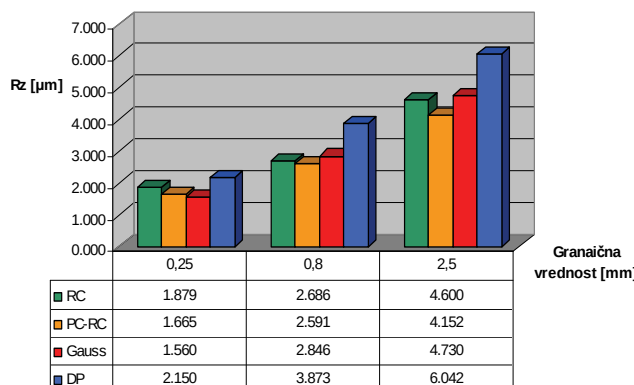
Amplitudni parametar R_z

Vrednost parametra R_z je mera „grubosti“ površine, jer predstavlja srednju vrednost dubine hrapavosti u okviru pet dužina uzorkovanja.

Sa grafika na slikama 6 i 7 uočava se da vrednost datog parametra raste s porastom granične vrednosti i to kod svih primenjenih filtera, kako za digitalnu tako i za konvencionalnu štamparsku formu. Zapaža se da tip primenjenog filtra nema tako velik uticaj na dobijene vrednosti kao kod drugih R parametara. Posebno su ujednačeni rezultati za RC, PC-RC i Gauss-ov filter. Ponašanje R_z parametra u funkciji granične vrednosti talasne dužine i primenjenih filtera je slično kod obe ploče. Vrednost ovog parametra kod digitalne ploče je značajno manja.



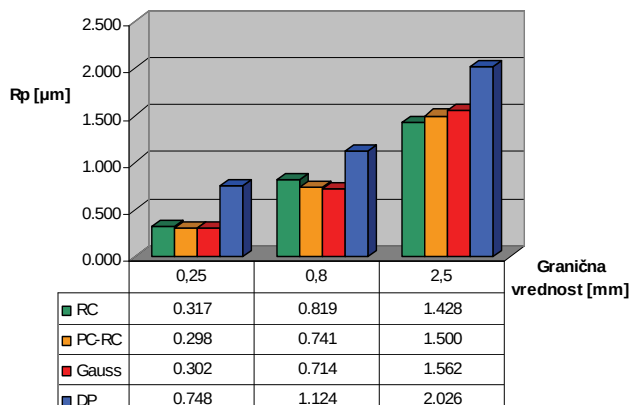
Slika 6. Prikaz R_z parametra za različite tipove filtera i granične vrednosti (digitalna flekso forma)



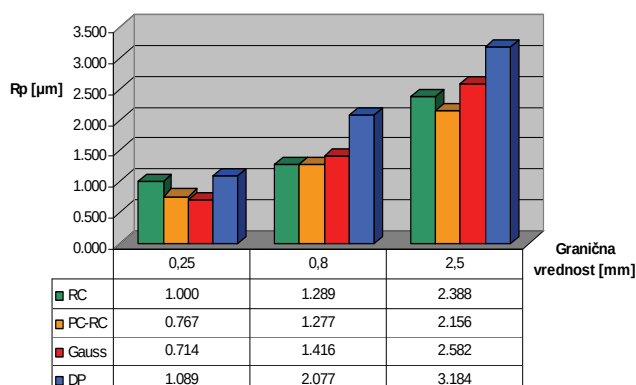
Slika 7. Prikaz R_z parametra za različite tipove filtera i granične vrednosti (konvencionalna flekso forma)

Amplitudni parametar R_p

Parametar R_p predstavlja visinu najvećeg vrha profila hrapavosti u jednoj dužini uzorkovanja. Sa grafika na slikama 8 i 9 zapaža se da, kao i kod ostalih analiziranih parametara površinske hrapavosti, pri porastu granične vrednosti talasne dužine dolazi do povećanja vrednosti ovog parametra za sve primenjene filtre, kako kod digitalne, tako i kod konvencionalne štamparske forme. Vrednosti R_p parametra digitalne forme za filtre: RC, PC-RC i Gauss se za sve tri granične vrednosti talasne dužine razlikuju za 6% do 12,8%. Izuzetak je DP filter, koji daje veće vrednosti ovog parametra za sve granične vrednosti talasne dužine. Kod konvencionalne ploče vrednosti ovog parametra i međusobne razlike su veće (10%-28,6%).



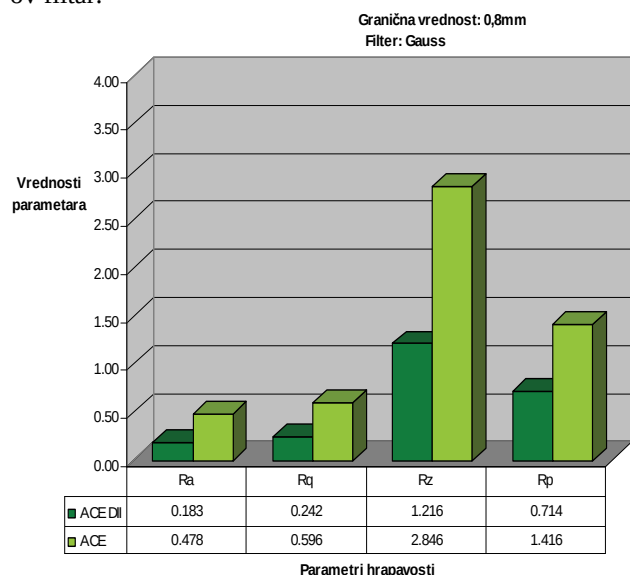
Slika 8. Prikaz R_p parametra za različite tipove filtera i granične vrednosti (digitalna flekso forma)



Slika 9. Prikaz R_p parametra za različite tipove filtera i granične vrednosti (konvencionalna flekso forma)

Može se zaključiti da veći uticaj na porast vrednosti R_p parametra ima izbor granične vrednosti talasne dužine od primenjenog tipa filtera.

Na grafiku na slici 10 predstavljene su srednje vrednosti ispitivanih amplitudnih parametara hrapavosti za digitalnu i konvencionalnu flekso štamparsku formu za graničnu vrednost talasne dužine od 0,8 mm i za primenjen Gauss-ov filter.



Slika 10. Prikaz amplitudnih parametara hrapavosti digitalne i konvencionalne flekso štamparske forme (granična vrednost talasne dužine 0,8 mm i filter Gauss)

Sa grafika se jasno vidi da vrednosti svih parametara hrapavosti konvencionalne štamparske forme su značajno veće.

U slučaju primene ostala tri filtera i dve granične talasne dužine, amplitudni parametri hrapavosti ukazuju na istovetan trend.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu merenja i analize R amplitudnih parametara hrapavosti površine, promenom pravca merenja, granične vrednosti talasne dužine i tipa primenjenog filtera, o vrednostima i ponašanju parametara površinske hrapavosti konvencionalnih i digitalnih flekso štamparskih formi, može se zaključiti da na vrednosti analiziranih parametara površinske hrapavosti, najveći uticaj ima promena granične vrednosti talasne dužine.

Pri porastu granične vrednosti rastu vrednosti R_a , R_q , R_z i R_p parametara. Primena RC, PC-RC i Gauss-ovog filtera ima manji uticaj na vrednosti R parametara, jer su dobijene vrednosti približno ujednačene. Jedino primenom DP filtera dobijaju se znatno veće vrednosti.

U okviru ovog istraživanja izvršeno poređenje R parametara konvencionalne i digitalne štamparske forme na kojima su izvršena merenja. Analizom je ustanovljeno da digitalna štamparske forma ima značajno manju vrednost površinske hrapavosti (R_a , R_q , R_z i R_p) u odnosu na konvencionalnu, bez obzira na tip primenjenog filtera.

5. LITERATURA

- [1] Edward G. Hoffman, Christopher J. McCauley, Muhammed Iqbal Hussain: "Shop Reference for Students and Apprentices From Machinery's Handbook, Second Edition", Industrial Press Inc., New York, 2000.
- [2] Grupa autora: "Hand-held Roughness Tester TR200 Instruction Manual", 2010.
- [3] Mahović, S.: "Karakterizacija površinskih struktura ofsetnih tiskovnih formi", Doktorska disertacija, Grafički fakultet, Zagreb, 2007.
- [4] BARROS, G.G., et al. Topographic distribution of uncovered areas (UCA) in full tone flexographic prints, dostupno na <http://www.t2f.nu/s2p2/> S2P2 % 20IPQ % 2032 %20 %20 Topographic % 20 distribution % 20 of % 20 Un Covered % 20 Areas % 20 (UCA) % 20 in % 20 Full % 20 Tone % 20 Flexographic % 20 Prints.pdf, <10.02.2010.>

Adresa autora za kontakt:

MSc Rastko Milošević
shorxy@hotmail.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

KOLORIMETRIJSKA KARAKTERIZACIJA RAZLIKA U REPRODUKCIJI BOJA KOD STONIH INK JET ŠTAMPAČA

THE COLOURMETRIC CHARACTERIZATION OF DIFFERENCES IN COLOUR REPRODUCTION OF DESKTOP INK JET PRINTERS

Nataša Zarić, Dragoljub Novaković, Igor Karlović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN

Kratak sadržaj - U radu su prikazana istraživanja veza na određivanje uticajnih faktora na kvalitet reprodukcije boja kod stonih Ink Jet štampača na osnovu upoređivanja otisaka koji su dobijeni korišćenjem različitih tehnologija štampe. To su piezoelektrična tehnologija za čijeg je predstavnika izabran štampač proizvođača Epson i bubble-jet tehnologija čiji je predstavnik štampač proizvođača Hewlett Packard - HP. Analiziran je princip rada stonih Ink Jet štampača, kao i način reprodukovanja i generisanja boja. Na osnovu rezultata merenja i upoređivanja otisaka i njihovih razlika doneti su zaključci o uticajnim faktorima na karakteristike kvaliteta reprodukcije.

Ključne reči: Stoni Ink Jet štampači, piezo i bubble-jet tehnologija štampe, kvalitet reprodukcije boja

Abstract - This paper describes research on the determination of the factors that affect the quality of colour reproduction of desktop Ink Jet printers based on the basis of comparing of the printed sheets using different printing technologies. These are the piezoelectric technology chosen from Epson production range and bubble-jet technology chosen from Hewlett Packard - HP desktop ink jet printers. The principle of desktop Ink Jet printers and method of colour reproduction and generating colour were analyzed. Based on this results and comparison of press proofs and their differences make conclusions about the factors that affect the quality characteristics of reproduction.

1. UVOD

Štamparski grafički proizvod predstavlja najmasovniji materijalizovani način komunikacije. Potrebe klijenata grafičke industrije pokazuju da se 78% poslova sa četvorobojnom štampom odnosi na tiraže malih formata. Ovde su značajno mesto našli stoni Ink Jet štampači.

Od kada je pronađen Ink Jet štampač, štampanje u boji je postalo veoma popularno.

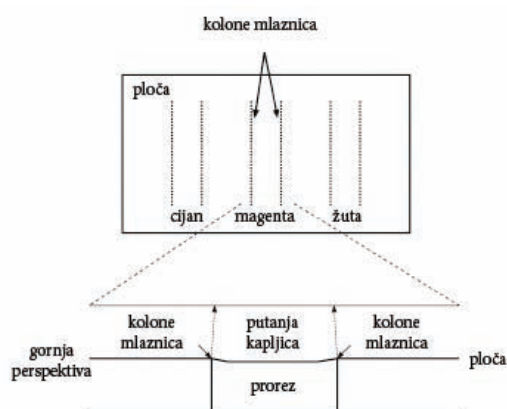
Istraživanja na polju Ink Jet tehnologije stalno napreduju, sa svakim novim proizvođom na tržištu koji pokazuju napretke u performansama, upotrebljivosti i kvalitetu štampe.

2. STONI INK JET ŠTAMPAČI

Stoni štampači nazivaju se još i štampači malih formata što se odnosi na veličinu papira. Najveća veličina papira za stonostampače iznosi $\approx 33 \times 48$ cm. Sistemi malih formata koji koriste Ink Jet tehnologiju koriste se za štampanje reprodukcija visokog kvaliteta u boji. Stoni Ink Jet štampači su široko rasprostranjeni a najviše se koriste u kancelarijske svrhe, za stono izdavaštvo kao i za ličnu upotrebu. Najvažnije karakteristike ovih uređaja su visoki kvalitet i prihvatljiva produktivnost.

3. PRINCIP RADA STONIH INK JET ŠTAMPAČA

Ink Jet postupak štampe spada u bezkontaktnu štampu (eng. Non impact printing) gde se podaci digitalnog fajla šalju direktno Ink Jet sistemu koji nanosi tečnu boju direktno na štamparski materijal uz pomoć mlaznica za tri boje (cijan, magentu i žutu) koje se nalaze na glavi štampača. Pored tri navedene boje nalaze se zasebno jedan ili dva ketridža za crnu boju koji rade na istom principu. Svaka boja ima dva reda mlaznica koje se nalaze na ploči mlaznica koje su blago zakrivljene ka prorezu za boju. Zbog toga će kretanje kapljica kroz njih imati blagi pad ka unutra. Mlaznice su veoma tanke i na glavi se može nalaziti i po nekoliko hiljada mlaznica na površini od 1 cm^2 . Na slici 1. su prikazane strukture mlaznica Ink Jet štampača za tri procesne boje. [1]



Slika 1. Struktura mlaznica Ink Jet štampača

3.1. Bubble-jet metoda otiskivanja

Glava štampača koji koriste ovaj metod sastoji se od matrice mlaznica u kojima su smešteni električni grejači koji omogućavaju pretvaranje jednog dela mastila u paru koja se širi i stvara mehur koji svojim širenjem katapultira kapljicu i stvara tačku na papiru. Veličina kapljice je preč-

NAPOMENA:

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

nika 35 μm što je dovoljno za vrhunski kvalitet štampe. Firme koje koriste ovaj metod su HP, Canon i Lexmark.

3.2. Peizelektrična metoda otiskivanja

Ova metoda je prvi put predstavljena od strane kompanije Epson. Štampači ove metode otiskivanja imaju mlaznice na čijim se krajevima nalazi piezoelektrični element čijom se promenom zapremine, putem električnog napona, kapljica izbacuje na papir i tako formira tačka. [2]

4. UTICAJNI FAKTORI MASTILA I PODLOGE

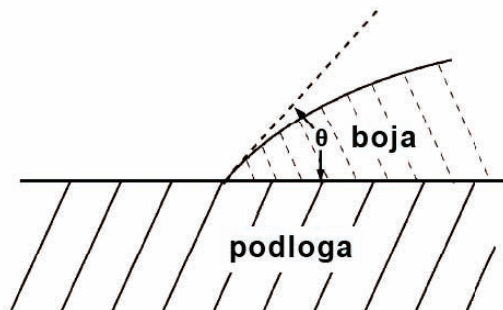
Ink Jet štampači koriste dve vrste mastila. To su boje na bazi vode (eng. dye colour) koje se potpuno rastvaraju u vezivu boje i pigmentne boje koje se ne rastvaraju u vodi ili se rastvaraju u vrlo maloj meri. Papiri koje koriste Ink Jet štampači su premazni i nepremazni s tim što se premazni više koriste, jer omogućavaju bolju apsorpciju boje i bolju reprodukciju slike. Bitno je da postoji usklađenost između boje kojom se štampa i podloge na kojoj se štampa.

Apsorpcija boja u papir dešava se zahvaljujući termodinamičkoj interakciji između boje i podloge, kapilarnim silama i hemijskoj difuziji.

Kapilarne sile su definisane Yang-ovom jednačinom:

$$p = \frac{2\gamma \cos \theta}{r} \quad (1)$$

gde je γ – površinski napon, r – radijus kapilara (u papiru), θ – kontaktni ugao između tečnosti i zida kapilara. Analogno ovoj jednačini, penetracija boje se odvija kada je kontakti ugao manji od 90° (slika 2.). [3]



Slika 2. Kontaktna površina podloge i boje

Zavisnost penetracije od vremena može se prikazati Lucas Washburn-ovom jednačinom:

$$h^2 = \frac{r^2 t}{4\eta} \left(\frac{2\gamma \cos \theta}{r} + p_E \right) \quad (2)$$

gde je h – dubina penetracije boje, μ – viskozitet boje, p_E – razlika eksternog pritiska.

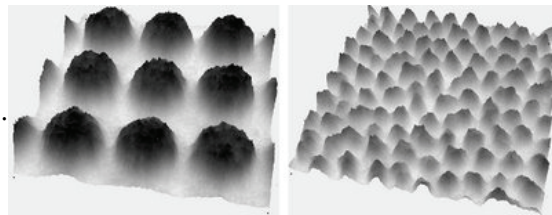
Mehanizmi penetracije boje u papir uslovljavaju i optičku gustinu boje na papiru u zavisnosti od variranja penetracije boje u z pravcu:

$$d\rho = f(z)dz \quad (3)$$

gde $f(z)$ opisuje variranje penetracije boje koja zavisi od karakteristika boje i podloge.

5. RASTIRANJE

Transformacija višetonskog originala u jednotonski pri čemu se original rastavlja na rasterske tačke naziva se rastriranje. U Ink Jet štampi najviše se koristi frekventno-modularno rastriranje – FM, kod koga se osećaj tonaliteta postiže upotrebom različitih razmaka između rasterskih elemenata pri čemu prečnik tačaka ostaje isti. Ova vrsta rastriranja, u odnosu na amplitudno-modularno – AM, omogućava otiske sa većim kontrastom i bolje vidljivim detaljima, posebno u oblastima sa tamnim tonovima, smanjen je uticaj refleksije podloge, a samim tim se postiže veći intenzitet otisnute boje. Prikaz razlike dobijenih rasterskih tačaka AM i FM rastriranjem dato je na slici 3. [4]



Slika 3. Rasterske tačke dobije AM rastriranjem (levo) i FM rastriranjem (desno)

6. PORAST TONSKIH VREDNOSTI

Rasterska vrednost se opisuje kao količina optičke efikasnosti koja kontroliše oblast pokrivenu elementima slike. Na osnovu Murray-Davies-ove jednačine može se predstaviti procena porasta tonskih vrednosti:

$$\text{Tonska vrednost [\%]} = \frac{1 - \beta_R}{1 - \beta_V} \cdot 100\% \quad (4)$$

gde je β_R faktor refleksije meren u rasterskim poljima, a β_V faktor refleksije meren u poljima punog tona.

Prilikom prenosa boje na papir dolazi do određenih deformacija tačke koja pri tome ne može zadržati svoj savršeni oblik. Dolazi do neke vrste zamućenja kao što je prikazano na slici 4..



Slika 4. Prikaz rasterske tačke originala (levo) i njene deformacije posle procesa štampanja (desno)

Mehanički porast tonskih vrednosti predstavlja fizički porast rasterske tačke do koga dolazi usled procesnih parametara koji se dešavaju tokom štampanja tonskih vrednosti.

Optički porast tonskih vrednosti ne zavisi od procesa štampanja i predstavlja rezultat difuzije svetlosti koja pada na papir. [5]

7. EKSPERIMENTALNI DEO

Za potrebe eksperimenta rada korišćene su tri vrste test karti (ECI test karta, test karta za instrumentalnu kontrolu otiska i test karta za vizuelnu kontrolu otiska) koje su štampane na dva štampača koji koriste različite tehnologije otiskivanja. To su Epson Stylus SX205 (piezoelektrična metoda) i HP Business Jet 1100 (bubble-jet metoda). Štampanje je vršeno na tri vrste papira (običan - 80g/m², polusjajni -180g/m² i sjajni - 170g/m²) pomoću kojih su, odgovarajućim uređajima, vršena merenja i analize u cilju dobijanja potrebnih rezultata. Cilj eksperimenta je prikazivanje u kolikoj meri određeni uticajni faktori utiču na kvalitet reprodukovanja boje u Ink Jet štampi.

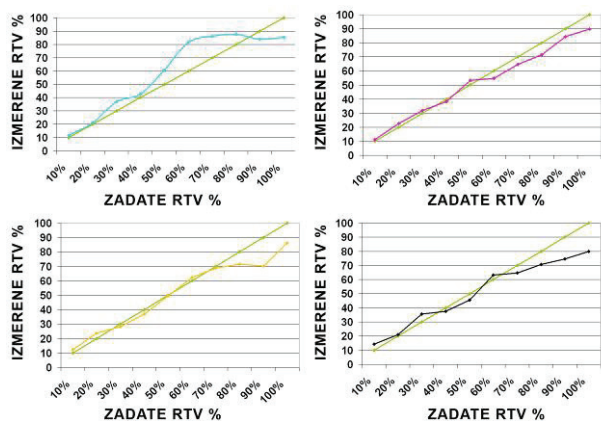
Na osnovu izmerenih vrednosti vršila se analiza mehaničkog i optičkog porasta tonskih vrednosti za svaku boju što predstavlja brzu indikaciju kvaliteta tonske reprodukcije. Kreiranjem profila na osnovu izmerenih vrednosti test karte uz pomoć odgovarajućeg softvera obezbeđene su potrebne informacije za izračunavanje ukupnog broja sivih nijansi odnosno opsega boja koji se mogu reprodukovati na različitim podlogama. Na osnovu prikaza merenja čitljivosti teksta može se jednostavnim upoređivanjem videti razlika u kvalitetu otiska koji se javlja usled različitih karakteristika podloga.

Uređaji koji su se koristili za potrebe merenja su SpectroScan, SpectroPlate, SibressPit i štampači Epson i HP. Spektrofotometrijska merenja su vršena geometrijom merenja 0/45⁰, korišćenjem D₅₀ iluminanta i standardnog posmatrača od 2⁰.

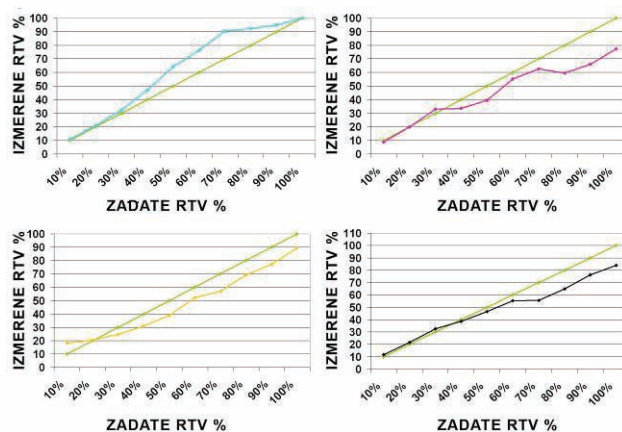
7.1. Merenje mehaničkog i optičkog porasta tonskih vrednosti

Do porasta tonskih vrednosti dolazi usled neravnomernog rasipanja reflektovane svetlosti što dovodi do tzv. potkopavanja tonskih vrednosti što predstavlja mehanički porast i do neravnomernog reflektovanja oko rasterske tačke pri čemu se stvara vizuelni utisak njenog porasta što predstavlja optički porast.

Mehanički porast tonskih vrednosti meren je pomoću uređaja SpectoPlate, pokretanjem softvera TECHKOM, pri čemu su vršena merenja za svako polje u tonovima od 10-100% za cijan, magentu, žutu i crnu boju. Na slikama 5a. i 5b. dat je grafički prikazi krivih mehaničkog porasta za C, M, Y i K merenih na otiscima koji su odštampani na 80g/m² običnom papiru štampačima Epson i HP.



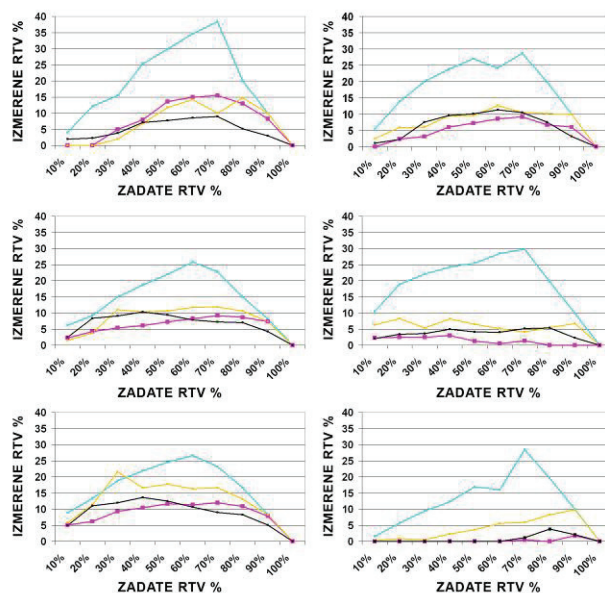
Slika 5a. Grafički prikaz krivih mehaničkog porasta tonskih vrednosti za C, M, Y i K za običan papir, Epson



Slika 5b. Grafički prikaz krivih mehaničkog porasta tonskih vrednosti za C, M, Y i K za običan papir, HP

Na osnovu prikazanih rezultata može se zaključiti da mehanički porast tonskih vrednosti kod Ink Jet štampača pokazuje vidljiva odstupanja od nominalnih vrednosti. Štampači Epson i HP pokazuju vrlo slične rezultate. I kod jednog i kod drugog štampača najveća odstupanja od nominalnih vrednosti pokazuje žuta boja, a najmanja odstupanja su kod cijan boje. Maksimalno odstupanje za žutu zabeleženo je na polju punog tona na polusjajnom papiru za štampač Epson od 26.9% ispod nominalne vrednosti, a maksimalno odstupanje za cijan boju je takođe na polusjajnom papiru za HP štampač i iznosi 22% iznad nominalne vrednosti.

Optički porast tonskih vrednosti meren je pomoću uređaja SpectroScan za svaku boju u opsezima od 10-100% za sve tri vrste papira. Na slici 6. prikazani su grafički prikazi krivih optičkog porasta za svaku boju za otiske odštampane na običnom, polusjajnom i sjajnom papiru.



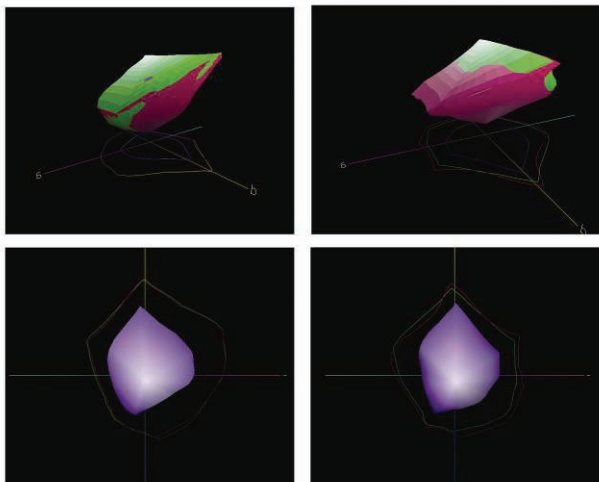
Slika 6. Grafički prikaz krivih optičkog porasta tonskih vrednosti za C, M, Y i K za običan, polusjajni i sjajni papir za Epson (levo) i HP (desno)

Na osnovu izmerenih vrednosti vidi se da je najveći optički porast u odnosu na nominalnu vrednost izmeren za cijan boju i to na običnom papiru sa vrednošću od 38.3% za Epson štampač, dok su najmanje vrednosti porasta dobijene za magentu i crnu boju kod oba štampača, s tim

što je najmanja vrednost zabeležena kod HP štampača za magentu na sjajnom papiru gde iznosi samo 2.1%.

7.2. Prikaz opsega boja i njihovo upoređivanje

Za određivanje opsega boja potrebno je kreirati ICC profile koji se formiraju na osnovu rezultata merenja svakog polja ECI test karte. Na slici 7. prikazani su 3D i 2D izgledi opsega boja za štampače Epson i HP, koji su dobijeni prema kreiranim profilima za različite vrste papira (običan, polusjajni i sjajni).

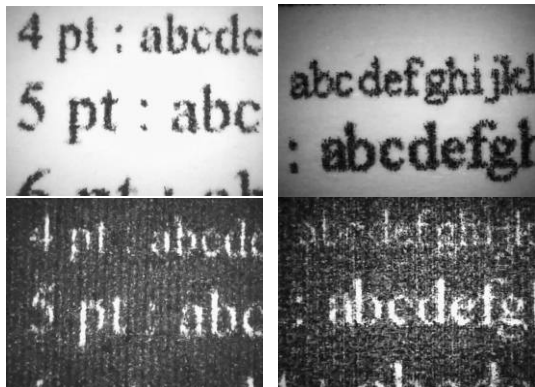


Slika 7. 3D i 2D prikazi razlike u opsegu boja za tri vrste papira za štampače Epson (levo) i HP (desno)

Pažljivim posmatranjem svakog segmenta opsega boja može se zaključiti da je najveći opseg boja zabeležen kod Epson štampača i to kod sjajnog papira, dok je kod otisaka štampanih na HP štampaču, mogućnost za najvećim prikazom boja pokazao polusjajni papir.

7.3. Čitljivost teksta u pozitivu i negativu

Merenje čitljivosti teksta se ubraja u vizuelnu kontrolu kvaliteta reprodukcije. U ovom radu su prikazani rezultati čitljivosti teksta u pozitivu i negativu mikroskopskim slikama sa uvećanjem od 40 puta za različite vrste podloga na kojima je otisak dobijen korišćenjem dve tehnologije Ink Jet štampe. Na slici 8. prikazane su slike u pozitivu i negativu za običan papir za otiske dobijene štampanjima Epson i HP.



Slika 8. Čitljivost teksta u pozitivu i negativu za otisak na običnom papiru za štampač Epson (levo) i HP (desno)

Posmatrajući dobijene rezultate slika u pozitivu i negativu vidi se očigledna razlika u kvalitetu teksta za otiske od-

štampane na Epson štampaču i za otiske odštampane na HP štampaču. Otisci dobijeni bubble-jet tehnologijom koju koristi HP pokazuje nešto lošije rezultate u pogledu kvaliteta čitljivosti teksta u odnosu na otiske dobijene piezo tehnologijom.

8. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata koji su dobijeni eksperimentom može se zaključiti da na karakteristike kvaliteta reprodukcije značajan uticaj imaju sama tehnologija Ink Jet štampe, algoritmi koje štampači koriste pri rastriranju kao i karakteristike potrošnog materijala, mastila i papira.

Korišćenjem kvalitetnijih papira i podloga dobijaju se mnogo bolji rezultati u pogledu kvaliteta reprodukcije. Rezultati opsega boja pokazuju da se najmanji opseg dobio za papir najlošijeg kvaliteta dok su se mnogo veći opsezi dobili za kvalitetnije papire. Porasti tonskih vrednosti najvećim delom odstupaju od nominalnih vrednosti pa se može zaključiti da veliki uticaj na to imaju specifični algoritmi za rastriranje višetonskih originala koji svaki štampač poseduje. U pogledu kvaliteta čitljivosti teksta u pozitivu i negativu rezultati merenja pokazuju da se najveća čitljivost teksta primećuje na najkvalitetnijem, u ovom slučaju sjajnom papiru i kod jedne i kod druge tehnologije. Boje koje su korišćene uticale su u velikoj meri na sam kvalitet otiska.

9. LITERATURA

- [1] Johnson H. (2005.) Mastering Digital Printing, Second Edition, The Thomson Course Technology PTR, Boston, MA 02210
- [2] Kipphan H. (2001.) Handbook of Print Media, Technologies and Production Methods. ISBN 35406732-61, Berlin, Germany, Springer
- [3] Yang L. (April, 2003.), *Ink-Paper interaction, A study in ink-jet color reproduction*. Department of Science and Technology, Linköping University, Sweden Norrköping
- [4] Wintzell E. (2002.) Master Thesis in Media Technology. Department of Science and Technology, Sweden
- [5] Novaković D., Karlović I., Pavlović Ž., Pešterac Č. Reprodukciona tehnika - priručnik za vežbe, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2008

Adresa autora za kontakt:

MSc Nataša Zarić
natasazaric03@gmail.com

Prof. dr Dragoljub Novaković
novakd@uns.ac.rs

Doc dr Igor Karlović
karlovic@uns.ac.rs

Grafičko inženjerstvo i dizajn
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

STUDIJA JAVNIH GRADSKIH PROSTORA KAO MESTA URBANOG ŽIVOTA – KRITIČKA VALORIZACIJA CENTRALNOG PODRUČJA U NOVOM SADU**PUBLIC SPACES AS PLACES OF URBAN LIFE - CRITICAL EVALUATION OF CENTRAL AREA OF NOVI SAD**Nataša Bulut, Darko Reba, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM**

Kratak sadržaj – Priloženi rad bavi se istraživanjem fenomena javnih prostora u urbanom tkivu grada. Preciznije, on se bavi ispitivanjem potencijala, kao i kritičkom valorizacijom otvorenih, neizgrađenih ambijenata u gradu. Javni prostori grada su u ovom radu postavljeni kao osnova koja svojim urbanističkim, arhitektonskim, ali i svim ostalim karakteristikama, treba da omogući aktivnu socijalnu integraciju stanovništva.

Rezultati analiza i urađene ankete, ali i njihova kritička valorizacija, omogućili su stvaranje opšte slike i sistematizovanje urbanističkih aspekata koji podstiču socijalnu integraciju u ovim područjima.

Ključne reči: otvoreni prostor, javni prostor, trg, ulica, socijalna integracija, programi, događaji

Abstract – The work is focused on exploring the urban tissue public space phenomena. More precisely, it explores the potential, critical valorization of open, vacant city milieu. Public spaces here depicted are the foundation, which using urban, architectural and all other characteristics should enable active social integration of inhabitants.

Analysis results and conducted surveys, which introduce the general public state of mind, but also their critical valorization, have enabled the generation of the general point of view and the systematization of urban aspects, which embark social integration in these fields.

Key words: open space, public space, square, street, social integration, programs, events

1. UVOD

Čovek je društveno biće i kao takav ima potrebu da živi u uređenoj zajednici. Njegova potreba za socijalizacijom i životom među drugim ljudima osnovna je i najupečatljivija karakteristika ljudskog društva. Naselje, kao čisto ljudska tvorevina, najbolji je reprezent te iskonske potrebe čoveka da živi u zajednici.

Osnovna funkcija svakog naselja je da obezbedi ljudima što potpunije ostvarivanje potreba za stanovanjem, zaštitom, odmorom, radom, društvenim i duhovnim životom [4]. Javni prostori, odnosno mesta u naseljima na kojima se ispoljava društvena priroda čoveka,

su se od najranijih vremena nalazila pod vedrim nebom i najčešće su zauzimala centralna mesta naselja. Ti otvoreni prostori postali su mesta intenzivnog druženja, susreta i razmene informacija, tkz. žižne tačke.

Broj javnih prostora danas je u stalnom porastu. Razvojem ljudskog društva, kao i usložnjavanjem funkcija u njemu, povećavaju se i potrebe stanovništva, te se javljaju i nove tipologije javnih objekata i prostora.

Tokom istorijskog razvoja gradova, promene društvenih, ekonomskih i političkih faktora, odražavale su se i na transformacije javnih prostora u njima, kako u fizičkom smislu, tako i u njegovom značaju za korisnike. Menjale su se morfološke karakteristike ovih prostora, ali njihova osnovna uloga – socijalizacija društva kroz okupljanje – održala se od perioda najranijih ljudskih zajednica do danas.

2. TIPOLOGIJA I KLASIFIKACIJA JAVNIH PROSTORA**2.1. Otvoreni prostori u urbanom tkivu**

Otvoreni prostori se u planimetriji naselja mogu javiti u različitim oblicima, a osnovni tipovi ovih najčešćih javnih površina su trgovi i ulice, koji na neki način formiraju „krvotok“ urbanih procesa [5, str.10]. Ovi primarni otvoreni prostori svakom gradu daju identitet, duh i karakter. Svi otvoreni javni prostori u gradu, ma koliko međusobno bili različiti po morfologiji, istoriji, poziciji, dostupnosti ili nečem drugom, imaju jednu trajnu zajedničku karakteristiku, a to je PRAZAN NEIZGRAĐEN PROSTOR koji zapravo predstavlja pozornicu društvenog života grada.

U ovom radu predloženo je šest kategorija javnih prostora: Gradski trgovi, Ulica i ulični sistem. Parkovi, Obale (reka, mora, jezera), Unutarblokovski prostori, Prostori ispred značajnog objekta

2.2. Trg – centar društvenog života zajednice

U mnoštvu javnih prostora u gradu, posebno mesto uvek je imao trg – reprezentativni, društveni i politički simbol svakog grada, najznačajnije mesto okupljanja u naselju. Čini se da je otvoreni prostor trga, oduvek bio centar socijalnog života, mesto na kome su se odvijali svakodnevni, ali i oni retki, uzvišeni i posebni, tradicionalni programi.

Danas se smatra da je trg prvi urbani element koji se pojavio u naselju. Danas postoji veliki broj definicija trgova koji samo ukazuje na kompleksnost ovog urbanog pojma. Bitno je, međutim, napomenuti da se do značajnih razlika u definisanju ovoga pojma dolazi i u zaisnosti sa kog se stanovišta tumači njegovo značenje - sa aspekta

NAPOMENA:

Ovaj rad poistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Darko Reba, red.prof.

fizičke strukture, socijalnog, psihološkog, estetskog ili nekog drugog. Iako su se kroz istoriju funkcije vezane za trg, kao i njegovo mesto u samom životu grada često menjale, danas je njegova uloga u ljudskoj svakodnevici znatno manja u odnosu na srednji vek ili neke druge periode u istoriji. U kompleksnim urbanim tkivima, pored glavnog gradskog trga koji je društveni, ekonomski i politički reprezent svakog grada, nalazi se još vekiki broj trgova. Oni mogu biti podjednako veliki i istaknuti, ali i manji i intimniji tkz. skverovi.

2.3. Ulica – mesto komunikacije i susreta

Ulica je drugi osnovni urbani element. Usložnjavanjem gradskog tkiva i povećanjem broja objekata u dalekoj prošlosti, javila se potreba za njihovim grupisanjem, rasporedom i vezom među njima, tj. potreba za ulicom i uličnim sistemima. Od najranijih vremena, ulica je bila kreirana po meri čoveka. Njena je prvobitna i osnovna funkcija bila komunikacija i povezivanje. Neosporno je da je upravo zbog svog karaktera i funkcije, ulica oduvek bila mesto društvenog života. U prošlim vremenima ulica je bila žarište aktivnosti okolnog dela grada. Ulice kao javni, otvoreni prostori javljaju se u vidu širokih pešačkih trotoara, isključivo pešačkih ulica, ulica sa kolsko-pešačkim saobraćajem i bulevara – ulica podređenih isključivo kolskom saobraćaju. Međutim, većina ulica danas podređena je kolskom saobraćaju. Samo one retke, pešačke ulice, još su uvek mesto susreta i pravog društvenog života. Da bi se omogućio jedan skladan i uravnotežen život u gradskoj ulici, postalo je očigledno da automobil mora dobiti podređeno mesto, a da se ponegde mora i isključiti.¹

2.4. Park – zelena oaza u tkivu grada

Park je specifičan javni prostor. Za razliku od trgova, ulica, pa i svih ostalih javnih prostora, njega najčešće ne formiraju objekti. To je otvoren prostor inkorporiran u građenu sredinu, koji se po svojim funkcijama u mnogome razlikuje od ostalih. Park je oblikovana i podsticajna zelena površina, podesna za najrazličitije aktivnosti svih socijalnih kategorija, pri čemu se najveći akcenat stavlja na njenu ekološku i zdravstvenu ulogu, kao i na opuštajuće i terapeutsko dejstvo na čoveka. Potrebe savremenih gradova za prirodom i zelenilom, ogledaju se i u uvođenju elemenata prirode i potezima zelenila gde je god to moguće.

2.5. Obala (reka, mora, jezera)

Kontakt vodene površine i tla, dva osnovna strukturna prirodna elementa pejzaža, predstavlja jedan od psihološki najsnažnijih utisaka u prirodi.² Voda je element koji je značajno uticao na izgradnju gradova. Koliki je, zapravo, bio njen značaj govori nam i činjenica da su se prvi gradovi u istoriji formirali upravo u dolinama velikih reka. Novi Sad spada u one gradove koji imaju privilegiju da leže na vodenom toku. Od samog početka svog razvoja Novi Sad je vezan za Dunav, te se staro jezgro i današnji centar grada nalazi u njegovoj neposrednoj blizini. Za razliku od ostalih velikih prestonica na Dunavu,

potencijali ove snažne i plovne evropske reke u Novom Sadu nisu u potpunosti iskorišćeni.

2.6. Unutarblokovski prostori

Sa svim svojim karakteristikama i funkcionalnim osobenostima ovi prostori predstavljaju mikroceline svakog grada. Po poziciji u izgrađenom tkivu, morfologiji, obliku i razmeri ovi prostori mogu biti izrazito različiti. Oni mogu biti isključivo stambenog karaktera, mešoviti tj. stambeno-komercijalni ili izdvojeni javni prostori sa komercijalnim sadržajima u centralnim područjima. O bilo kom tipu da se radi, ovi prostori prepoznati su kao pozitivni i značajni za život zajednice, te je njihovom tretmanu pridavan veliki značaj. U Novom Sadu se poslednjih godina može primetiti intenzivno oživljavanje i aktiviranje javnih površina ovog tipa, naročito na posmatranoj teritoriji gradskog centra.

3. ASPEKTI JAVNIH PROSTORA

3.1. Morfologija javnih prostora

Morfologija je jedan od veoma bitnih aspekata svakog javnog prostora. Morfologija je zapravo ono što primećujemo kao javni prostor - njegova veličina, oblik tj. geometrija, razmera i proporcije delova i elemenata, konfiguracija, pa i položaj određenog prostora u planimetriji. **Veličina** je bitna karakteristika i determinanta javnih prostora. Ona je svakako jedna od najuočljivijih karakteristika svakog prostora. Da bi se čovek u javnom prostoru osećao prijatno, neophodno je da on bude čovekoman. Grad kao ljudska tvorevina, mora biti u njegovoj **srazmeri**, a naročito javni prostori kao mesta društvene integracije u njemu. **Oblik** javnih prostora još je jedna morfološka karakteristika diktirana uticajnim silama i u direktnoj je vezi sa pozicijom i sa veličinom javnog prostora.

3.2. Socijalni aspekti javnih prostora

3.2.1. Programi na javnim prostorima

Socijalni aspekt javnih prostora je pre svega povezan sa sadržajem objekata koji ga okružuju i sa namenom same slobodne površine, odnosno programima koji se na njemu odvijaju. Programi na otvorenim urbanim prostorima mogu biti različiti - mogu biti namenjeni obeležavanju nekih bitnih istorijskih događaja, kulturnim ili političkim manifestacijama, sakralnim ili muzičkim svečanostima, trgovini specifičnim proizvodima i još mnogim drugim. Broj programa na trgovima u stalnom je porastu. Današnji trgovi, gotovo nikada nisu monofunkcionalni, već predstavljaju okvir za najrazličitije manifestacije društvenog života. Programi i sadržaji koji se odvijaju na javnom prostoru, kao i programi i sadržaji okolnih izgrađenih struktura, tačnije njihovih prizemlja, u najvećoj meri određuju karakter prostora, stvarajući na njemu ambijent i atmosferu.

3.2.2. Okružujući objekti i njihovi sadržaji

Karakter trga je umnogome određen i funkcijama objekata koji ga okružuju. One mogu biti različite i mnogobrojne. Funkcije objekata koji okružuju prostor trga se mogu ispoljavati u dovoljnoj meri da samom trgu daju karakter. Po Đokiću, u tom slučaju možemo razlikovati nekoliko kategorija trgova: trg društvenog centra, crkveni

¹ Халприн, Лауренс, *Градови*, стр. 17

² Атанацковић, Јелена, *Јавни простори обала насеља Војводине*, магистарска теза, стр. 37

trg, stambeni trg.³ Element okružujućih objekata, koji zapravo presudno utiče na karakter samoga javnog prostora, jesu njihova prizemlje.

Prizemne etaže objekata, njihova interakcija i veza sa otvorenim prostorom ispred, predstavlja najznačajniju komponentu atraktivnosti, prijatnosti i načina funkcionisanja samog javnog prostora, ali i programa na njemu.

3.2.3. Zavisnost intenziteta socijalnih aktivnosti od kvaliteta javnog prostora

Jan Gel je, u svojoj knjizi *Život među zgradama*, kompleksan sklop aktivnosti na otvorenim prostorima podelio u tri pojednostavljene grupe [2]:

1. neophodne aktivnosti
2. aktivnosti po izboru
3. društvene aktivnosti

Kada je spoljni prostor lošeg kvaliteta, tu se odvijaju isključivo neophodne aktivnosti. Na prostorima lošeg kvaliteta aktivnosti se odvijaju minimalno, dok je u dobrom okruženju moguć jedan sasvim drugačiji, širok spektar ljudskih aktivnosti.

	Квалитет физичког окружења	
	Лош	Добар
Неопходне активности	●	●
Активности по избору	•	●
„Пронстичуће активности“ (друштвене активности)	•	●

Grafik 1. Prikaz odnosa između kvaliteta otvorenih prostora i zastupljenosti dešavanja i aktivnosti na otvorenom

3.3. Saobraćajna infrastruktura

Grad je kompleksna struktura i kao takav zahteva različite vidove saobraćaja. Kako bi se omogućilo pravilno funkcionisanje i povezivanje svih delova grada, svi tipovi saobraćaja treba da budu zastupljeni. Međutim, mreža saobraćajnica treba da bude projektovana tako da, pored toga što je funkcionalna, ne ugrožava ni čoveka ni okolinu. Način kretanja unutar jednog grada u velikoj meri utiče na socijalne aktivnosti, veze, pa i na ukupan način života u gradu. Vremenom je saobraćaj zagospodario prostorom ulice, ali je značajan uticaj i dominaciju preuzimao i na trgovima. U savremenim gradovima egzistira veliki broj vidova saobraćaja. Oni se primarno klasifikuju u odnosu na ulični parter na tri osnovne grupe – površinski, kao osnovni, a zatim podzemni i vazdušni.

3.3.1. Uvođenje pešačkih ulica u centralna područja grada

Jedna od primarnih strategija savremenog urbanog planiranja je „vraćanje“ javnih površina grada pešaku, naročito onih u centralnim područjima gradova. Izmeštanje izvesnih segmenata saobraćajne mreže sa gradskog prostora jedan je od najboljih načina za podizanje nivoa ubranog života. „Otvaranje“ novih mesta za socijalizaciju i podizanje njihovog kvaliteta, direktno utiče na podizanje kulturnog identiteta zajednice.

3.3.2. Koncept umirivanja saobraćaja – *woonerf*

U cilju nesmetanog odvijanja socijalnih aktivnosti i adekvatnog funkcionisanja javnih prostora ovog kulturnog centra grada, neophodno je regulisati postojeći saobraćajni tok. Nemogućnost potpunog ukidanja saobraćajnica na nekim potezima (zbog velikog broja stambenih objekata u njima), inicira na mogućnost primene koncepta ublažavanja saobraćaja na tim mestima tkz. „*woonerf*“-a. Ovaj pojam označava ulicu u kojoj pešaci i biciklisti imaju zakonski prioritet nad svim motornim vozilima. Takođe, zakonski je regulisano i pravilo da je brzina kretanja vozila u „*woonerf*“-u svedena na brzinu hoda pešaka.

4. STUDIJA SLUČAJA – Centralno područje Novog Sada

4.1. Analiza naselja i posmatranog fragmenta u okviru njega



Slika 1-prikaz područja

Današnji Novi Sad, svoj identitet i karakter dobija u periodu posle revolucije kada je izgrađen njegov najveći deo. Specifična konfiguracija terena je značajno uticala na formiranje uličnog sistema grada. Prateći terensku konfiguraciju, te prvobitne ulice bile su nepravilne. Močvarni tereni uticali su da se ulice grade na višim terenima, tačnije na tkz. suvim gredama. Ulica koja je bila kičma tadašnjeg uličnog sistema povezivala je naselje sa rekom i mostobranom koji se tamo nalazio. Ta glavna ulica bila je Dunavska ulica, a od nje su se druge ulice pružale u pravcima pogodnim za izgradnju. Teren na kome se nalazi centralno područje Novog Sada predstavlja, zapravo, klasično vojvođansku ravnicu. Jedna od najvećih karakteristika današnjeg Novog Sada, bar planimetrijski posmatrano, jeste njegoa **monocentričnost**. To znaci da je na

³ Подела према Владану Ђокићу: Ђокић, Владан, *Урбана морфологија: град и градски трг*, стр.188

uskom prostoru centra integrisan najveći broj važnih sadržaja i funkcija grada, kao i najkvalitetniji otvoreni javni prostori. Bogata kulturna, istorijska, tradicionalna, ali i arhitektonska pozadina, kao i njegova urbanistička svojstva i karakter nukleusa, čine ovaj prostor najvrednijim urbanim ambijentom Novog Sada.

4.2. Analiza odabranog fragmenta kao karakteristične mikroceline u naselju

4.2.1. Prostorna analiza i mreža javnih prostora centralnog područja

Iz planimetrije posmatranog fragmenta, lako se uočava da, u svom najvećem delu, on ima potpuno nepravilnu strukturu ulica. Ovakva ulična mreža direktna je posledica nastanka naselja uz reku, na terenu pomenutih karakteristika.

Zapravo, jedina značajnija razlika može se primetiti u vidu bulevara Mihajla Pupina, u prvom redu zbog veličine samog profila ove najfrekventnije ulice u području. U tom smislu, kao i zbog pravca pružanja, ova ulica se iz planimetrije izdvaja u vidu „kičme“, koja na određeni način preseca i razgraničava ovaj fragment. Najveći broj ulica u samom centru, uz glavni gradski trg, je pešačkog karaktera. Pored ulica i trgova kao osnovnih i dominantnih tipova javnih prostora, na ovom segmentu se nalaze još neki kvalitetni prostori koji su prepoznati kao mesta socijalizacije građana. To su pre svega Dunavski park, kej pored reke, ali i sve prisutnija i popularnija pojava poslednjih godina, uređeni prostori unutrašnjih dvorišta.

4.2.2. Programska analiza fragmenta

Programske karakteristike područja su veoma različite. Javni prostori centralnog područja su mesta najintenzivnije socijalizacije u gradu. Oni su mesta susreta, kontakta, razmene, odmora i uživanja. U tom smislu najistaknutiji su neki od gradskih trgova, pešačke ulice u centru, centralni park, kej i unutarblokovski prostori. Prirodne sredine parka i keja, prostori su za uživanje, rekreaciju i odmor.

Centralne pešačke ulice i unutarblokovski prostori pretežno imaju komercijalan i uslužni karakter i intenzivno su posećene u Novom Sadu, što je slučaj i sa nekim trgovima. Međutim, pojedini trgovi, mesta ispred javnih objekata (kulture, na primer), kao i jedan deo centralnih ulica degradirane su pod dejstvom narastajućeg saobraćaja

4.2.3. Analiza saobraćajne infrastrukture

Većina ulica je malog poprečnog profila. Ovakva struktura izrazito je nepovoljna za funkcionisanje današnjeg obima kolskog saobraćaja. Ulice oko glavnog gradskog trga pešačkog su karaktera i najkvalitetnije su u posmatranom području.

Obim kolskog saobraćaja u ovom delu, odražava se i na efikasnost i kvalitet javnog prevoza u gradu. Obim mirujućeg saobraćaja, još je jedan veliki problem za današnji grad. S obzirom da se poslednjih decenija jako malo pažnje poklanjalo ovom složenom urbanom zadatku, današnje stanje je više nego zabrinjavajuće. Nasuprot svemu tome, biciklistički saobraćaj, koji je za područje Novog Sada, ocenjen kao visoko potencijalan, slabo je zastupljen.

5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Krajnji cilj svakog grada jeste da svojim stanovnicima obezbedi sigurnu, humanu, atraktivnu, ali i nadahnjujuću sredinu za život. Očekuje se da, osim što će svojim žiteljima ponuditi bezbednost, zaklon i stanište, grad ponudi i širok spektar mogućnosti i raznovrsnosti. Dakle, grad mora da ponudi prostore u kojima će se ostvariti međusobna povezanost i integracija stanovništva, ali i integracija ljudi sa svojom okolinom. Javni prostori imaju presudan značaj za opštu socijalizaciju. Do koje mere će, međutim, oni biti podobni za ove funkcije, zavisi od niza činilaca. Od čitavog niza faktora i elemenata zavisi koliko su postojeći javni prostori primamljivi i zapravo podobni za sopstveno stanovništvo.

Priloženim istraživanjem potvrđene su teze da je Novi Sad, iako grad velikog potencijala, bogate istorije i raznovrsne arhitekture, u deficitu sa javnim prostorima, tačnije, onim adekvatnim. Dobijeni rezultati potvrdili su da su najugroženija mesta u tkivu, manji gradski trgovi, koji su od strane građana ostali neprepoznati kao takvi. Sprovedeno istraživanje i priloženi rad, predstavljaju osnov za dalji rad na problemu. Cilj, prvenstveno, treba da bude podizanje svesti o važnosti javnih prostora u životu zajednice, jer njihov kvalitet direktno utiče na kvalitet društvenog života. Konstatovane probleme i prepreke treba posmatrati kao smernice, a naredne korake usmeriti na analizu konkretnih gradskih prostora, detektovanje postojećih kvaliteta i nedostataka, pa i na pronalaženje načina za njihovo što efikasnije prevazilaženje.

6. LITERATURA

[1] Atanacković, Jelena, *Javni prostori obala naselja Vojvodine*, magistarska teza, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2005.

[2] Gel, Jan, *Život među zgradama: korišćenje javnog prostora*, Urbanistički zavod Beograda, Beograd, 2010.

[3] Đokić, Vladan, *Urbana morfologija: grad i gradski trg*, Arhitektonski fakultet univerziteta u Beogradu, Beograd, 2004.

[4] Radivojević, Radoš, *Sociologija naselja*, FTN izdavaštvo, Novi Sad, 2004.

[5] Reba, Darko, *Urbana morfologija i ulični sistemi centralnih područja vojvođanskih gradova*, doktorska disertacija, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, 2005.

Kratka biografija:



Nataša Bulut rođena je u Novom Sadu 1985. godine. Nakon završene gimnazije 'Jovan Jovanović Zmaj' u Novom Sadu 2004. godine upisuje Fakultet tehničkih nauka, odsek za arhitekturu i urbanizam. Diplomski rad iz oblasti arhitekture i urbanizma brani u novembru 2010. godine.

ULOGA I ZNAČAJ VODE U URBANOM PROSTORU

THE ROLE AND IMPORTANCE OF WATER IN URBAN SPACE

Marijana Sabadoš, Ljiljana Vukajlov, Mirjana Sekulić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM

Kratak sadržaj – Nedovoljna iskorišćenost velikog potencijala vode, kao prirodnog elementa za oplemenjivanje urbanih prostora, je glavni motiv istraživanja i dokazivanja njene velike uloge i značaja. Istraživački rad je kroz analizu i valorizaciju četiri vojvođanska naselja i sprovedenu anketu, dao očekivane rezultate o nedovoljnoj upotrebi vode za oplemenjivanje gradskih prostora. Iz ovakvih rezultata proizašla je ideja o izradi predloga za transformaciju dela stambenog naselja Aleksandrovo u Subotici, gde je akcenat stavljen na upotrebu vode u cilju podizanja kvaliteta i oplemenjavanja predmetne lokacije.

Ključne reči: voda, fontana, stambeno naselje, Subotica

Abstract – Insufficient use of the great potential of water, as a natural element for improvement of urban areas, is a major motive for exploration and demonstration of its great role and importance. Research through analysis and evaluation of four cities in Vojvodina and a survey gave expected results of insufficient use of water for improvement of urban areas. From this results emerged the idea of making proposals for transformation of a residential settlement Aleksandrovo in Subotica where the emphasis was placed on the use of water in order to raise quality and refinement of the location.

Key words: water, fountain, residential area, Subotica

1. UVOD

Istraživanju uloge i značaja vode u urbanom prostoru pristupilo se zbog nedovoljne iskorišćenosti potencijala tog prirodnog elementa u gradskim naseljima. Voda je osnovni izvor života, sastavni element svih živih bića i jedan od najznačajnijih faktora izbora lokacije naselja. Cilj ovog rada je da se ukaže na mnogobrojne vrednosti i potencijale vode, kao i da se naglasi njen značaj i uloga u urbanim sredinama. Zadatak istraživanja u okviru ovog rada je da se utvrdi u kojoj meri se voda koristi u uređenju gradskih prostora, kao i da se uoče faktori izbora lokacija i načina oblikovanja svih veštački uvedenih oblika vode u urbanim prostorima. Urbanim analizama su obuhvaćene fontane, česme, vodena ogledala i dr. Za okvir istraživanja su izabrana četiri urbana naselja sa teritorije Vojvodine: Subotica, Kikinda, Apatin i Senta. U okviru istraživačkog rada primenjene su tri osnovne metode: proučavanje literature, istorijska metoda i anketa. Primenjen je princip analize, uporedne analize, valorizacije i sinteze.

Istraživački rad je potvrdio početne stavove autora o nedovoljnoj upotrebi vode u urbanim prostorima. Pored toga, analizom položaja postojeće vode u gradovima, došlo se do zaključka da se voda najčešće uvodi u

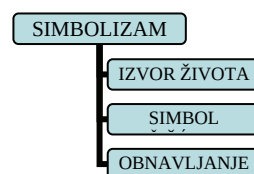
centralna područja gradova, čime preostali delovi ostaju zanemareni po tom pitanju.

Ovakvi rezultati istraživanja su podstakli ideju o izradi predloga za transformaciju dela stambenog naselja Aleksandrovo u Subotici, čiji je cilj da oplemeni zapušteni prostor vodenim elementima i na taj način omogući njegovim stanovnicima prijatniji, lepši i zanimljiviji prostor za život.

2. ULOGA I ZNAČAJ VODE U URBANOM PROSTORU

Poznato je iz psihologije da čovek prilikom posmatranja najpre uviđa lepotu, a tek kasnije prepoznaje nedostatke. Tako i prilikom susreta sa nekim arhitektonskim objektom, zatvorenim ili otvorenim gradskim prostorom, uočava pozitivne karakteristike tih elemenata doživljavajući ih na sebi svojstven način.

Voda kao osnovni biološki činilac sa mnogobrojnim mogućnostima primene je svakako element koji ima veliku ulogu u oplemenjivanju gradskih prostora. Ovaj materijal ima značajnu fizičku karakteristiku, plastičnost, koja mu omogućava da se prilagodi svakom obliku. Simboličko značenje (Grafikon 1) vode je od velikog značaj u tumačenju njene uloge i u sumiranju njenih nespornih prednosti i velikog značaja kako za život ljudi, tako i za uređenje njihovog životnog prostora.



Grafikon 1. Dijagram simbolizma vode

Gradski prostori na kojima se najčešće pojavljuje voda u raznim oblicima, su gradski trgovi, ali se ona javlja i u parkovima, na pešačkim ulicama, igralištima, dvorištima i sl.

U zavisnosti od oblika u kojem je voda prisutna u gradskim prostorima ona izaziva različita raspoloženja, reakcije i utiske kod prolaznika. Voda se u gradu uočava u više različitih oblika kao što su: mimi bazeni ili vodena ogledala, vodopadi, fontane, pehari i česme. Fontane su najrasprostranjeniji oblik uvođenja vode u urbani prostor. Fenomen fontane se ogleda u njenom snažnom i efektnom uticaju na oblikovanje urbane sredine, pa se neretko dešava da upravo fontana nekog trga predstavlja repnu tačku grada.

Najčešće nepravedno zanemarivan efekat vode je njen zvuk. Različita tekstura površine kojom voda teče uslovljava i stvaranje zvuka. Vodena ogledala su tiha i

bešumna i ne daju nikakav zvuk, osim kada se u njih ubaci kamenčić. Kada voda teče niz ravnu površinu ona je tiha, dok niz hrapavu ili stepenastu teče turbulentnije i samim tim je i bučnija. Fontane i vodoskoci stvaraju pravu "vodu muziku". Svojom silinom i pljuskanjem stvaraju prave prirodne i neponovljive tonove. Česme svojim kapanjem ili tečenjem privlače žedne prolaznike.

Modernizacija fontana je dovela do uvođenja svetlosnih i muzičkih elemenata uz već prisutnu vodu. Svetlosni efekti koji noću dolaze do izražaja u kombinaciji sa "igrom" vode u ritmu muzike su pravi spektakl grada.

Voda sama ugrađena u neki urbani prostor neće dati tako dobar utisak kao kada se ukombinuje sa vegetacijom ili skulpturom. Vegetacija koja se ogleda na vodenoj površini ili skulptura iz koje curi ili prska voda su prelepi prizori. Danas su sve češće vodene forme jednostavnih i svedenih oblika, ali i tako formirane predstavljaju "vodene skulpture".

2.1. Istorijski pregled uvođenja vode u urbani prostor

Voda je još u drevnoj istoriji dovođena u grad. Mnoge kulture kroz istoriju su cenile izuzetnu vrednost vode i koristile je svaka na svoj specifičan način. Iako je najčešće korišćen oblik veštački uvedene vode u naselje, fontana karakteristična za pojedine tradicionalne stilove uređenja eksterijera evropskih naselja, ona se primenjuje i u drugim kulturama van Evrope. Smenjivanje raznih istorijsko-stilskih razdoblja ogleda se i kroz promene u morfološkim i prostorno- funkcionalnim karakteristikama vode. Prvi vodeni tokovi koje je čovek doveo u grad su istočnjački kanali za navodnjavanje kojima su se navodnjavale palme i citrusi, a pored toga voda je u gradu stvarala prijatnu i svežu klimu. Nakon prvog uvođenja vode u grad to je postala sve učestalija pojava. „*Ljudi su, tokom mnogih vekova svoje civilizovane istorije dovodili vodu u naselja, ne samo zato da bi imali šta da piju i čime da se okupaju, već i zato da im voda ukrasi grad.*”¹

Mavarski vrtovi na Iberijskom poluostrvu u Španiji, Vila D' Este u Tivoliju, Francuski barokni vrtovi, trg Konkord u Parizu, Japanski vrtovi su samo nekolicina od mnogobrojnih istorijskih reprezentativnih primera prave i kvalitetne upotrebe vode u urbanim prostorima.

2.2. Reprezentativni primeri upotrebe vode u urbanom prostoru

Kako bismo dobili predstavu o vrednosti vode u urbanom prostoru osvrnućemo se na neke realizovane primere u svetu. Nezaobilazni korak prilikom istraživačkog rada je da se prouče postojeća rešenja i da se ukaže na njihove prednosti ali i nedostatke, te da se iz njih izvuče najbolja pouka za buduće intervenisanje.

Za reprezentativne primere uvođenja vode u gradske prostore izabrana su četiri primera: fontana Di Trevi u Rimu, fontane u Bernu, Magične fontane u Barseloni i Ira Keler fontana u Portlandu. Kriterijum za odabir reprezentativnih primera je pozitivna kritika koju su navedeni primeri dobili kako od stručnjaka tako i od korisnika, kao i kriterijum ličnog izbora autora.

2.3. Reprezentativni primeri upotrebe vode u stambenim naseljima

Prilikom istraživanja ovog dela rada uočen je problem nepostojanja reprezentativnih primera primene vode u stambenim naseljima. Osim toga postojeći primeri ne predstavljaju uzore dobre urbane intervencije. Ovakav ishod je bio i očekivan s' obzirom da su se slični rezultati pojavili i u okviru istraživanja i uporedne analize na teritoriji Vojvodine.

Još jedna interesantna činjenica se istakla tokom ovog dela istraživanja. Naime, mnogo češće lokacije obogaćene artefaktima vode su platoi ispred objekata velikih korporacija ili čak njihovi ravni krovovi. Ovi prostori, iako redovno održavani, deluju pomalo netaknuto, pa su često prazni i bez posetilaca. Oni su pre svega pokazatelji digniteta neke korporacije a ne privlačni prostori za druženje i odmor ljudi.

3. UPOREDNA ANALIZA I KRITIČKA

VALORIZACIJA PRIMERA PRIMENE VODE U NASELJIMA VOJVODINE

U okviru ovog dela istraživanja analizirana je primena vode u gradskim prostorima u četiri vojvođanska naselja: Subotici, Kikindi, Apatinu i Senti. Nakon analize izvršena je valorizacija stepena zastupljenosti i pojava oblika vode u ovim gradovima. Zatim je sprovedena i uporedna analiza. Poređenje gradova je sprovedeno na osnovu prethodno utvrđenih kriterijuma: sličnost veličine gradske teritorije, približan broj stanovnika i slični klimatski uslovi. Osnovni kriterijum pri odabiru parova istraživanih gradova bio je postojanje prirodne vode, reke, u samom naselju ili u njegovoj blizini. Razlog za izbor ovog kriterijuma je postojanje sumnje da gradovi koji izlaze na neku vodenu površinu (reku, jezero ili more) često zapostavljaju upotrebu veštački uvedene vode u gradskim prostorima ili je ne koriste na pravi način.

3.1.1. Subotica

Subotica je grad koji obiluje vodom kao prirodnim elementom za uređenje gradskih prostora. Voda se u gradu javlja najčešće u vidu fontana i česmi i to u užem i širem centru grada. Pored stare fontane i česmi u gradu ima i novih.

3.1.2. Kikinda

U Kikindi, gradu nešto manje površine gradske teritorije nego što je teritorija Subotice, uočava se nizak nivo primene vode u gradskom prostoru. Tačnije grad ima samo jednu fontanu. Ona je pozicionirana na gradskom trgu i predstavlja klasičnu pojavu sa skulpturom koju čine tri ljudske figure od bronz.

3.1.3. Apatin

Apatin je grad manje površine koji svojom teritorijom dodiruje obalu reke Dunav. Iako je reka dominantna vodena površina, u gradu postoje dve fontane.

3.1.4. Senta

Senta je primer grada na reci koji je potpuno zanemario upotrebu vode u uređenju gradskog prostora. Verovatno je najveći uticaj na zapostavljenje takvog vida oplemanjivanja naselja imalo prisustvo reke Tise. U Senti postoji jedna fontana koja se nalazi u centralnom parku.

3.2. Anketa kao metod istraživanja

Radi dobijanja što tačnijih rezultata i zaključaka o važnosti vode u gradskom prostoru pristupilo se izradi i sprovođenju ankete. Anketa je sprovedena među

¹ Halprin, Lorens : *Gradovi*, Beograd : Građevinska knjiga, 2002.godina, 131 str.

građanima četiri analizirana grada Vojvodine: Subotice, Kikinde, Apatina i Sente. Uočeno je da građani, odnosno korisnici tih gradskih prostora, najbolje umeju da ocene situaciju koja je prisutna u naseljima, kao i da daju predloge za njihovim preuređenjem.

Anketirano je 106 ispitanika u četiri grada, od čega 40 ispitanika u Kikindi, 35 u Subotici, 16 u Apatinu i 15 u Senti. Navedeni su najznačajniji odgovori sa procentualnim učešćem ispitanika:

- 91 % ispitanika voli da provodi vreme kraj vodenih površina (fontane, česme, vodena ogledala itd.);

- 94 % ispitanika smatra da vodene površine (fontane, česme, vodena ogledala itd.) oplemenjuju grad;

- 76 % ispitanika smatra da nema dovoljno vodenih površina (fontane, česme, vodena ogledala itd.) u gradu;

- 68 % ispitanika bi volelo da se vodene površine (fontane, česme, vodena ogledala itd.) mogu koristiti u toku zimskog perioda;

- 94 % ispitanika smatra da grad, iako se nalazi pored reke, jezera ili mora treba da ima neke druge vodene površine (fontane, česme, vodena ogledala itd.);

Najčešći odgovori na pitanje o mestu gde bi ispitanici postavili novi oblik vode u urbanom prostoru bili su park i stambeno naselje. Time je potvrđena tačnost autorovih tvrdnji i stavova o nepostojanju ovakvog oblika u urbanim prostorima stambenih naselja.

4. PREDLOG TRANSFORMACIJE DELA STAMBENOG NASELJA ALEKSANDROVO U SUBOTICI

„ Svako novo planiranje u gradu treba da se podvrgne poretku čitavog sklopa i svojim izgledom da pruži formalni odgovor na prostorne predušlove.”²

Anketa kao jedan od najmerodavnijih oblik istraživanja je donela nove podatke o tome kako korisnici jedne urbane sredine žele da izgleda sredina koju oni svakodnevno koriste. Značajan podatak do kog se došlo je i određivanje lokacije za postavljanje novih vodenih formi. Naime, većina ispitanika je kao odgovor navela stambeno područje ili svoje naselje. Ovakav zaključak se javio kao posledica dosadašnjeg organizovanja vodenih elemenata isključivo u centralnim delovima. U svim analiziranim gradovima sve ili većina vodenih formi su pozicionirane na glavnim gradskim trgovima ili šetalištima, ili u užem centralnom jezgru.

Provera lokacije novog mesta okupljanja sa akcentom na vodenoj površini sprovedena je u delu stambenog naselja Aleksandrovo u Subotici.

4.1. Urbani kontekst

Aleksandrovo je planski formirano prigradsko naselje i predstavlja južni ulaz u Suboticu. Naselje je isključivo stambenog karaktera sa pretežno jednoporičnim kućama.

Predviđena lokacija za transformaciju je neurbanizovani blok oivičen ulicama Josipa Zelića, Napravnika Karela i stambenim objektima. Ovaj blok već dugo godina predstavlja zapuštenu zelenu površinu.

4.2. Dizajn plato-parka

Projektom se predviđa transformacija ovog neurbanizovanog bloka u plato-park (Slika 1) koji će biti

namenjen ne samo stanovnicima tog naselja, već i ostalim stanovnicima i turistima. Uloga ovog plato-parka je da socijalizuje stanovnike, obogati sadržaj ovog naselja i da ulepša život njenim stanovnicima, ali i drugim posetiocima.

Prilikom projektovanja ovog bloka veliki naglasak je stavljen na njegov prirodni kontekst pa otuda i naziv plato-park. Plato kao mesto okupljanja ljudi i park kao sinonim za prirodu, zajedno predstavljaju mesto za druženje i boravak na otvorenom prostoru. Koncept prirode je vidljiv na svakom koraku i ova arhitektonsko-urbanistička kompozicija deluje kao da je sastavni deo prirode. Njegovo nesavršenstvo, prirodni oblici i nedovršenost, proistekli su iz namera autora da se novoprojektovani objekti i površine sjedine sa postojećom prirodom. Prednost nad ostalim prirodnim elementima ima voda koja je i sama povod da se organizuje ovaj plato park. Voda se uočava na svakom koraku i u nekoliko oblika, kao fontana, česma i vodeno ogledalo. Sve vodene površine su žižne tačke ovog projekta, koje zajedno sa zelenilom formiraju jedan prijatan, veseo i zdrav urbani fragment. Postojeća površina bloka je trougaonog oblika. Ova jasna i čista geometrijska forma je razbijena polukružnim, kružnim i kosim linijama stvarajući tako nepravilne odsečke. Krivudave linije koje su korišćene pri oblikovanju prostora simbolišu nemirnu površinu vode, kružni oblici su simbol za talasanje vode prilikom pada nekog predmeta u nju, dok kose linije predstavljaju granice u kojima se voda kreće ili miruje.



Slika 1. Plato-park u Subotici

Ovakav način preraspodele prostora je urađen u težnji da se dobiju što prirodniji, pa samim tim i nepravilni oblici koji će definisati raznovrsne prostore ovog plato-parka kao što su: plato, dečije igralište, stepenice sa rampom, šetalište i zelene površine.

Plato. Plato predstavlja centralnu površinu novoprojektovanog prostora. On je mesto gde glavnu ulogu ima voda, koja stvara glasan zvuk u fontani ili je vrlo tiha u malim kanalima. Žižna tačka prostora je upravo fontana koja simbolično predstavlja onaj kamenčić bačen u vodu oko koga se, u vidu kružnih talasa, smenjuju klupe, vodena ogledala i drveće. Fontana sa vodoskocima predstavlja kompoziciju od tri kaskade preko kojih se voda neprestano preliva.

Klupe koje su kružno raspoređene pružaju različite mogućnosti. Neposredno oko fontane su klupe sa kojih se može pratiti aktivnost vode. Postoje i izolovane klupe, u blizini zelenila koje obezbeđuju mir i skrivenost. Na ivici platoa, je organizovano nekoliko stolova sa klupama,

² Krijer, Rob : *Gradski prostor u teoriji i praksi*, Beograd : Građevinska knjiga, 1999.godina, 72 str.

čime je ublažen prelaz sa popločanog dela platoa na travnatu površinu.

Vodena ogledala su oblikovana kao segmenti kružnih prstenova čija je površina na pojedinim mestima presečena betonskim stubićima tako da formiraju mostiće preko vode. U istim segmentima kao i vodena ogledala pojavljuju se zasadi drveća koji daju prijatniju atmosferu ravnom popločanom platou. Na ovaj način se posetiocima pruža mogućnost izbora da li će sedeti na suncu ili se sakriti u hlad. Objekat koji se nalazi pored platoa je kulturno-trgovačko-ugostiteljskog karaktera. U njemu su smešteni knjižara i kafe. Svojom morfologijom i lokacijom uz ulicu, ovi objekti naglašavaju ulaz u park i simbolično pozivaju prolaznike da uđu. Tek kupljena knjiga ili časopis u knjižari mogu se odmah listati ili čitati u prijatnoj atmosferi plato-parka.

Ugostiteljski objekat, kafe omogućava da ovaj prostor "živi" i u toku hladnih perioda, kada se iz njegovog unutrašnjeg prostora može posmatrati zimska idila parka. U toku toplih perioda terasa kafea može biti izuzetno prijatno mesto za boravak u prirodi.

Dečje igralište. Neposredno na plato nadovezuje se i dečje igralište. To je veoma povoljna situacija jer pruža mogućnost paralelnog nadgledanja zaigrane dece i užitka na platou. U cilju uključivanja u igru dece koja se nalaze u invalidskim kolicima projektovani su još i stolovi sa posudama u kojima se nalazi pesak.

S obzirom da je u pitanju površina koja će pre svega biti namenjena deci, prilikom izbora popločanja vodilo se računa o bezbednosti i interesantnom izgledu, pa je izabran betonski proizvod koji je presvučen gumom u raznim bojama.

Stepenice-rampa. Na polovini šetališta predviđene su stepenice koje predstavljaju mesto promene nivoa, mogućnosti savladavanja prepreke i stvaranja ritma u šetnji. One se produžavaju u zelenu površinu obrazujući travnate kaskade. Kao sastavni deo staze projektovana je i rampa koja omogućava da se kroz plato - park slobodno kreću i korisnici invalidskih kolica. Pored toga rampa je interesantna za decu na biciklima ili na rolerima. Forma rampe predstavlja nastavak pešačke staze koje imaju talasasti ritam.

Šetalište. Šetalište je nit koja povezuje sve ostale sadržaje koji se naizmenično smenjuju duž njega. Glavni pešački potez sa usputnim usponom i prostorima za sedenje sa česmama je put kojim se dolazi do platoa sa fontanom. Početak ovog poteza je obeležen visokim reperom u vidu oglasne table sa rasvetom koja po visini odgovara crkvenom tornju, a naglašava početak plato-parka i njegov ulaz.

5. ZAKLJUČAK

Polazna tačka ovog istraživanja je bila autorova tvrdnja da voda igra veliku ulogu pa samim tim ima i veliki značaj u oblikovanju urbanog prostora. Kroz teorijsko istraživanje reprezentativnih primera uočen je veliki broj mogućih rešenja uvođenja vode u urbani prostor. Na osnovu uporedne studije na četiri urbana naselja Vojvodine uočeno je da je primena vode u ovim gradovima na veoma niskom nivou. Pored toga je utvrđeno i da su najčešće lokacije za uvođenje vode u naselje upravo glavni gradski centri, čime su stambena područja potpuno zapostavljena. Rezultati ankete su izuzetno značajni, jer

su odraz želja i potreba korisnika analiziranih urbanih prostora. Anketom su potvrđeni stavovi autora o važnosti uvođenja vode u stambene delove naselja. Dat je i predlog za transformaciju dela stambenog naselja Aleksandrovo u Subotici čiji je osnovni zadatak bio da se uvođenjem vode oplemeni prostor. Može se na kraju zaključiti da građanima treba ponuditi prostore obogaćene fontanama, česmama, vodenim ogledalima i dr. Uloga i značaj vode su se ovim istraživanjem pokazali kao esencijalni činioci kvaliteta gradskih prostora.

6. LITERATURA

- [1] Halprin, Lorens: *Gradovi*, Beograd: Građevinska knjiga, 2002. godina, 131 str.
- [2] Krijer, Rob: *Gradski prostor u teoriji i praksi*, Beograd : Građevinska knjiga, 1999.godina, 72 str.
- [3] Moughtin, Cliff: *Urban design: Ornament and decoration*, Architectural Press, 1999.godina
- [4] Đokić, Vladan: *Grad i gradski trg*, Beograd : Arhitektonski fakultet, 2004.godina
- [5] Linč, Kevin: *Slika jednog grada*, Beograd : Građevinska knjiga, 1974.godina
- [6] Zite, Kamil: *Umetničko oblikovanje gradova*, Beograd: Građevinska knjiga, 2006. godina
- [7] Traktenberg, Marvin i Hajman, Isabele : *Arhitektura od praistorije do Postmodernizma*, Beograd, 2006. godina
- [8] Gašpar, Ulmer: *Vlastelinsko naselje Aleksandrovo*, Subotica: Srpski kulturni centar „Sveti Sava”, 1999. godina
- [9] Hičkok, Henri-Rasel i Džonson, Filip: *Internacionalni stil*, Beograd: Građevinska knjiga, 2003. godina

Kratka biografija:



Marijana Sabadoš je rođena u Subotici 1986. godine. Završila je srednju Politehničku školu, a studije arhitekture na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu je upisala 2005.godine. Diplomski – master rad iz oblasti arhitekture i urbanizma odbranila je 2010. godine.



dr Ljiljana Vukajlov (1961) je docent za užu naučnu oblast Arhitektonsko-urbanističko planiranje, projektovanje i teorija, na Departmanu za arhitekturu i urbanizam na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Bavi se teorijom i kritikom urbanih prostora.



Mirjana Sekulić (1955) je master diplomirani inženjer pejzažne arhitekture, zaposlena kao asistent na Departmanu za arhitekturu i urbanizam na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.

CENTAR ZA RAZVOJ DRUŠTVA
CENTER FOR SOCIETY DEVELOPMENT

Maja Šašo, Radivoje Dinulović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Centar je građevina koja oplemenjuje kulturu i identitet područja. Podučava sve koji ga posete, o mestu, njegovoj istoriji i sadašnjosti, podseća da postoje pitanja koja treba rešavati ili nove odgovore koje treba dati. Istina je to za kojom svi žudimo i tragamo ali je uvek iznad našeg domašaja. Možemo sagledati sopstveni život i uporediti ga sa razvojem društva kroz vekove. Kroz razne mračne periode, periode utilitarnosti, moći neke nacije i njenog pada ali i razvoja druge. Kako je pored destruktivnih sila čovečanstvo do sada opstalo. Pored neuspeha i razočarenja, neuspelih želja, uvek se desi nešto što nas digno u druge svere života za koje nismo bili ni svesni. To jeste razvoj sopstvenog sebe, kada sagledamo da smo bolji, ne od nekog drugog, nego od prošlog ja.

Abstract –The center is a building that revitalize the culture and it's identity. It teaches everyone that visited it, about the place, its history and present, and reminds us about the trouble that we are facing that needed to be conquered. We can review our life and contrast it with the developing society over the centuries. Through many dark periods, the fall of the many and the rise of another. With the disappointments and unsuccess, unrealized visions, there is always something that lifts us on to another path. This building represents the development of ourselves as a community.

Ključne reči: Centar za razvoj društva

1. UVOD

Gledajući kroz istoriju ljudskog razvoja, od početka, kada je čovek prvo od granja konstruisao svoju kolibu, do zahtevnih materijala i građevina, vidimo njegovu želju za napredovanjem i borbom za opstanak. Nailazio je na poteškoće, ali ih je sa željom, voljom, neuništivom snagom i upornošću rešavao, učio na svojim greškama i greškama drugih i time akumulirao neopisivo znanje i iskustvo sticano vekovima. Uvek je stremio napred i rešavao životne probleme. Spreman za nova znanja i nove mogućnosti, stremio je napred. Međutim, ljudi su u mnoštvu dostupnih znanja i mogućnosti izgubili svoje ja, individualnost od koje je sve i počelo.

Izgubili su ličnost u mnoštvu društveno prihvatljivog kodeksa ponašanja i mišljenja svakako postoje norme ponašanja u cilju boljeg funkcionisanja, ali svaka pravila imaju i manu. Neki kolektivi podržavaju distancu i tolerišu neaktivnost, obeshrabljuju i sankcionišu.

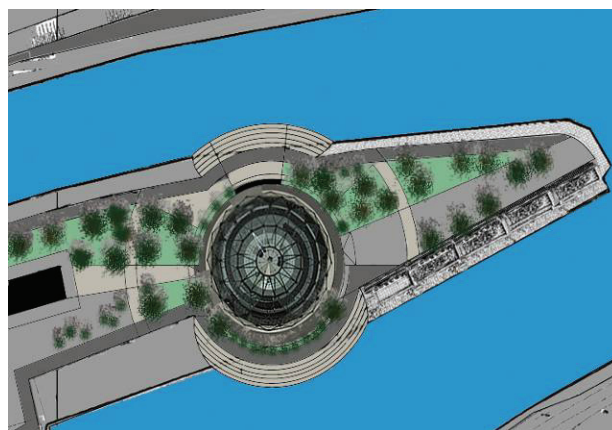
NAPOMENA:

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

Ovakve probleme je teško rešavati, jer se suprotstavljamo ukorenjenim stavovima i mišljenjima kako društva uopšte, tako i pojedinca. Zbog toga je potrebna stručna pomoć za ozdravljenje društva i ljudi. Kako bi ljudi pozitivno reagovali na svoje okruženje potrebno im je mesto koje naglašava i podseća na budućnost, daje nadu i motivaciju za napredovanje, simboliše ono čemu mi svi težimo, za bolje sutra. Za pronalaženjem svoga ja, svoje ličnosti duboko zakopane u našem biću.

**2. ANALIZA NOVOPROJEKTOVANOG STANJA
LOKACIJE, BRODOGRADILIŠTA U NOVOM
SADU**

Centralni fokus u urbanističkom projektovanju objekta je njegovo impliciranje na deo gradskog prostora. Objekat se konstruktivno, estetski i namenski izdvaja od drugih postojećih objekata. Privlači pažnju svakog pojedinca samo ako se postavi u adekvatnu okolinu koja oplemenjuje njegovu jedinstvenost. Centar za razvoj je mesto gde se razvijaju ideje, gde se edukuje o boljoj budućnosti. Svakako je to nešto što se gradilo vekovima u svima nama. Način gradnje korišćeni materijali i njihova primena, su se menjali u zavisnosti od građevinskog poduhvata. Može se primetiti kroz razne epohe kako je nešto kao svod, sfera ili kupola predstavljalo simbol da li božanstva ili nečega čime svi težimo. Tako se taj element i provlači kroz zgrade koje simbolišu božansku moć.



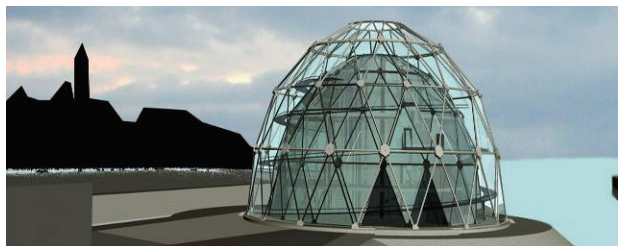
Slika 1. Prikaz novo projektovanog stanja brodogradilišta

Sada takav oblik može da simboliše pojedinca i njegovu sopstvenu moć u svetu. Kako minorna ta moć pojedinca bila od njega se počinje. Ovakva kružna osnova kao što se vidi na (slici 1.) definiše oko sebe njeno šetalište i sve puteve koji vode na njoj, ka nama samima.

3. ARHITEKTONSKO REŠENJE

„Be the change that you want to see in the world“
Gandi [2]

Centar je građevina koja oplemenjuje kulturu i identitet područja. Podučava sve koji ga posete, o mestu, njegovoj istoriji i sadašnjosti, podseća da postoje pitanja koja treba rešavati ili nove odgovore koje treba dati. Istina je to za kojom svi žudimo i tragamo ali je uvek iznad našeg domašaja. Možemo sagledati sopstveni život i uporediti ga sa razvojem društva kroz vekove. Kroz razne mračne periode, periode utilitarnosti, moći neke nacije i njenog pada ali i razvoja druge. Kako je pored destruktivnih sila čovečanstvo do sada opstalo. Pored neuspeha i razočarenja, neuspelih želja, uvek se desi nešto što nas dignu u druge svrhe života za koje nismo bili ni svesni. To jeste razvoj sopstvenog sebe, kada sagledamo da smo bolji, ne od nekog drugog, nego od prošlog ja.



Slika 2. Centar za razvoj društva

„Arhitektura je svetla i radosna senka ljudskog života“ Ranko Radović[1]

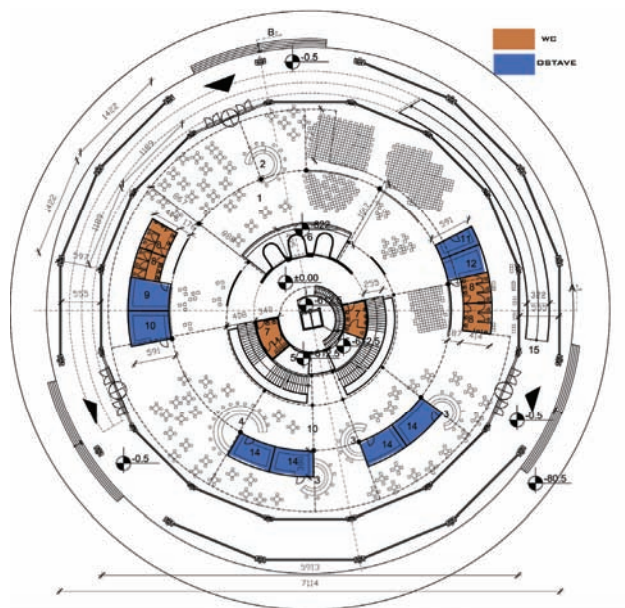
Predstaviti razvoj društva i razvoj njegovog duha kao elemnt koji napreduje zajedno sa nama. Od upotrebe raznih materijala da premoste prostor ili olakšaju konstrukciju, od antike kroz renesansu, pa do modernog sveta. Kupola, domen ili polu sverična konstrukcija uvek je predstavljala nebo nad zemljom kojem svi svesno ili nesvesno težimo. Objekat je prikazan na slici 2.

4. PROGRAMI PO ETAŽAMA

Zgrada je podeljena na 6 etaža koje su međusobno povezane vertikalnim komunikacijama , tri panoramska lifta , dva pomoćna lifta, dva glavna jednokraka stepeništa i jedno pomoćno stepenište. Pored unutrašnje komunikacije sa spratovima, rampa obavlja objekat sa pristupima na svim spratovima i sa pristupom u podrum. U prizemnom delu objekat je slobodan za svakodnevnu organizaciju priredbi, i sajmovia kao i mogućih izložbi. Pomoću ekrana, koji kao paneli odvajaju neke delove hola moguće je organizovati projekcije.

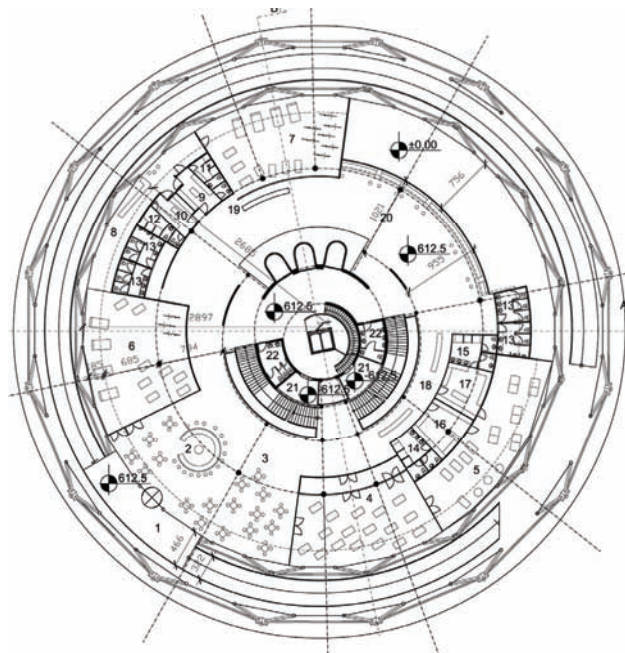
Ovakav prostor je svakako neophodan svakom gradu gde se slobodno mogu organizovati dane nauke ili sajam knjiga. Postavljanje šankova za usluživanje posetioca je još jedan način da se posetioci zadrže u postoru zgrade i da zakažu možda neki sastanak. Moguće je sagledati u osnovi slike 3.

Prvi sprat je rezervisan za rekreaciju. Sa poznatom rečenicom se počinje „U zdravom telu zrvai duh“. Podsetiti da je rekreacija i pravilna ishana jedna od glavnih imperativa zdravog života. Pored recepcije u obliku šanka, slobodan prostor za korišćenje je namenjem kako za odmor, tako i za moguće projektovano širenje dešavanja koji su u prizemlju.



Slika 3. Osnova prizemlja objekta

Ostavljen je vizuelni pogled na donju etažu, za bolji doživljaj prostorne kupole. Od prostorija na spratu imamo wc za sve korisnike, svlačionice za članove fitnesa, sale sa spravama za rekreaciju te sale za meditaciju, kao što možemo uočiti na slici 4. Karakteristično je da se na ulazu sa rampe nalazi kafić sa šankom i prostorom za seđenje. Za bolju analalizu prostora videti tabelu 1, slika 5.



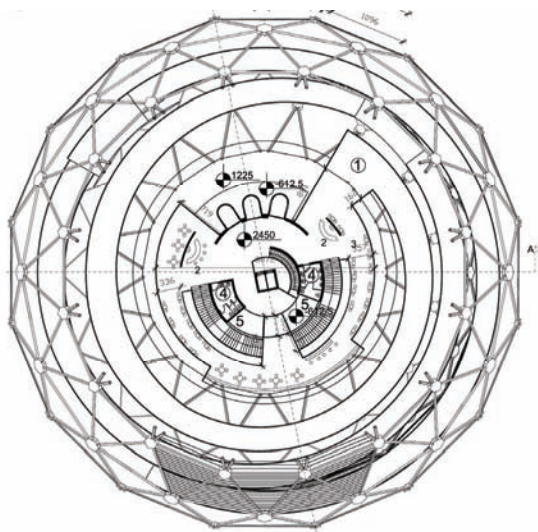
Slika 4. osnova 1 sprata

Prostorije za iznamljivanje, sale za projekcije i učionice su na drugom spratu. Ovde je slobodan prostor za komunikaciju, ili edukaciju, mesto gde se traže saveti i održavaju stručni časovi sa odabranim temama. Prostorija za vizualizirano učenje ili hologramska soba je slobodna za svakog koji zakaže određene sate. Korisna je u edukaciji vozača početnika, obuke hitne pomoći, kao i za početnu obuka pilota. Ovakva predobuka je u mogućnosti da uštedi mnogo vremena u početnom učenju pojedinca.

br.pr.	namena prostora
1	ulaz sa rampe
2	šank
3	šank
4	sala za meditaciju
5	sala za rekreaciju
6	sala za fitnes sa spravama
7	sala za rekreaciju sa spravama
8	hodnik
9	svlačionica
10	svlačionica 2
11	kupatilo
12	kupatilo2
13	wc
14	kupatilo
15	kupatila2
16	svlačionica
17	svlačionica
18	recepција
19	recepција
20	slobodan prostor
21	atrijum
22	wc

slika 5. Tabela namene prostorija za 1 sprat.

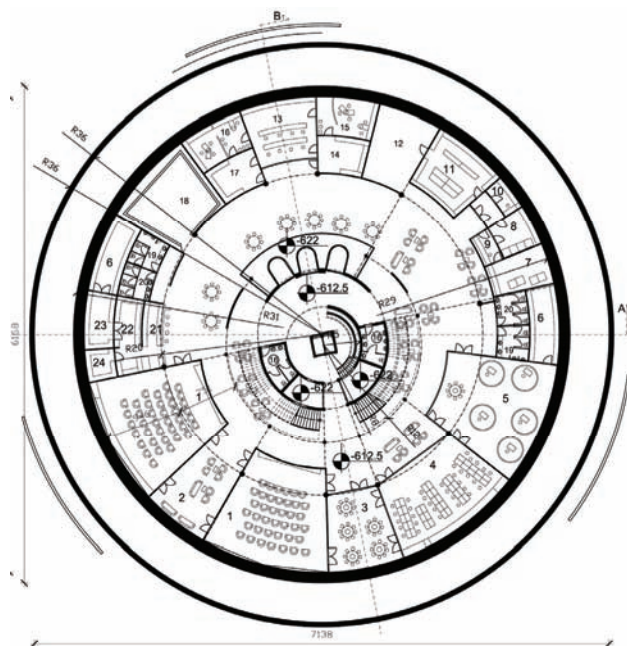
Najjeftiniji vid je učenje gde se ne troši vreme učitelja, jer je pomoću računara uspoostavljnjen program koji realno može dati rezultate i novi je način učenja koji će se uskoro sve više koristiti. Treći sprat je zauzeo restoran zdrave hrane. Restoran sa prostorijama za radnike u isto vreme uči da je hrana glavni sastojak svake kulture kao i naše. Domaća zdrava jela se poslužuju i uči da se voli hrana kao i društvo sa kojim se obeduje. Krovna bašta samo dopunjuje ovu namenu i pridaje joj prelepi pogled na prirodu, tako da uživaju sva čula.



Slika 6. Prilaz Osnove četvertpg sprata.

Na četvrtom spratu se vidi panorama grada. Sa wc-om i liftom ovaj prostor je slobodan. Pogled na prostor prizemlja i sagledvanje krovne bašte na donjem spratu ovaj sprat je prvestveno i pogled na ceo objekat iz unutrašnjosti, što se sagledava na slici 6. Na južnoj strani su postavljeni brisoleji koji zaklanjaju uticaj prejakih sunčevih zraka. To je sagledivo na slici 9. centra za razvoj.

Prostorije za instalacije su u podrumu zajedno sa salama za projekciju. Ovde je obezbeđeno stručno usavšavanje koje neke firme ne mogu organizovati drugde.



Slika 7. Osnova podruma , Centra za razvoj društva

Prostorije za seminare kako i prostorije za moguće sopstvene vežbe nekog zahtevnog seminarara.

Organizaciju prostora možemo da sagledamo na slici 7.a namena je naglašena u tablici slika 8.

br.pr.	namena prostora
1	sala za projekciju
2	pred prostor
3	konferenciona sala sa holo-projekcijom
4	sala za zaposlene
5	laboratorija za razvoj sa holografskom projekcijom
6	sprema
7	prerada vode
8	prostorja sa toplotno pumpom
9	referent
10	referenti
11	centralni kompjuter
12	soba za popravku instalacija
13	kontrolna soba
14	referent
15	kancelarija
16	kancelarija 2
17	kancelarija
18	hologramska soba samo za zaposlene
19	muški wc
20	ženski wc
21	prostor oko šanka
22	kuhinja
23	ostava
24	hladnjak

Slika 8. Tablica namena prostora, Osnova podruma



Slika 9. Centar za razvoj

5. ZAKLJUČAK

Objekat predstavlja cilj svakog od nas. Da iskoristi svoj maksimalni potencijal. U svakom prostoru možemo sagledati svet oko sebe, grad u kome živimo. Otvaranjem uma u mogućnosti smo da prevaziđemo probleme našeg društva. Netolerancija, sprovođenje prava za sve, agresija, bolesti zavisnosti.....su svakako izazovi za rešavanje. Samo komunikacijom i edukacijom možemo da ih prevaziđemo. Zgrada predstavlja samo deo puta kojim svi mi prolazimo, ne dajmo da skrenemo.

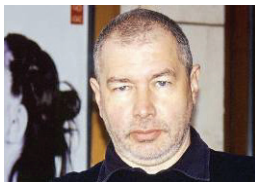
6. LITERATURA

- [1] Ranko Radović "Nova Antologija Kuća",
Građevinska knjiga, Beograd, 2001
- [2] Albert Ellis, Ph.D i Robert A. Harper, Ph.D.
"Vodič za razuman život", Ret Centar, 1975

Kratka biografija:



Maja Šašo, rođena u Šibeniku 1987. god. Studije Arhitekture upisala u Novom Sadu na Fakultetu tehničkih nauka 2005.godine. i završila svoj diplomski-master rad iz oblasti Arhitekture i urbanizma 2010.godine.



Radovoje Dinulović: rođen je 1957.godine u Beogradu, gde je i kasnije diplomirao, na Beogradskom Univerzitetu, Arhitektonskom Fakultetu 1982 godine. Radi na projektu pozorišta Atrleja 212. Od 1985 do 1993 godine kao rukovodilac scenske opreme i tehnički direktor. Na Fakultetu tehničkih nauka, na Novosadskom Univerzitetu, se zapošljava na predmetu Arhitektonska analiza funkcija i tipologija 1, 2 i 3. Karijeru počinje da vodi Arhitektonsko projektovanje 1, 2 i 3. Doktorirao je iz oblasti arhitekture i urbanizma na Univerzitetu Novom Sadu, Fakultetu tehničkih nauka 2004. godine.

**URBANISTIČKO-ARHITEKTONSKA STUDIJA DELA KEJA KOD
UNIVERZITETSKOG PARKA U NOVOM SADU PO BIOKLIMATSKIM PRINCIPIMA****URBAN-ARCHITECTURE STUDY OF QUAY PART NAER UNIVERSITY PARK IN
NOVI SAD BASED ON BIOCLIMATIC PRINCIPLES**Katarina Stojanović, Darko Reba, Ljiljana Vukajlov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM**

Kratak sadržaj – Rad ispituje mogućnosti i potencijale za projektovanje po bioklimatskim principima na delu obale Dunava u Novom Sadu i uključivanja prirodnog i graditeljskog nasleđa u razvojnu kulturnu i turističku politiku. Valorizovaće se urbanistički, arhitektonski i turistički potencijali, značajnih urbanih celina pored reke na primeru dela obale u Novom Sadu. Analizom prepoznatljivih obalskih prostora, održivih naselja i uspešnih rekonstrukcija i revitalizacija zapuštenih urbanih fragmenata u Evropi i svetu i utvrđivanjem kriterijuma i principa uređivanja i oblikovanja, formulišu se konkretni predlozi rekonstrukcije dela keja pored univerzitetskog parka koji trenutno nije iskorišćen, a predstavlja veliki potencijal.

Abstract – The paper examines the possibilities and potentials for the design of the bioclimatic principles on the part of banks of the Danube in Novi Sad and the inclusion of natural and architectural heritage in the cultural and tourist development policy. Urban, architectural and tourist potential of major urban complex along the river is evaluated in the example of banks in Novi Sad. The paper attempts to develop the system of criteria, based on analysis of distinctive coastal areas, sustainable settlements and successful reconstruction and rehabilitation of derelict urban fragments in Europe and the world, as a theoretical framework for the redesign of the quay next to University Park which is currently not used, and represents great potential.

Ključne reči: bioklimatsko projektovanje, obale, priroda, revitalizacija, kulturni pejzaž, identitet prostora, genius loci

1. UVOD

Vodene površine su uslovile nastanak mnogih naselja i u najvećoj meri uticale na formiranje njihovih morfoloških specifičnosti. Poznati su gradovi koji su se razvili na vodi (Venecija), podigli na veštačkom tlu sa kanalima (Amsterdam), prilagodili se rečnom toku (Bern) ili se razvili na samoj obali mora (Kan). U okviru ovog rada je izabrana obala kao osnovni predmet istraživanja, a analiza je sprovedena na primeru obale Dunava u Novom Sadu.

NAPOMENA:

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

Na osnovu ilustrativnih primera građevina iz sveta kao što je Gerijev muzej u Bilbaou, ukazalo bi se i na mogućnost postizanja atraktivnosti prostora pomoću arhitekture. Obala Novog Sada predstavlja prostor na kojem se primenljivost bioklimatskog projektovanja može ispitati, a zatim dedukcijom primeniti na širem nivou. Razvojna uloga i značaj bioklimatskog projektovanja na širem urbanom planu su bili glavni motivi izbora teme ovog rada.

Osnovni cilj istraživanja je da se, uspostavljanjem jače veze sa prirodnom vodenom površinom, poboljšaju uslovi života stanovnika naselja. Osim toga što bi se formirao ekološki ispravan prostor, stvorio bi se novi identitet tog dela naselja i povećala atraktivnost obale, ostvarila bi se i finansijska dobit.

Pri izradi ovog rada pošlo se od pretpostavke da je obala u Novom Sadu gradski pravac i mesto sa potencijalom za bioklimatsko projektovanje, između ostalog zbog izraženih prirodnih karakteristika i uticaja. Pretpostavljeno je, takođe, da postoji potreba za nekom vrstom tematskog planiranja i da bi građenje po bioklimatskim principima moglo biti jedno od relevantnih načina intervenisanja na obali reke. Time bi se potvrdila i hipoteza da kontekst generiše arhitekturu, a zatim arhitektura generiše kontekst. Proces revitalizacije obale Novog Sada uslovio bi oblikovanje arhitekture, a ona bi, zatim, uticala na animiranje neposrednog okruženja, kao i na podizanje opšteg značaja grada.

Osim proučavanja literature, pri izradi ovog rada je primenjen metod terenskog snimanja postojećeg stanja i uočavanje potencijala obale Novog Sada. Analizom primera iz literature, koji govore o planiranju gradova i obala po bioklimatskim principima, komparativnom analizom, a zatim i sintezom dobijenih rezultata, došlo se i do kriterijuma valorizacije obale Dunava u Novom Sadu u pogledu bioklimatskog planiranja. Među najznačajnijim aspektima sagledavanja ovog problema istakli su se ekološki uslovi (klima, insolacija, provetrenost, zagađenja) i političko-ekonomski potencijali. Prirodne datosti su osnovne odrednice pri razmatranju ideje revitalizacije obale, ali je njena izvodljivost ograničena političkim i ekonomskim uticajima.

Priobalje je polje istraživanja koje je više puta bilo predmet naučnih proučavanja. Kontekstualizam i odnos fizičke strukture i prirode, između ostalog i obala, razmatrali su Gideon, Šulc, Bogdanović i dr., dok su obale u Vojvodini bile razmatrane sa aspekata ekologije, potencijala razvoja kroz radove Radovića i drugih autora.

Očekuje se da će se nakon istraživanja dokazati da postoji opravdanost za bioklimatskim projektovanjem na obali Dunava u Novom Sadu, kao i da postoji mogućnost da se takav način projektovanja primeni i na druga naselja.

2. PRIRODA I ČOVEK U ARHITEKTURI

Arhitektura je svedok ekonomskih, političkih i društvenih promena svake epohe. Danas pokušavamo razumeti prirodu, pronaći osnovne ljudske vrednosti u životu. Odnos između ljudskog društva i prirode je oduvek bio bitan deo života, a danas smo svedoci čovekovog povratka prirodi. Nove tipologije arhitektonskih građevina, zasnovane na kriterijumima oblikovanja, karakteristika konstrukcija, primenjenih materijala, stilova, formi, pokreta nastaju i menjaju se relativno brzo u odnosu na dosadašnje periode. Nastaju mnoge paradigme, od kojih neke traju, a druge se gase. U toj brzini nastaje mnoštvo kontradiktornosti. *"When is a house ecological? Does the use of natural materials and solar cells on the roof make a building an example of 'green' architecture? Perhaps even Antoni Gaudí and Frank Lloyd Wright designed 'greener' buildings than most contemporary architects, whose low-energy houses scarcely differ outwardly from traditional ones."* (Kada je kuća ekološka? Da li korišćenje prirodnih materijala i solarnih ćelija na krovu zgrade predstavlja primer "zelene" arhitekture? Možda su čak i Antoni Gaudi i Frank Lojd Rajt dizajnirali "zelenije", zgrade od većine savremenih arhitekata, čije se nisko-energetske kuće spolja jedva razlikuju od tradicionalnih) [1].

Kako se prirodni i stvoreni elementi prostora neprestano nadopunjuju i teku jedan kroz drugi, kroz kontekstualnu arhitekturu i dematerijalizaciju savremene arhitekture pokušavaju da ostvare njihovo maksimalno prožimanje. Zbog toga se prirodni materijali sve više koriste pri građenju novih građevina, vegetacija i voda ponovo uvode u naselja, a snaga vetra i sunčeve energije, svetlost i toplota se koriste kao alternativni izvori energije. Podiže se nivo ekoloških kvaliteta i pospešuju se mikroklimatski uslovi. Postavlja se pitanje da li je vraćanje prirodi upravo ljubav, poštovanje i njeno slavljenje, preka potreba ili samo puki konformizam?

Dok pod izgovorom zalaganja za održivi razvoj nastaju naselja koja eksplicitno štede energiju koristeći njene nekonvekcionalne oblike, dotle se, s druge strane, u objekte ugrađuju neekološki materijali. Jedna od ideja, koja bi mogla biti povezujuća, je bioklimatsko projektovanje gradova, kao način na koji su naši preci gradili (npr. u Lepenskom Viru, u drevnim iranskim gradovima i sl.). Potrebno je utvrditi mehanizme projektovanja, kao i usloviti uticaje i ulogu ekologije, teorije i empirije na intervenisanje u prostoru. Time bi se doprinelo rešavanju novonastale ekološke krize, koje moramo biti svesni i ne smemo graditi za neku nerealnu budućnost, već imati u vidu novonastale probleme i misliti na generacije koje tek dolaze.

Prema mnogim naučnim podacima arhitektura utiče na minimalno 50% globalnog zagađenja. Ukupna količina sunčeve energije koja dospe na našu planetu u jednom danu, proporcionalna je konvencionalnoj energiji koja se potroši za deset godina. Snaga vode predstavlja veliki energetska potencijal, a sadašnje tendencije ekološke krize

nagoveštavaju problem sa vodosnabdevanjem u budućnosti. [2]

3. RELEVANTNI PRIMER IZ SVETA I OČUVANJE IDENTITETA

Današnji gradovi su slika transformacija koje su se desile u prošlosti i istorijskih događanja i kulture prethodnih generacija. Proces globalizacije u savremenom društvu se negativno odrazio na urbano tkivo, menjajući njegovu morfologiju. Aktuelna uniformna produkcija savremene arhitekture, lišena autentičnosti i karakteristika, utiče da mesta širom sveta gube svoje lokalne odlike. Ta uniformna monotonost građenja uslovlila je da stara jezgra sve više liče jedana na druge i da u potpunosti izgube svoj identitet.

Transformacija luke Vigo je imala za cilj da dovede grad do luke i luku do grada. (Slika 1.) Grad Viga (ili možda Vigo) nije prvi ovakav pokušaj. Njegovi francuski susedi Corogne i Marsej su primeri ovakvih izmena. Barselona i Đenova se danas smatraju veoma uspešnim primerima. Žan Nuvel je predložio da područje luke postane novi region grada. To će biti okrug, u urbanim pogledu sa sopstvenim životom, aktivnostima, duhom i fokusom. Projekat je dosezalo duboko u kulturnu suštinu grada Viga, kao i njegovog identiteta, trebalo je shvatiti geografski odnos grada i mora, plime i drugih prirodnih uslova.



Slika 1. Direktna izlaza na reku u slučaju rešenja za luku Vigo Žana Nuvela

Savremene tendencije ne moraju nužno ugrožavati autentičnost nekog mesta, već mogu doprineti njegovoj revitalizaciji, poštujući kontinuitet ideja i koncepta oblikovanja. Grad Atina predstavlja primer prelaska od prirode ka kulturi, unutar urbanih celina, stvarajući na taj način mit. Kada on postane stvarnost u hramu, integrišući se sa prirodom nastaje princip grada, koji se prenosi u vidu iskustva. „Duša grada“ postaje istorija, odlučujuća i određujuća odlika, odnosno sećanje [3].

4. PRIMENA BIOKLIMATSKOG PROJEKTOVANJA U NOVOM SADU NA OBALI DUNAVA

Analizom postojećih aspekata prepoznata je kultura kao glavni pokretač razvoja i polazno mesto za urbanu obnovu, koja je povezana i prezentovana u zajedničkom delovanju lokalne zajednice i identiteta, arhitekture i

urbanizma, urbanog dizajna, bioklimatskih uslova, umetnosti i ekologije. Ovi elementi su uglavnom povezani tako da rešenja čine proizvod njihovog međusobnog sadejstva. Identitet i karakter lokalne zajednice je implementiran kroz prepoznavanje i poštovanje urbanog karaktera, rehabilitacijom duha mesta i uvažavanjem specifičnosti obalskih područja. Glavni motiv i činilac jedinstva je prepoznavanje društvenog života i socijalnih vrednosti kao što su poštovanje i uvažavanje sopstvene kulture i umetnosti i znakova nacionalnog identiteta, zatim, uvažavanje prirodnog okruženja i prepoznavanje prirode i otvorenih prostora kao bitnih elemenata kvalitetnog urbanog okruženja. (Slika 2.) Simboli i karakteristični motive se koriste pri formulisanju lokalnih obeležja i identiteta mesta. Urbani elementi i simboli utiču na stvaranje memorije grada. Kulturni život jednog naselja se unapređuje uz očuvanje i podsećanje na svoju prošlost, rekonstrukcijom obalskog područja, urbanim dizajnom i novim ili drugačijim korišćenjem objekata i prostora.



Slika 2. Postojeće stanje dela keja kod univerzitetskog parka

Pristupačnost svim korisnicima uključujući i one ometene u razvoju, podrazumeva adekvatno planirana saobraćajna rešenja, stvaranje bezbednog prostora i davanje prvenstva pešacima i biciklistima nad motornim vozilima. Dizajn i stvaranje ugodnog ambijenta imaju značajno mesto u revitalizaciji urbanog fragmenta. Veliki deo rekonstruisanog područja je namenjen javnim otvorenim prostorima gde je integrisana javna umetnost rešavanjem parternog uređenja, i mogućnošću postavljanja skulptura na travnjacima.

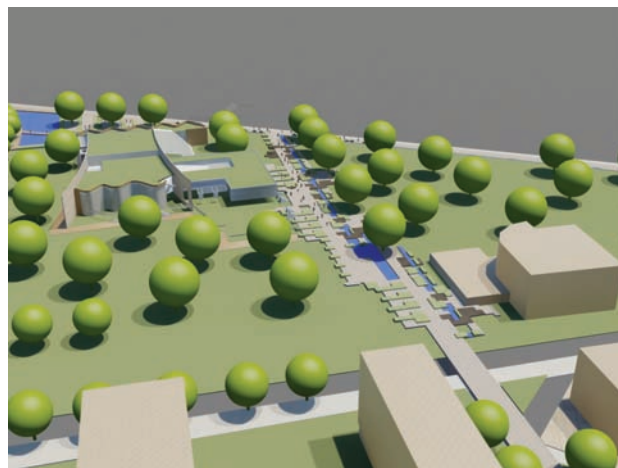
Obala je izuzetna u svakom pogledu. Tu se nalazi grad, luka, pristanište itd. Ideja je da se izgradi novi kulturni kompleks koji će zadovoljiti nacionalnu publiku i privlačiti posetioce iz celog sveta koji obilaze grad, posebno one koji dolaze posredstvom rečnog turizma. Konferencijski centar podržava političke, naučne, poslovne i kulturne manifestacije koje će se odvijati i stvarati kompleksniji život u svakom trenutku, u svim godišnjim dobima.

Izuzetan je položaj lokacije, na spoju gde prestaje gusta saobraćajnica i nastavlja se deo sa dosta zelenila koji nije zahvaćen novim parternim rekonstrukcijama. Objekat bi se našao na kraju staze koja bi povezivala univerzitetsko naselje sa obalom. Specifično mesto zahteva i takav

projekat. Bez specifičnosti, nema osećaja pripadnosti, emotivne veze, niti raste osećaj posedovanja. Novi objekat pripada baš ovde, jedinstven je, izrastao iz zemljišta. (Slika 3.)

Na osnovu analize niza aspekata projektovanja po bioklimatskim principima, utvrđeno je da klima ravnice i obala Dunava u Novom Sadu, čine "plodno tlo" za ovakva planiranja, s obzirom da i nije bilo ozbiljnijih graditeljskih intervencija. U vremenu krize na svim nivoima, značajno je prilikom procesa urbanog planiranja, posebno na neizgrađenom prostoru, imati u vidu orijentaciju, sistem rastojanja, energiju vetra, sunca, uklopiti, a ujedno oplemeniti značajan zapušten prostor i kasnije kroz revitalizaciju, animaciju ostvariti i nova radna mesta.

Ovakav vid projektovanja mogao bi se primeniti i na ostalim delovima grada, s obzirom da vladaju slični bioklimatski uslovi. Razlika je u stepenu izgrađenosti i međusobnom uticaju objekata i blokova. Moguće je, posebno u vreme propadanja starog jezgra, učeći na uglednim primerima rekonstrukcije i korišćenja bioklimatskog projektovanja, vratiti oronulim objektima život i sprečiti njihovo propadanje i ustupanje kratkoročnom profitu i "konfliktnoj" arhitekturi. Tu vrstu nesaglasnosti imamo danas širom naše zemlje. Nastajali su objekti nelegalne gradnje koji su vidno promenili slike naših gradova, povećali spratnost i sada su neminovno postali sistem nekih budućih interpolacija. „Arhitektura je tako prokleta trajna“, rekao je Rejner Banham. Ova konstatacija u mnogim našim slučajevima itekako ima smisla.



Slika 3. Primer autora kako bi mogao da se dizajnira deo parka koji bi povezivao kampus sa obalom

5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Arhitektura je postala lična želja i interes, uglavnom potpuno nezavisna od urbanog konteksta i od stvaranja harmonije i ritma na širem planu. Grad neumoljivo raste, "Veličina" postaje veća od same urbane forme, arhitektura u tom talasu ostaje u drugom planu, bar ono što bi ona trebalo da bude [4].

Evidentno je da je svakako neophodna edukacija stanovništva i razvijanje svesti o tome da ekologija doprinosi porastu ekonomije. Uspešnost revitalizacija i

rekonstrukcija neosporno doprinosi prosperitetu i socijalnoj koheziji. Preovladava mišljenje da kulturološki održivi razvoj treba da se zasniva na promenama koje će obuhvatati intelektualne, moralne i estetske standarde zajednice. Na našem podneblju je to više nego potrebno. Na promenu odnosa prema budućem razvoju uticalo je i uviđanje potrebe da je neophodno da se u okviru njega veća pažnja posveti humanim i socijalnim pitanjima [5]. Potrebno je istaći vrednost nematerijalnog, reciklažu starih elemenata, kao alternativu rastućem potrošačkom društvu i favorizovanju materijalnih vrednosti. „*Ukoliko je manja mera, manji rang duhovnog u tom pomenutom ambijentu, utoliko sam manje ono što jesam i utoliko, onda, manje znam gde sam i ko sam.*“ [6].

Uvažavanje jedinstvenosti mesta prilikom projektovanja podrazumeva da se ne projektuje isto na svakom mestu. „*Jedna od zasnovanih i razložnih kritika modernog urbanizma nalazi se u prezirnom stavu gradograditelja prema prirodi, prema mestu, prema lokaciji, iz čega su proizašli sterilni gradovi i „univerzalni prostori“*“ [7].

Usmereno delovanje, tematsko planiranje, regulisanje imovinskih i pravnih odnosa, rušenjem za to predviđenih objekata i pretvaranje tog tla u parkove i javne prostore, a ne samo u novo građevinsko zemljište, saradnja svih profesija, razgovor sa građanima, može dovesti do harmonije sa prirodom, a ne konflikta. Sve se treba prilagoditi našim uslovima koji su nemalo puta u suprotnosti sa stanjem u naprednim zemljama u svetu na čije primere težimo da se ugledamo.

Važno je očuvati prirodu u našem okruženju koju već imamo i bogatstvo koje nam je oduvek tu. Koliko gradova koji nemaju tu prednost veštački uvode vodene površine u svoje urbano tkivo zbog svih pomenutih pozitivnih efekata koje ona ima, a Novi Sad je grad na Dunavu geografski ali se taj utisak ne stiče i urbanistički.

Tema obale je često bila povod za istraživanja, mada se u praksi još ništa ne preduzima. Možda, ako se i dalje istražuju mogućnosti, potencijali i predlože različita rešenja, kvantitetom i kvalitetom, uspe da se nešto promeni. Zato i ovo istraživanje i potvrda očekivanih rezultata može biti doprinos tom podstreku da postojeće stanje zahteva što je moguće skorije intervencije i da usklađivanje sa prirodom predstavlja nešto što je oduvek postojalo samo je takav kontekst pogrešno protumačen te se dogodilo ovo što imamo danas. Aldo Rosi citira Maksa Sora „*na koji način sredina utiče na pojedinca i zajednicu?*“ koji kaže da je interesantnije ovo pitanje u kombinaciji sa recipročnim, na koji način čovek menja sredinu [3]? Zato bi i u budućem tematskom planiranju razvoja grada trebalo obratiti pažnju na harmoniju sa prirodom a ne konflikt i primetiti da je to postojalo još u veoma dalekoj prošlosti, a da su u skorijoj prošlosti postojale takve težnje koje su na žalost postale zablude i ta integracija čoveka i prirode je pogrešno interpretirana pa smo dobili usamljene objekte u zelenilu, mada je takav trend danas napušten. Nedostaci su očigledni, ali se mogu pravilnim formulisanim i metodološki ispravnim i osmišljenim aktivnostima prevazići.

Prva naselja su nastala pored reke, urbana morfologija mnogih gradova se formirala u skladu sa obalom i prirodnim zakonima, danas se tim principima samo možemo vratiti, da bi očuvali svoje prostore.

6. LITERATURA

- [1] Wines J., Jodidio P., Green architecture, Taschen/paisagem, Koln, 2008
- [2] Pucar M., Bioklimatska arhitektura – zastakljeni prostori i pasivni solarni sistemi, Monografija, Posebna izdanja IAUS, br. 45, 2006
- [3] Rosi A., Arhitektura grada, Građevinska knjiga, Beograd, 2008
- [4] Perović M.R., Teorija arhitekture XX veka, Građevinska knjiga, Beograd, 2009
- [5] Jukileto J., Planiranje naselja i konzervacija, Glasnik DK, br. 26, 2002
- [6] Bogdanović B., Gradoslovar, Vuk Karadžić, Beograd, 1982
- [7] Radović R., Savremena arhitektura, Stilos, Novi Sad, 2001

Kratka biografija:



Katarina Stojanović rođena je u Smederevskoj Palanci 1977. god. Diplomirala je u aprilu 2010. god. na Fakultetu tehničkih nauka na studijskom programu Arhitektura i urbanizam. Diplomski-master rad brani u novembru 2010.god. na studijskoj grupi Istraživanje u arhitekturi i urbanizmu.



Dr. Darko Reba, rođen 1968.godine u Novom Sadu. Diplomirao na Arhitektonskom fakultetu u Beogradu 1995.godine. Magistrirao na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2001.godine. Doktorirao 2005.godine na temu „Urbana morfologija i ulični sistemi centralnih područja vojvođanskih gradova“.



Dr. Ljiljana Vukajlov (1961) je docent za užu naučnu oblast Arhitektonsko-urbanističko planiranje, projektovanje i teorija, na Departmanu za arhitekturu i urbanizam na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Bavi se teorijom i kritikom urbanih prostora.

**PROJEKAT ZAŠTITE ARHEOLOŠKIH OSTATAKA CARŠKE PALATE SIRMIJUMA
NA LOKALITETU 1a U SREMSKOJ MITROVICI****PROJECT FOR PROTECTING THE ARCHAEOLOGICAL REMAINS OF THE
IMPERIAL PALACE OF SIRMIIUM AT THE LOCALITY 1a IN SREMSKA MITROVICA**

Vera Avakumović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast: ARHITEKTURA I URBANIZAM

Kratak sadržaj – Vidovi zaštite impresivnih ostataka arhitekture i umetnosti drevnih civilizacija su mnogobrojni. Tema ovog rada naslovljenog „Projekat zaštite arheoloških ostataka carske palate Sirmijuma na lokalitetu 1a u Sremskoj Mitrovici“, je projektovanje zaštitnog objekta iznad lokaliteta, što predstavlja najkompleksniji vid zaštite graditeljskog nasleđa. Projektovanjem i izgradnjom objekta koji natkriva ostatak carske palte Sirmijuma omogućena je zaštita arheološkog nalazišta od atmosferskih uticaja i drugih mogućih devastacija, a pri tom je dat okvir za novu prezentaciju lokaliteta, što predstavlja prvi korak ka svrstavanju Sremske Mitrovice na svetsku mapu gradova sa najvrednijim graditeljskim nasleđem, gde joj je i mesto.

Glavne reči: Sirmijum, Arheološki ostaci, Carska palata, Graditeljsko nasleđe, Zaštitni objekat

Abstract – There are numerous forms to protect archaeological remains of impressive architecture and art of ancient civilizations. In this paper named, "Project for protecting the archaeological remains of the imperial palace of Sirmium at the locality 1a in Sremska Mitrovica", topic is design of the protective facility over the site, which is the most complex aspect of protecting the heritage. Designing and constructing the building which shelter the remains of Sirmium's imperial palace enable the protection of archaeological site against weather conditions and other possible devastation. There is given a form for the presentation of new site, which means the first step towards the nomination of Sremska Mitrovica on the world's map of cities with the most valuable built heritage.

Key words: Sirmium, Archaeological remains, Imperial palace, Architectural heritages, Protective facility

1.0 UVOD

Tokom svoje vladavine, Rimljani su na teritoriji današnje Srbije podigli brojne gradove i pogranična utvrđenja na Dunavu, čiji ostaci postoje i danas, što predstavlja graditeljsko nasleđe od neprocenjive vrednosti.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bila prof. dr Nada Kurtović-Folić.

Na teritoriji današnje Sremske Mitrovice nalazio se antički grad Sirmijum, svojevremeno jedna od četiri prestonice Rimskog carstva, grad u kome je rođeno šest rimskih imperatora.

Danas su ispod površine savremenog grada sakriveni impresivni ostaci rimskih građevina. Na nekoliko punktova u gradu vršena su iskopavanja i otkriveni lokaliteti od izuzetne kulturne vrednosti. Neverovatni potencijal ovog istorijskog nalazišta, zbog nezainteresovanosti i nedostatka finansijskih sredstava nije adekvatno iskorišćen. Ovo nije redak slučaj, tako da mnoga nalazišta na teritoriji čitave države propadaju. Upravo zbog toga tema ovog rada jeste projektovanje zaštitnog objekta nad lokalitetom 1a- carske palate, najimpresivnijem i najvrednijem koji je do sada otkriven. Ovaj lokalitet je od svog otkrivanja, 1960. godine, bio izložen devastacijama od nepovoljnih prirodnih uticaja, do nemara stanovnika, koji su od njega napravili gotovo deponiju.

Projektovanjem i izgradnjom odgovarajućeg objekta koji natkriva lokalitet, omogućena je zaštita arheološkog nalazišta od atmosferskih uticaja i drugih mogućih devastacija, a pri tom je dat okvir za novu prezentaciju lokaliteta, što će predstavljati prvi korak ka svrstavanju Sremske Mitrovice na svetsku mapu gradova sa najvrednijim graditeljskim nasleđem, gde joj je i mesto. Danas se na istoj lokaciji nalazi zaštitni objekat, Vizitorski centar, otvoren 14. decembra 2009. godine (Sl. 1.). Zbog velikog broja propusta prilikom projektovanja i izvođenja objekta Vizitorskog centra na lokalitetu 1a Carske palate u Sremskoj Mitrovici on se pokazao kao neadekvatan.



Sl. 1. Objekat Vizitorskog centra carske palate „Sirmijum“ nakon otvaranja, Sremska Mitrovica, 2009. godina

Upravo zbog toga namera je da se u ovom radu na istoj lokaciji predloži adekvatnije rešenje od postojećeg.

2.0 KOMPLEKS CARSKE PALATE U SIRMIJUMU- LOKALITET 1a U SREMSKOJ MITROVICI

2.1 Istorijat kompleksa carske palate u Sirmijumu

Miroslava Mirković smatra da je palata u Sirmijumu, koja je služila kao stan cara i njegove pratnje u vreme ratova na Dunavu i pri prolazu kroz Sirmijum, morala postojati od vremena ranog carstva. Prve podatke o postojanju carske palate u Sirmijumu nalazimo kod antičkog pisca Filostrata u Vitae Soph. 2,1,14 koji je naziva „βασιλεία“ (*Carstvo nebesko*) [1].

Kasnoantički kompleks carske palate u Sirmijumu, Sremskoj Mitrovici, još uvek nije dovoljno istražen, ali do sada prikupljeni arheološki podaci solidna su osnova kako za jasnije sagledavanje njegove fizičke strukture, tako i za planiranje tokova budućih istraživanja. Sirmijumska carska palata i hipodrom čine jedinstvenu građevinsku

celinu izdvojenu u odnosu na ostale gradske četvrti, što ih svrstava u druge poznate primere ovakvih koncepata iz vremena tetrarhije (Solun, Konstantinopolj, Trijer, Antiohija, Nikomedija, Milano). U palati su kraće ili duže boravili Dijoklecijan, Galerije, Licinije, Konstancije II, Valentijan, Justinijan i drugi, čije je prisustvo u tom delu carstva najčešće bilo diktirano vojnim operacijama. To je podrazumevalo da je zdanje palate u kojoj su carevi povremeno boravili, bilo podređeno potrebama carske liturgije [3].



Sl. 2. Arheološki lokalitet 1a- carska palata Sirmijuma; fotografija iz 2003. godine

Palata i hipodrom su istovremeni i jedina dva monumentalna objekta u Sirmijumu (intra muros) koje spominju istorijski izvori, a čiji su materijalni ostaci dobili i arheološku potvrdu. Čitav kompleks prostire se na površini od oko 20 hektara. Izbor lokacije u jugoistočnom ćošku gradske fortifikacije iz IV veka bio je sa jedne strane uslovljen topografskim parametrima, a sa druge sigurnosnim razlozima. U tom smislu močvarno i barovito okruženje, blizina rečne obale, postojanje dva rečna ostrva i most koji spaja palatu sa drugom obalom reke Save garantovali su sigurnost u slučaju iznenadne opasnosti. Prostorna organizacija palate bila je uslovljena ne samo uslovima terena već i raznovrsnim sadržajima koje su diktirale carske potrebe. Na žalost struktura samog rezidencijalnog dela nije poznata u meri koja

omogućava identifikaciju otkrivenih prostorija. Ipak, detalji raskošne obrade ukazuju unutrašnjeg prostora jasno ukazuju na posebnost namene tog objekta. Radi se o velikim površinama sa hipokaustnim instalacijama, podnim i zidnim mozaicima, skulpturama, kao i arhitektonskom dekorativnom plastikom vrhunske izrade. Zapažena je primena skupocenog kamena, kararskog i panteličkog mramora, kao i "carskog" crvenog porfira iz Asuana [4].

2.1 Opis i analiza ostataka carske palte Sirmijuma na lokalitetu 1a u Sremskoj Mitrovici

Ostaci arhitekture

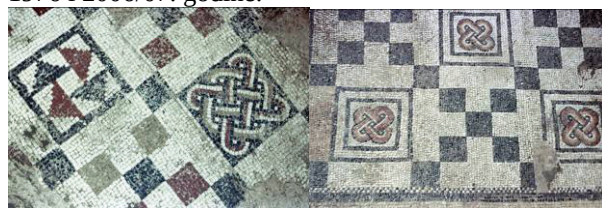
Prilikom najnovijih arheoloških istraživanja koja su rađena u okviru realizovanja Projekta natkrivanja lokaliteta 1a u 2006/07. godini, preciznije su hronološki određeni kulturni horizonti ili slojevi na lokalitetu od kojih su najdominantniji i najbolje očuvani slojevi palate od kraja III i tokom IV veka.

Živa graditeljska aktivnost na ovom prostoru trajala je neprekidno od praistorijskog perioda do modernih vremena, tako da su kulturni slojevi u velikoj meri poremećeni i materijal je često izmenjan.

Palata je, u pravom smislu reči, građevinski definisana krajem trećeg i tokom četvrtog veka. To je period najintezivnijih promena i uspona antičkog Sirmijuma, što je imalo naročitog uticaja na razvoj arhitekture i urbanizma celog antičkog grada.

Podni mozaici

Ono što lokalitetu 1a Carske palate u Sremskoj Mitrovici daje neprocenjivu vrednost su upravo pronađeni ostaci mozaičkih podnih površina (Sl.3.). Prilikom dosadašnjih istraživanja na lokalitetu 1a otkriveno je više prostorija u kojima su očuvani mozaički podovi. Ukupna površina do danas otkrivenih mozaičkih podova iznosi oko 350 m². Mozaici su u najvećem obimu pronađeni prilikom arheoloških istraživanja 1957-1960, a zatim tokom 1974-1976 i 2006/07. godine.



Sl.3. Detalji mozaičkih podav iz prostorija sirmijumske carske palte, pronađeni na lokalitetu 1a u Sremskoj Mitrovici

Neki od najreprezentativnijih i najbolje sačuvanih primera mozaika Sirmijuma pronađeni su prilikom istraživanja lokaliteta 1a - Carske palate. Mozaici su otkriveni u najvećem broju prostorija na lokalitetu. Oni su pronađeni u više nivoa i potiču iz raznih građevinskih faza, od kojih se najmlađa datira sredinom IV, a najstarija u krajem III veka. Najbolje su očuvani mozaici iz mlađih građevinskih faza palate, jer su prilikom izgradnji kanala za zagrevanje prostorija uništavani stariji mozaički podovi. Podloge na kojima su postavljani mozaici sastoje se iz tri različita sloja krečnog maltera. Svi otkriveni podni mozaici su izvedeni u tehnici opus tessellatum. Najvećim delom oni imaju slične tehničke i stilske osobine. Preovlađuje strogi

klasicistički stil IV veka sa geometrijskim ornamentima (četvorokrake zvezde, meandri, oktogoni, prepleti). Samo treći nivo mozaika u prostoriji 16 ima figuralni motiv – predstavu Merkura. Mozaici su rađeni od skupocenog kamena, kararskog i panteličkog mramora, kao i “carskog” crvenog porfira iz Asuana[5].

Zbog geometrijske strukture mozaika danas je moguća njihova detaljna rekonstrukcija.

3.0 NATKRIVANJE ARHEOLOŠKIH NALAZIŠTA ZAŠTITNIM OBJEKTIMA I PROBLEMATIKA NATKRIVANJA

Danas je u celom svetu porasla svest o vrednosti očuvanja graditeljskog nasleđa, kako na svetskom nivou (UNESKO), tako i na nivou svih država pojedinačno za šta su zaduženi državni, regionalni i gradski zavodi za zaštitu spomenika kulture. Impresivni ostaci egipatske, grčke i rimske kulture, zatim kulture Inka i Maja i mnogih drugih, danas predstavljaju kulturno blago kojim se ponose države na čijim teritorijama se ovi ostaci nalaze. Očuvani delovi hramova i palata, bogati podni i zidni mozaici i freske, ostaci zidova termi, porodičnih kuća i drugo, pored standardnih vidova zaštite danas se u mnogim zemljama štite tako što se natkrivaju objektima čija je osnovna funkcija omogućavanje zaštite lokaliteta



Sl.4. Vesunna, zaštitni objekat na galo-rimskom lokalitetu, arhitekta Žan Nouvel, Périgueux, Francuska

od atmosferskih uticaja i drugih mogućih devastacija, a usput sa svojim pratećim sadržajima daju novi i atraktivan okvir za prezentaciju lokaliteta posetiocima. Izgradnja ovih objekata, tzv. vizitorskih centara, predstavlja najkompleksniji i najskuplji vid zaštite arheoloških nalazišta, i upravo zbog toga njegova upotreba mora biti strogo promišljena i opravdana. Najkompleksniji je upravo zbog toga što treba izuzetno pažljivo osmisliti zaštitnu konstrukciju, koja u najvećem broju slučajeva treba da premosti velike raspone, a u isto vreme bude oslonjena tako da njeni temelji ne oštećuju arheološke ostatke na lokalitetu. Takođe, veoma važan faktor o kome treba voditi računa je obezbeđivanje adekvatne ventilacije u objektu, zbog sprečavanja pojave vlage, mahovina i drugog rastinja koje devastira arheološke ostatke. Izbor materijala za konstrukciju i obezbeđivanje optimalne putanje za kretanje i sagledavanje čitavog lokaliteta su takođe ključne stavke o kojima treba voditi računa pri

projektovanju ovih objekata. Lokaliteti od neprocenjive vrednosti na teritorijama mnogih država, u najvećoj meri zbog nedostatka finansijskih sredstava, neadekvatnog funkcionisanja zavoda za zaštitu spomenika kulture nisu zaštićeni i propadaju.



Sl.5. Ostaci antičke rimske kuće u enterijeru zaštitnog objekta, Périgueux, Francuska

U nekim slučajevima natkriveni su neadekvatno osmišljenim nadstrešnicama čije postavljanje nije trajno rešenje. U ekonomski razvijenim državama, koje poseduju potrebna finansijska sredstva, ide se međutim u drugu krajnost. Za izgradnju zaštitnih objekata angažuju se najpoznatija arhitektonska imena, koja projektuju neverovatne, moderne strukture koje same po sebi predstavljaju atrakciju, te arheološki lokalitet pored njih pada u drugi plan. U ovim slučajevima se postavlja pitanje: Šta posetioci dolaze da vide? Zaštitni objekat ili arheološko nalazište?

Sušтина je upravo u tome da treba stvoriti balans. Projektovati takvu strukturu koja u prvi plan stavlja ono što se nalazi unutar nje, a to su fascinantni ostaci prošlosti, a sama po sebi predstavlja repernu tačku svog okruženja upravo u kontekstu funkcije koju treba da zadovolji, i po kojoj treba da bude prepoznatljiva. Na taj način bi novoprojektovani objekat i ostaci starih objekata u njegovoj unutrašnjosti pravili idealnu simbiozu.

4.0 POLOŽAJ I ORGANIZACIJA ZAŠTITNOG OBJEKTA NAD LOKALITETOM 1a- CARSKA PALATA SIRMIJUMA U SREMSKOJ MITROVICI

Lokalitet 1a (ostaci sirmijumske carske palate) je smešten u užem centru Sremske Mitrovice, na uglu ulica Branka Radičevića i Pivarske i predstavlja deo starog gradskog jezgra, od koga je strogi gradski centar sa velikom parkovskom površinom udaljen svega 200 metara. Smešten je u urbanom okruženju, u južnom delu grada.

4.1. Prostorna organizacija novoprojektovanog objekta

Na prostornu organizaciju i oblikovanje zaštitnog objekta iznad ostataka sirmijumske carske palate, pored kompleksnog i strogo definisanog urbanog konteksta u kome se on nalazi uticali su specifični zahtevi samog programa, odnosno potreba za stvaranjem prostora koji

štititi arheološko nalazište i stvara adekvatan okvir za njegovu prezentaciju posetiocima.

Ustanovljena je osnovna podela prostora u odnosu na pomenute zahteve na:

- Javne prostore
- Prostore namenjeni posetiocima zaštitnog objekta
- Prostore za zaposlene
- Vertikalne komunikacije

Objekat je koncipiran kao jednospratan, sa porstom iskopina, koje čine neku vrstu „podruma“ (nalaze se na dubini oko četiri metra od nivoa ulice). Pristup u objekat je omogućen sa strane Pivarske ulice ili sa prostora javnog trga na koji se stupa sa ulice Branka Radičevića.

Kako rezultat osnovnog koncepta zaštitnog objekta isprojektovano je „unutrašnje dvorište“- atrijum, kao podsećanje na nekadašnje rimske kuće, oko koga su grupisani svi ostala sadržaji objekta uključujući i halu sa koja natkriva arheološke ostatke carske palate. Prostor hale zajedno sa izložbenim prostorima na nivou prizemlja i prvog sprata, kao i prostorom atrijumskog dvorišta na kome je moguće organizovati izložbe na otvorenom, komunikacijama je povezan u neku vrstu „umetničkog puta“ kojim se posetilac kreće kroz objekat upoznavajući se sa istorijom carske palata i samog grada Sirmijuma. Zaposlenima u objektu su obezbeđeni prijatni kancelarijski prostori. Dobro osmišljene vertikalne komunikacije u vidu rampe i stepeništa za pristup prostoru sa arheološkim ostacima, daju poseban kvalitet organizacije objekta. Niz pratećih prostora u vidu kafića, knjižara, suvenirnica, amfiteatara, čine objekat još atraktivnijim za posetioce.

Ceo objekat, kao i svi prostori koji ga okružuju projektovani su kao „kulis“ za predstavu o životu u antičkom Sirmijumu „režiranu“ na osnovu analize arhitektonskih ostataka same carske palata, koji su u sklopu objekta, tako i ostalih otkrića do kojih se došlo prilikom iskopavanja.

4.0 ZAKLJUČAK

Na teritoriji današnje Sremske Mitrovice godinama su rađena arheološka istraživanja na velikom broju lokaliteta sa ostacima antičkog Sirmijuma. Timovi stručnjaka su došli do fascinantnih otkrića, ali njihova saznanja su bila slabo valorizovana.



Sl.5. Pogled na zaštitni objekat sa Pivarske ulice

Danas je, nakon velikih napora u borbi za podizanje svesti stanovništva o vrednosti očuvanja graditeljskog nasleđa u njihovoj neposrednoj blizini, došlo vreme da se ostaci Sirmijuma na pravi način prezentuju turistima. Izgradnja adekvatnog zaštitnog objekta sa pratećim sadržajima iznad ostataka sirmijumske carske palate bi predstavljala prvi korak ka ostvarenju tog cilja.

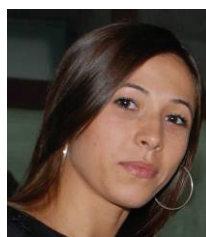


Sl.6. Pogled na objekat sa trga, iz ulice B. Radičevića

5.0 LITERATURA

- [1] Mirković, Miroslava: Istorija rimskog grada od I do kraja IV veka, Sremska Mitrovica: Blago Sirmijuma, 2006.
- [2] Brukner, O. i Milošević, A.: Opis objekata istraženih 1960. godina na lokalitetu 1a, Sremska Mitrovica: nepublikovano, 1960. godina
- [3] Werner, R. M.: Imperial Palace Complex Sirmium, Sremska Mitrovica: u pripremi za publikovanje, 2010. godina
- [4] Grupa autora: Diocletian, Tetrarchy and Diocletians Palace, Split: Književni krug, 2009.- Jeremić, Miroslav: The Sirmium Imperial Palace Complex, in the Light of the Recent Archaeological Investigations
- [5] Milošević, A. i Milutinović, O.: Dnevnik arheoloških istraživanja na lokalitetu 1a, Sremska Mitrovica: nepublikovano, 1958. godina
- [6] internet:
 - www.vesunna.fr
 - whc.unesco.org

Kratka biografija:



Vera Avakumović, rođena u Sremskoj Mitrovici 1986. godine. Godine 2005. upisuje studije arhitekture na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Godine 2010. završava osnovne studije i dobija zvanje inženjer arhitekture-bečelor. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura i urbanizam - pod nazivom „Projekat zaštite arheoloških ostataka carske palate Sirmijuma na lokalitetu 1a u Sremskoj Mitrovici“, odbranila je 2010.godine.

